

Avaliação do Estado de Conservação da Biodiversidade da Matela - Área Protegida para a Gestão de Habitats ou Espécies da Ilha Terceira: Uma Abordagem Multi-taxa

Dissertação de Mestrado

Mariana Aguiar Sousa

Mestrado em

**GESTÃO E CONSERVAÇÃO DA
NATUREZA**



Avaliação do Estado de Conservação da Biodiversidade da Matela - Área Protegida para a Gestão de Habitats ou Espécies da Ilha Terceira: Uma Abordagem Multi-taxa

Dissertação de Mestrado

Mariana Aguiar Sousa

Orientadores

Professora Doutora Rosalina Maria de Almeida Gabriel

Professor Doutor Paulo Alexandre Vieira Borges

Dissertação de Mestrado submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Gestão e Conservação da Natureza



“Entre as imagens que mais profundamente marcaram minha mente, nenhuma excede a grandeza das florestas primitivas, poupadas da mutilação pela mão do homem. Ninguém pode passar por essas solidões intocado, sem sentir que existe mais dentro do homem do que a mera respiração do seu corpo.”

Charles Darwin

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas as pessoas que direta ou indiretamente fizeram parte do meu percurso, nomeadamente:

- À minha orientadora, Professora Doutora Rosalina Gabriel, por tudo o que me ensinou ao longo destes anos, pelo apoio e incentivo que me deu. Por todo o tempo que dispensou para me ensinar tudo o que sei sobre o grupo taxonómico dos briófitos, por me ter ajudado na recolha e nas identificações dos mesmos. Um agradecimento especial por ter acreditado em mim e pela sua confiança em mim para realizar esta dissertação de mestrado;
- Ao meu co-orientador, Professor Doutor Paulo Borges por todo o apoio e ensinamentos, ao longo destes 2 anos. Por todo o tempo que dispensou para me ensinar e ajudar na recolha das amostras e na identificação dos artrópodes. Obrigada por ter confiado e acreditou em mim;
- Ao Professor Doutor Rui Bento Elias, pela ajuda dispensada no grupo taxonómico das plantas vasculares, na análise dos dados e no fornecimento de alguns materiais para as saídas de campo e dos dados recolhidos por ele em 2015 e 2022;
- Ao colega, Abrão Leite, por me ter ajudado nas saídas de campo dos artrópodes e por todo o apoio e ajuda no laboratório durante as identificações dos artrópodes;
- Ao Mestre, Lucas Lamelas-López, por todos os ensinamentos sobre o grupo taxonómico dos mamíferos e das aves e pelo fornecimento das câmaras para que fosse possível fazer a recolha de dados no campo;
- À minha madrinha, Bruna Martins, pelo apoio incondicional durante estes dois anos, por ser a minha companheira de campo, por ter acreditado em mim ao longo deste percurso e por me ter ouvido nos momentos mais difíceis e incentivado a seguir em frente;
- Aos meus pais, Cristina Sousa e Nelson Sousa, pela forma como inculcaram valores fundamentais em mim, por me terem ensinado e motivado a persistir e trabalhar sempre por aquilo em que acredito;
- À minha irmã, Susana Lemos, pelo apoio prestado, pela compreensão, pelas conversas motivadoras e pela cumplicidade sem limites;
- Por fim, a todos os meus familiares e amigos, pelo carinho e apoio que me souberam dar.

A todos, o meu muito obrigada, sem vocês este trabalho não seria possível!

RESUMO

As áreas protegidas estão no centro dos compromissos mundiais com a sustentabilidade, como forma de preservar as espécies, em benefício das gerações presentes e futuras. No presente estudo investigou-se a biodiversidade de um fragmento de floresta nativa na ilha Terceira, a Matela (Terra Chã, Angra do Heroísmo). Este pequeno fragmento está classificado como “Área Protegida para a Gestão de Habitats ou Espécies da Matela”, e integra o Parque Natural da Terceira (Açores, Portugal). Localizado a média-baixa altitude (300-400 m) encontra-se visivelmente alterado devido à invasão por espécies de plantas exóticas invasoras. Os objetivos gerais deste trabalho foram os seguintes: (i) listar as espécies de cinco grupos taxonómicos (briófitos, plantas vasculares, artrópodes, aves e mamíferos) para a Matela; (ii) comparar os padrões de diversidade da Matela entre os inventários históricos e uma amostragem realizada em 2022; (iii) avaliar o avanço e os efeitos das espécies invasoras e identificar o declínio das espécies nativas e endémicas dos Açores; (iv) identificar os fatores de risco em curso na Matela e (v) avaliar a necessidade de intervenção na Matela consoante a gravidade do estado de conservação do local. Para responder a estes objetivos, foi feita uma recolha sistemática dos documentos históricos sobre a área, mobilizando também dados de herbário e outros não publicados, tendo sido revistos 48 documentos com dados de biodiversidade. A amostragem em 2022 usou uma adaptação dos protocolos GIMS - *A Global Island Monitoring Scheme*: para os briófitos foram amostrados nove *quadrats* de 2 m x 2 m, e recolhidas três amostras (microplots) de 10 cm x 5 cm por substrato, num total de 71 amostras; para as plantas vasculares foram feitos inventários em 72 *sub-plots* de 5 m x 5 m, além de uma listagem de todas as espécies observadas; para amostragem de artrópodes foi utilizada a metodologia BALA, complementando um conjunto de 30 armadilhas de queda (*pitfall traps*) para amostrar os artrópodes do solo com batimentos na copa das árvores dominantes (10 amostras por espécie de árvore); além deste protocolo foram ainda utilizadas armadilhas de interceção de voo (*SLAM traps*) para amostrar artrópodes voadores ou com grande capacidade de dispersão; o recenseamento de aves foi realizado em 25 pontos de observação, sempre entre as 07h00 e as 11h00, aplicando o método do ponto de audição e outras observações; o inventário de mamíferos foi feito utilizando armadilhas fotográficas (*camera traps*) em 30 pontos de amostragem. Para os briófitos foi possível identificar 77 *taxa* (45 musgos; 32 hepáticas), sendo 73 indígenas, três indeterminados e um introduzido (*Campylopus introflexus*) e três espécies triplamente raras (distribuição, abundância e especificidade do habitat). A comparação temporal registou uma diminuição de riqueza. Nas plantas vasculares foram identificados 28 *taxa* indígenas e 26 exóticos, sendo três espécies triplamente raras. Para os artrópodes, no solo, foram registadas oito *taxa* indígenas e 25 exóticos verificando-se entre 2002 e 2022, que não foram observadas *taxas* endémicos e um aumento significativo das espécies introduzidas. Nos artrópodes da copa, identificaram-se 36 *taxa* indígenas e 18 exóticos. Nos artrópodes capturados nas armadilhas SLAM, registaram-se 24 *taxa* indígenas e 15 exóticos. No total, foram registados 103 *taxa*, sete deles classificados como triplamente raros. Foram registados 12 *taxa* de aves indígenas e um introduzido, verificando-se uma diminuição de *taxa*, principalmente de espécies exóticas. Uma das aves identificadas é triplamente rara. Nos mamíferos, observaram-se oito *taxa* exóticos, todos considerados novos registos para a Matela; o anteriormente conhecido morcego, *Nyctalus azoreum*, único mamífero endémico dos Açores, foi classificado como triplamente raro. Conclui-se que a Matela mantém um património natural muito assinalável, quando comparado com a biodiversidade total da Ilha Terceira. No entanto, as espécies introduzidas e introduzidas invasoras têm uma grande expressão em termos de diversidade e abundância, tendo aumentado substancialmente em quase todos os grupos onde foi possível fazer comparações. O impacto real destas espécies nas comunidades nativas ainda está por esclarecer na sua total dimensão, mas confirma-se a necessidade de enfrentar este problema real para a conservação da natureza nos Açores.

Palavras-Chave: Artrópodes; Aves; Briófitos; Fauna; Flora; Gestão; GIMS; IUCN; Parque Natural da Ilha Terceira; Plantas Vasculares; Raridade; Vulnerabilidade

ABSTRACT

Protected areas are at the heart of the world's commitment to sustainability, as a way of preserving species for the benefit of present and future generations. This study investigated the biodiversity of a fragment of native forest on Terceira Island, Matela (Terra Chã, Angra do Heroísmo). This small fragment is classified as a "Protected Area for the Management of Habitats or Species of Matela" and is part of the Terceira Natural Park (Azores, Portugal). Located at medium-low altitude (300-400 m), it is visibly altered due to invasion by invasive exotic plant species. The general objectives of this work were as follows: (i) to list the species of five taxonomic groups (bryophytes, vascular plants, arthropods, birds and mammals) for the Matela; (ii) to compare the diversity patterns of the Matela between historical inventories and a sampling carried out in 2022; (iii) to assess the advance and effects of invasive species and identify the decline of native and endemic species in the Azores; (iv) to identify the ongoing risk factors in Matela and (v) to assess the need for intervention in Matela depending on the severity of the site's conservation status. To meet these objectives, a systematic collection of historical documents about the area was carried out, also mobilizing herbarium data and other unpublished data, and 48 documents with biodiversity data were reviewed. Sampling in 2022 used an adaptation of the GIMS protocols - A Global Island Monitoring Scheme: for bryophytes, nine 2 m x 2 m quadrats were sampled, and three 10 cm x 5 cm samples (microplots) were taken per substrate, for a total of 71 samples; for vascular plants, inventories were made in 72 5 m x 5 m sub-plots, in addition to a list of all the species observed; the BALA methodology was used to sample arthropods, complementing a set of 30 pitfall traps to sample soil arthropods by tapping the crowns of the dominant trees (10 samples per tree species); in addition to this protocol, SLAM traps were also used to sample flying arthropods or those with a high dispersal capacity; the bird census was carried out at 25 observation points, always between 07:00 and 11:00, using the listening point method and other observations; the mammal inventory was carried out using camera traps at 30 sampling points. About bryophytes, it was possible to identify 77 taxa (45 mosses; 32 liverworts), 73 of which are indigenous, three indeterminate and one introduced (*Campylopus introflexus*) and three species that are triply rare (distribution, abundance and habitat specificity). The temporal comparison showed a decrease in richness. In vascular plants, 28 indigenous and 26 exotic taxa were identified, with three species being triple rare. For arthropods on the ground, eight indigenous taxa and 25 exotics were recorded. Between 2002 and 2022, there were no endemic taxa and a significant increase in introduced species. In canopy arthropods, 36 indigenous and 18 exotic taxa were identified. In the arthropods captured in SLAM traps, 24 indigenous and 15 exotic taxa were recorded. In total, 103 taxa were recorded, seven of them classified as triple rare. Twelve taxa of indigenous birds and one introduced bird were recorded, with a decrease in taxa, mainly of exotic species. One of the birds identified is triple rare. In mammals, there were eight exotic taxa, all considered new records for Matela; the previously known bat, *Nyctalus azoreum*, the only mammal endemic to the Azores, was classified as triple rare. It can be concluded that Matela maintains a very remarkable natural heritage, when compared to the total biodiversity of Terceira Island. However, introduced and invasive species are very significant in terms of diversity and abundance, having increased substantially in almost all the groups where comparisons could be made. The real impact of these species on native communities has yet to be fully clarified, but the need to tackle this real problem for nature conservation in the Azores is confirmed.

Key words: Arthropods; Birds; Bryophytes; Fauna; Flora; Management; GIMS; IUCN; Terceira Island Natural Park; Vascular Plants; Rarity; Vulnerability

Índice

INTRODUÇÃO	15
Objetivos e perguntas de investigação	19
Roteiro do estudo	20
CAPÍTULO I - O QUE SE ENTENDE POR BIODIVERSIDADE	21
1.1. Espécies e diversidade biológica.....	21
1.1.1. Espécies – diferentes entendimentos.....	21
1.1.2. Biodiversidade – funções e importância	22
1.1.3. Como estimar a biodiversidade?	24
1.2. Flora e fauna dos Açores: breve apresentação	27
1.2.1. Estatuto de colonização das espécies	27
1.2.2. Flora: briófitos e plantas vasculares.....	31
1.2.3. Fauna: invertebrados e vertebrados	33
CAPÍTULO II - EROÇÃO DA BIODIVERSIDADE	36
2.1. Alterações do uso do solo	37
2.2. Alterações climáticas.....	38
2.3. Alterações biológicas.....	40
CAPÍTULO III - CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE E ÁREAS PROTEGIDAS	43
3.1. Conservação da biodiversidade	43
3.2. Áreas protegidas	44
CAPÍTULO IV - METODOLOGIA.....	47
4.1. Modelo de Análise	47
4.1.1. Especificação de variáveis	47
4.1.2. Relação entre variáveis em estudo	48
4.2. Enquadramento geográfico da área de estudo.....	49
4.2.1. Arquipélago dos Açores.....	49
4.2.2. Ilha Terceira.....	49
4.2.3. Matela: uma área protegida para a gestão de habitats ou espécies no parque natural da Terceira	50

4.3. Exploração de fontes documentais diversas para a caracterização da Matela	51
4.3.1. Pesquisa bibliográfica	51
4.3.2. Pesquisa de informação em Portais da Internet	52
4.4. Amostragem de campo: grupos taxonómicos e a sua inventariação	53
4.4.1. Inventariação de briófitos	53
4.4.2. Inventariação de plantas vasculares	54
4.4.3. Inventariação de artrópodes	56
4.4.4. Inventariação de aves.....	57
4.4.5. Inventariação de mamíferos	57
4.5. Metodologia de análise de dados	58
4.5.1. Estatística descritiva	58
4.5.2. Análise da diversidade.....	59
4.5.3. Análise da raridade.....	60
4.5.4. Análise temporal da diversidade e raridade	61
4.5.5. Análise da circularidade das áreas protegidas	61
CAPÍTULO V – RESULTADOS.....	63
5.1. Briófitos	63
5.1.1. Composição de espécies	63
5.1.2. Comparação temporal da composição de espécies	69
5.1.3. Diversidade alfa	71
5.1.4. Vulnerabilidade e raridade.....	72
5.2. Plantas vasculares	75
5.2.1. Composição de espécies	75
5.2.2. Comparação temporal da composição de espécies	79
5.2.3. Diversidade alfa.....	81
5.2.4. Composição dos subtipos de vegetação	81
5.2.5. Vulnerabilidade e raridade.....	83
5.3. Artrópodes	85
5.3.1. Armadilhas de queda (<i>Pitfall traps</i>).....	85

5.3.2. Batimentos	90
5.3.3. Armadilha de intercepção de voo (<i>SLAM traps</i>).....	100
5.3.4. Vulnerabilidade e raridade	103
5.4. Aves	105
5.4.1. Composição de espécies	105
5.4.2. Comparação temporal da composição de espécies.....	109
5.4.3. Diversidade alfa.....	109
5.4.4. Vulnerabilidade e raridade.....	110
5.5. Mamíferos	111
5.5.1. Composição de espécies	111
5.5.2. Comparação temporal da composição de espécies.....	114
5.5.3. Diversidade alfa.....	114
5.5.4. Vulnerabilidade e raridade.....	115
CAPÍTULO VI – DISCUSSÃO.....	116
6.1. Quais são as espécies dos vários grupos taxonómicos e estatutos de colonização, incluindo plantas (briófitos e plantas vasculares) e animais (artrópodes, aves e mamíferos), que se encontram atualmente presentes na Matela? Qual a sua abundância?.....	116
6.2. Quais destas espécies já tinham sido identificadas no local de estudo? Que alterações houve nos últimos anos em relação à sua presença, riqueza e abundância?.....	120
6.3. Quais são as espécies raras, com base nos critérios de Rabinowitz (1981), existentes na Matela em 2022? Qual é a proporção de espécies classificadas como vulneráveis ou ameaçadas pela IUCN na Matela em comparação com a ilha Terceira? E com os Açores?.....	123
6.4. Quais os efeitos/consequências do avanço das espécies exóticas invasoras de plantas vasculares sobre as espécies nativas e endémicas de outros grupos taxonómicos?.....	126
6.5. Quais os efeitos/consequências da presença de espécies de mamíferos exóticos sobre as espécies nativas e endémicas de outros grupos taxonómicos?.....	127
6.6. Que estatuto de conservação terá a Matela em função da caracterização da biodiversidade? Que implicações daí decorrem? Que características condicionam o estado de conservação da Matela?	128
CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	130
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	132
APÊNDICES	150
ANEXOS.....	160

Listagem de Figuras

- Figura 4.1 – Representação gráfica da relação entre as variáveis do estudo e as perguntas de investigação (P) a que o trabalho se propõe responder 48
- Figura 4.2 – Área Protegida para Gestão de Habitats ou Espécies, Matela, ilha Terceira, Açores, com delimitação dos quatro tipos de uso do solo: (a) vermelho, antiga floresta de eucalipto; (b) amarelo, vegetação semi-natural; (c) azul-claro, mata de criptoméria; (d) azul-escuro, zona de pastagem. Fonte: Google Earth, 2023..... 51
- Figura 4.3 – Exemplo das espécies de aves indicadas pelo GBIF que estão registadas num raio de 1 km na Matela, ilha Terceira, Açores..... 53
- Figura 5.1 – Localização e distribuição dos *quadrats* utilizados para a recolha de dados do grupo taxonómico dos briófitos em 2022, na Matela, ilha Terceira (Açores). Fonte: Google Earth, 2022 64
- Figura 5.2 – Índices de Hill (H0 = Riqueza de Espécies; H1 = Expoente de Shannon-Wiener; H2 = Simpson e H3 = Berger-Parker) calculados através dos dados obtidos no grupo taxonómico dos briófitos (divisão Bryophyta e Marchantiophyta), na Matela (Ilha Terceira, Açores), em 2022 72
- Figura 5.3 – Localização e distribuição dos pontos de observação utilizados para a recolha de dados do grupo taxonómico das plantas vasculares em 2022, na Matela, ilha Terceira (Açores) (verde = dados de outubro de 2022; vermelho = dados de junho de 2022; branco = dados de 2015). Fonte: Google Earth, 2023 76
- Figura 5.4 – Índices de Hill (H0 = Riqueza de Espécies; H1 = Expoente de Shannon-Wiener; H2 = Inverso de Simpson e H3 = Inverso de Berger-Parker) calculados através dos dados obtidos no grupo taxonómico das plantas vasculares, na Matela, ilha Terceira (Açores), em 2015 e 2022.. 81
- Figura 5.5 – Análise de Cluster Aglomerativo de Ward (utilizando o índice de dissimilaridade de Bray-Curtis), de uma matriz de 57 espécies e 72 inventários, do grupo taxonómico das plantas vasculares, dados de 2015 e 2022, na Matela, ilha Terceira (Açores). Grupos de Cluster (1 - *Laurus azorica*, *Hedychium gardnerianum* e *Pittosporum undulatum*; 2 - *Laurus azorica* e *Dryopteris azorica*; 3 - *Pittosporum undulatum*, *Laurus azorica* e *Dryopteris azorica* e 4 - *Rubus ulmifolius*, *Erica azorica* e *Dryopteris azorica*) 82
- Figura 5.6 – Riqueza de espécies indígenas e exóticas de plantas vasculares de cada grupo com os subtipos de vegetação, de uma matriz de 57 espécies e 72 inventários, dados de 2015 e 2022, na Matela, ilha Terceira (Açores) 83
- Figura 5.7 – Localização do transepto, indicado a vermelho, utilizado para a recolha de dados dos artrópodes do solo, na metodologia de *Pitfall*, em 2022, na Matela, ilha Terceira, Açores. Fonte: Google Earth, 2023 86
- Figura 5.8 – Índices de Hill (H0 = Riqueza de Espécies; H1 = Expoente de Shannon-Wiener; H2 = Inverso de Simpson e H3 = Inverso de Berger-Parker) calculados através dos dados obtidos do grupo taxonómico dos artrópodes, nas armadilhas de queda (*Pitfall traps*), na Matela, ilha

Terceira (Açores), em 2002 e 2022	90
Figura 5.9 – Localização do transepto, indicado a vermelho, utilizado para a recolha de dados dos artrópodes da copa, na metodologia dos batimentos, em 2022, na Matela, ilha Terceira, Açores. Fonte: Google Earth, 2023	91
Figura 5.10 – Índices de Hill (H0 = Riqueza de Espécies; H1 = Expoente de Shannon-Wiener; H2 = Inverso de Simpson e H3 = Inverso de Berger-Parker) calculados através dos dados obtidos no grupo taxonómico dos artrópodes, nos batimentos, presentes nas copas de <i>Laurus azorica</i> , <i>Erica azorica</i> e <i>Juniperus brevifolia</i> , na Matela, ilha Terceira (Açores), em 1999 e 2022.....	96
Figura 5.11 – Índices de Hill (H0 = Riqueza de Espécies; H1 = Expoente de Shannon-Wiener; H2 = Inverso de Simpson e H3 = Inverso de Berger-Parker) calculados através dos dados obtidos no grupo taxonómico dos artrópodes, nos batimentos, presentes na copa de <i>Erica azorica</i> , na Matela, ilha Terceira (Açores), em 1999 e 2022	97
Figura 5.12 – Índices de Hill (H0 = Riqueza de Espécies; H1 = Expoente de Shannon-Wiener; H2 = Inverso de Simpson e H3 = Inverso de Berger-Parker) calculados através dos dados obtidos no grupo taxonómico dos artrópodes, nos batimentos, presentes na copa de <i>Juniperus brevifolia</i> , na Matela, ilha Terceira (Açores), em 1999 e 2022	98
Figura 5.13 – Índices de Hill (H0 = Riqueza de Espécies; H1 = Expoente de Shannon-Wiener; H2 = Inverso de Simpson e H3 = Inverso de Berger-Parker) calculados através dos dados obtidos no grupo taxonómico dos artrópodes, nos batimentos, presentes nas copas de <i>Laurus azorica</i> , na Matela, ilha Terceira (Açores), em 1999 e 2022	99
Figura 5.14 – Índice de Hill (H0 = Riqueza de Espécies; H1 = Expoente de Shannon-Wiener; H2 = Inverso de Simpson e H3 = Inverso de Berger-Parker) calculados através dos dados obtidos no grupo taxonómico dos artrópodes, nos batimentos, presentes nas copas de <i>Pittosporum undulatum</i> , na Matela, ilha Terceira (Açores), em 2022.....	99
Figura 5.15 – Localização da armadilha SLAM, utilizado para a recolha de dados dos artrópodes de interceção de voo, em 2022, na Matela, ilha Terceira, Açores. Fonte: Google Earth, 2023	100
Figura 5.16 – Índices de Hill (H0 = Riqueza de Espécies; H1 = Expoente de Shannon-Wiener; H2 = Inverso de Simpson e H3 = Inverso de Berger-Parker) calculados através dos dados obtidos no grupo taxonómico dos artrópodes, nas armadilhas de voo (<i>SLAM traps</i>) na Matela, ilha Terceira (Açores), em 2022	103
Figura 5.17 – Localização e distribuição dos pontos de observação utilizados para a recolha de dados no grupo taxonómico das aves, através do método do ponto de audição na Matela, ilha Terceira (Açores), em 2022. Fonte: Google Earth, 2023	106
Figura 5.18 – Índices de Hill (H0 = Riqueza de Espécies; H1 = Expoente de Shannon-Wiener; H2 = Inverso de Simpson e H3 = Inverso de Berger-Parker) calculados através dos dados obtidos no grupo taxonómico das aves, na Matela, ilha Terceira (Açores), em 2022	110
Figura 5.19 – Localização e distribuição das armadilhas fotográficas utilizadas para a recolha de dados no grupo taxonómico dos mamíferos, na Matela, ilha Terceira (Açores), em 2022. Fonte: Google Earth, 2023.....	112

Figura 5.20 – Índices de Hill (H_0 = Riqueza de Espécies; H_1 = Expoente de Shannon-Wiener; H_2 = Inverso de Simpson e H_3 = Inverso de Berger-Parker) calculados através dos dados obtidos no grupo taxonómico dos mamíferos, na Matela, ilha Terceira (Açores), em 2022..... 115

Figura 6.1 – Riqueza de espécies totais, indígenas e exóticas por cada um dos grupos taxonómicos em estudo (briófitos, plantas vasculares, artrópodes, aves e mamíferos) na Matela, ilha Terceira, em 2022..... 119

Figura 6.2 – Riqueza de totais, indígenas e exóticas por cada um dos grupos taxonómicos em estudo (briófitos, plantas vasculares, artrópodes, aves e mamíferos) na Matela, ilha Terceira, no passado e em 2022..... 123

Listagem de Quadros

Quadro 4.1 – Especificação das variáveis correspondentes aos dois conceitos centrais do estudo: biodiversidade e de áreas protegidas	47
Quadro 4.2 – Escala de cobertura de briófitos de Braun-Blanquet, com sete níveis, e a sua correspondência em percentagem (%).....	54
Quadro 4.3 – Classes Ordinais de Van der Maarel (1979), correlacionando a área de cobertura de uma planta com um valor transformado (OTV - <i>Ordinal Transform Values</i>).....	55
Quadro 5.1 – Riqueza de espécies referida para a Matela na bibliografia, por década, desde 1930 ao presente	63
Quadro 5.2 – Dados obtidos na recolha de dados dos briófitos, em 2022, na Matela, ilha Terceira (Açores) nomeadamente os habitats, os <i>quadrats</i> amostrados e os substratos recolhidos em cada <i>quadrat</i> (RU = rocha; TE = solo; HU = húmus; LI = matéria orgânica morta; EPa = epífitos dos 0 aos 50 cm; EPb = epífitos dos 50 aos 100 cm; EPc = epífitos dos 100 aos 200 cm; LF = epífilos).....	65
Quadro 5.3a – Lista de musgos identificados nos <i>microplots</i> de 10 cm x 5 cm recolhidos na Matela (ilha Terceira, Açores, Portugal) em 2022. A lista de <i>taxa</i> inclui indicação da Divisão, Classe, Ordem e Família, apresentadas por ordem alfabética, bem como o estatuto de colonização (col.) (END_EUR = endémico da Europa; END_MAC = endémico da Macaronésia; END_AZO = endémico dos Açores; NAT = nativo; INT = introduzido; IND = indeterminado) e o número total de <i>microplots</i> em que cada espécie está presente (71 <i>microplots</i> no total).....	65
Quadro 5.3b – Lista de hepáticas identificadas através nos <i>microplots</i> de 10 cm x 5 cm recolhidos na Matela (ilha Terceira, Açores, Portugal) em 2022. A lista de <i>taxa</i> inclui indicação da Divisão, Classe, Ordem e Família, apresentadas por ordem alfabética, bem como o estatuto de colonização (col.) (END_EUR = endémico da Europa; END_MAC = endémico da Macaronésia; END_AZO = endémico dos Açores; NAT = nativo; INT = introduzido; IND = indeterminado) e o número total de <i>microplots</i> em que cada espécie está presente (71 <i>microplots</i> no total)	67
Quadro 5.4 – Dados obtidos através da documentação analisada sobre investigações anteriores acerca do grupo taxonómico dos briófitos na Matela (ilha Terceira, Açores, Portugal)	69
Quadro 5.5 – Número de espécies indígenas de briófitos por cada classe de raridade de Rabinowitz.....	73
Quadro 5.6 – Lista das espécies indígenas de briófitos pelos critérios de raridade de Rabinowitz considerando os dados recolhidos na Matela, em 2022 (Col. – Estatuto de Colonização; END_AZO – Endémico dos Açores; END_MAC - Endémico da Macaronésia; END_EUR - Endémico da Europa; NAT – Nativo)	73
Quadro 5.7 – Riqueza de espécies dos três grandes grupos de plantas vasculares (Angio = angiospérmicas; Gimn = gimnospérmicas e P.V.S.S = plantas vasculares sem semente) total e por cada estatuto de colonização (END = endémica; NAT = nativa; INT = introduzida; INV = invasora) e as suas respetivas percentagens	76

Quadro 5.8 – Dados totais das plantas vasculares observadas/identificadas através das áreas de 5 m x 5 m na Matela, na ilha Terceira (Açores), em 2015 e 2022, incluindo a ordem e a família das espécies, o seu estatuto de colonização (END = endémico; NAT = nativo; INT = introduzido; INV = invasora), o número total de cada espécie obtida pelo número de áreas em que cada espécie está presente (72 áreas)	77
Quadro 5.9 – Lista de espécies e estatuto de colonização obtida através da bibliografia analisada (CMAH, 2007) compilando investigações anteriores acerca das plantas vasculares na Matela, ilha Terceira (Açores)	80
Quadro 5.10 – Número de espécies indígenas de plantas vasculares por cada classe de raridade de Rabinowitz.....	84
Quadro 5.11 – Lista das espécies indígenas de plantas vasculares pelos critérios de raridade de Rabinowitz considerando os dados recolhidos na Matela, em 2022 (Col. – Estatuto de Colonização; END – Endémico; NAT – Nativo)	84
Quadro 5.12 – Dados obtidos através das armadilhas de queda (<i>Pitfall traps</i>) dos artrópodes na Matela, ilha Terceira (Açores), em 2022, incluindo a ordem e a família de cada morfoespécie (MF), o seu nome científico, o seu estatuto de colonização (NAT = nativo; INT = introduzido; IND = indeterminado), o número de indivíduos observados/identificados por morfoespécie e o número e a percentagem total dos locais de presença (30 armadilhas), no Turquin (TUR) (15 armadilhas) e no Etilenoglicol (ET) (15 armadilhas).....	86
Quadro 5.13 – Dados obtidos através das armadilhas de queda (<i>Pitfall traps</i>) dos artrópodes na Matela, ilha Terceira (Açores), em 2002 e 2022, incluindo a morfoespécie (MF), o seu nome científico, o estatuto de colonização e o número de indivíduos observados/identificados por <i>taxa</i>	88
Quadro 5.14 – Dados obtidos sobre os artrópodes das copas através do método de batimentos na Matela, ilha Terceira (Açores), em 2022, incluindo a ordem e a família de cada espécie ou morfoespécie, o seu estatuto de colonização (END = endémico; NAT = nativo; INT = introduzido; IND = indeterminado), o número de indivíduos observados/identificados táxon, o número e a percentagem total dos locais de presença (40 árvores) e por cada espécie de árvore (10 indivíduos de cada espécie; ERI = <i>Erica azorica</i> ; JUN = <i>Juniperus brevifolia</i> ; LAU = <i>Laurus azorica</i> ; PIT = <i>Pittosporum undulatum</i>)	92
Quadro 5.15 – Dados obtidos sobre os artrópodes das copas das espécies <i>Erica azorica</i> , <i>Laurus azorica</i> e <i>Juniperus brevifolia</i> , através do método de batimentos na Matela, ilha Terceira (Açores), em 1999 e 2022, incluindo a morfoespécie (MF), o seu nome científico, o seu estatuto de colonização e o número de indivíduos observados/identificados por morfoespécie	94
Quadro 5.16 – Dados obtidos através das armadilhas de voo (<i>SLAM traps</i>) dos artrópodes na Matela, ilha Terceira (Açores), em 2022, incluindo a ordem e a família de cada morfoespécie, o seu nome científico, o seu estatuto de colonização (END = endémico; NAT = nativo; INT = introduzido; IND = indeterminado) e o número de indivíduos observados/identificados por morfoespécie	101
Quadro 5.17 – Número de espécies indígenas de artrópodes por cada classe de raridade de Rabinowitz.....	103

Quadro 5.18 – Lista das espécies indígenas de artrópodes pelos critérios de raridade de Rabinowitz considerando os dados recolhidos na Matela, em 2022 (Col. – Estatuto de Colonização; END – Endêmico; NAT – Nativo)	104
Quadro 5.19 – Dados do método do ponto de audição das aves na Matela, ilha Terceira (Açores), em 2022, incluindo a ordem e a família de cada espécie, o seu estatuto de colonização (END = endêmico; NAT = nativo; INT = introduzido), o número e a percentagem dos locais de presença (25 locais) e o número de indivíduos observados/identificados por espécie	106
Quadro 5.20 – Dados das armadilhas fotográficas das aves observadas na Matela, ilha Terceira (Açores), em 2022, incluindo a ordem e a família das espécies, o seu estatuto de colonização (END = endêmico; NAT = nativo), o número de fotografias totais, o número e a percentagem dos locais de presença (30 locais) e o número de indivíduos por espécie calculado através do índice de abundância relativa (RAI)	107
Quadro 5.21 – Dados totais das aves observadas/identificadas na Matela, ilha Terceira (Açores), em 2022, incluindo a ordem e a família das espécies, o seu estatuto de colonização (END = endêmico; NAT = nativo; INT = introduzido) e o número de indivíduos por espécie	108
Quadro 5.22 – Dados obtidos através da bibliografia analisada sobre investigações anteriores sobre as aves na Matela, ilha Terceira (Açores), com indicação do nome científico das espécies, o seu estatuto de colonização (END = endêmico; NAT = nativo; INT = introduzido; IND = indeterminado; MO = migrante ocasional) e a referência bibliográfica onde cada uma foi referida	109
Quadro 5.23 – Número de espécies indígenas de aves por cada classe de raridade de Rabinowitz	111
Quadro 5.24 – Lista das espécies indígenas de aves pelos critérios de raridade de Rabinowitz considerando os dados recolhidos na Matela, em 2022 (Col. – Estatuto de Colonização; END – Endêmico; NAT – Nativo)	111
Quadro 5.25 – Dados das armadilhas fotográficas dos mamíferos na Matela, ilha Terceira (Açores), em 2022, incluindo a ordem e a família das espécies, o seu estatuto de colonização (INT = introduzido), o número e a percentagem dos locais de presença (30 locais), o número de fotografias totais e o número de indivíduos por espécie calculado através do índice de abundância relativa (RAI)	113
Quadro 5.26 – Dados totais dos mamíferos observadas/identificadas na Matela, ilha Terceira (Açores), em 2022, incluindo a ordem e a família das espécies, o seu estatuto de colonização (END = endêmico; INT = introduzido) e o número de indivíduos por espécie	113
Quadro 5.27 – Dados totais dos mamíferos observadas/identificadas na Matela, ilha Terceira (Açores), em 2022, incluindo a ordem e a família das espécies, o seu estatuto de colonização (END = endêmico; INT = introduzido) e o número de indivíduos por espécie	114
Quadro 5.28 – Número de espécies indígenas de mamíferos por cada classe de raridade de Rabinowitz	115

Listagem de Abreviaturas

- CDB – Convenção sobre a Diversidade Biológica
- CMAH – Câmara Municipal de Angra do Heroísmo
- GBIF – *Global Biodiversity Information Facility*
- ICN – *International Code of Nomenclature*
- INCA – *Integrated Natural Capital Accounting*
- IUCN – *International Union for Conservation of Nature*

INTRODUÇÃO

Os Açores são considerados uma das regiões mais ricas em organismos vivos da Europa (Borges *et al.*, 2010), integrando o *hotspot* de biodiversidade do Mediterrâneo (Myers *et al.*, 2000). No entanto, existem muitos locais nos Açores que, devido a diferentes factores, incluindo uma má gestão e conservação dos ecossistemas, alterações do solo, mudanças climáticas e alterações biológicas, poderão sofrer o desaparecimento de uma parte importante da biodiversidade, ainda durante este século.

Entre as principais ameaças à biodiversidade contam-se as invasões biológicas, as alterações climáticas, a degradação e perda de habitat, a sobreexploração de recursos e a poluição (Bellard *et al.*, 2022). Todas afectam as espécies indígenas dos Açores, mas as invasões biológicas são uma ameaça particularmente relevante na Macaronésia (Silva *et al.*, 2008) e noutras ilhas situadas no oceano Atlântico (Kueffer *et al.*, 2010).

A necessidade de lidar com a introdução e a invasão de espécies em áreas onde antes da globalização não existiam, resultou em diversas tentativas de desenvolver uma compreensão quantitativa dos princípios básicos da introdução e do estabelecimento das espécies. Entre estes princípios, o mais conhecido e aplicado é a “Regra dos Dez” (Jarić & Cvijanović, 2012; Williamson, 1996). Esta regra pode ser aplicada a vários grupos taxonómicos, incluindo vertebrados, artrópodes e plantas (Williamson, 1996) e afirma que aproximadamente 10% das espécies introduzidas serão naturalizadas, e 10% destas se tornarão nocivas (Silva *et al.*, 2008). Este valor é apenas uma orientação e é comum que as taxas de transição variem entre 5-20% (Silva *et al.*, 2008; Williamson, 1996). O conhecimento desta regra pode ser útil por diversos motivos: (i) é conveniente ter uma medida para conseguir observar se uma determinada classe de invasores é bem-sucedida ou não e (ii) é importante aprofundar a compreensão da biologia das invasões, levando à tomada de medidas apropriadas para minimizar e/ou mitigar as consequências negativas provocadas por espécies exóticas invasoras (Williamson, 1996).

De modo a minimizar os riscos associados à perda de biodiversidade, têm-se implementado em diversas regiões do planeta áreas dedicadas à salvaguarda desse património. As áreas protegidas estão no centro dos compromissos mundiais com a sustentabilidade, como forma de preservar as espécies, em benefício das gerações presentes e futuras (Gaston *et al.*, 2008; Mulongoy & Chape, 2004). Foram criadas para conservar ecossistemas de reconhecido valor, tanto ao nível da fauna como da flora, incluindo habitats de elevada raridade e integridade (Gomes, 2018). Estas áreas ainda representam lares para muitas comunidades humanas, são amortecedores naturais das alterações climáticas, reservatórios genéticos, cumprindo muitas

outras funções (Mulongoy & Chape, 2004; Pereira *et al.*, 2009).

Existem recomendações mundiais, muito reiteradas, de que as áreas protegidas devem cobrir 10% ou 12% da superfície de um país (Gaston *et al.*, 2008). Mais recentemente estão a ser feitos esforços para aumentar esta percentagem de áreas protegidas, como o recentemente proposto “Projeto Meia-Terra” (Wilson, 2016), que pretende minimizar a intervenção humana em vastas áreas do planeta, de modo a garantir a preservação das espécies. A própria Estratégia de Biodiversidade da União Europeia para 2030, tem como objectivo principal “transformar pelo menos 30 % das terras e dos mares da Europa em áreas protegidas geridas de forma eficaz”, complementando as zonas da Rede Natura 2000 (Comissão Europeia [C-EU], 2020).

Em todo o mundo, mas especialmente em ilhas, o equilíbrio entre os objetivos de preservação da biodiversidade e as necessidades de progresso das atividades humanas é muito desafiador (Vergílio *et al.*, 2017). Por exemplo, algumas espécies insulares desenvolvem-se em áreas objectivamente muito restritas e tornando-se especialmente vulneráveis às ameaças anteriormente referidas, nomeadamente a propagação das espécies invasoras (Hortal *et al.*, 2010; Lourenço *et al.*, 2011), a fragmentação dos habitats (Vergílio *et al.*, 2017) ou as alterações climáticas (Ferreira *et al.*, 2016; Patiño *et al.*, 2016).

A conservação da natureza foi reconhecida pelo governo, nos Açores, por meio do estabelecimento de áreas protegidas para fins de preservação desde o início da década de 1980 (Borges *et al.*, 2009). As áreas protegidas dos Açores englobam os habitats terrestres mais importantes, das zonas costeiras até às zonas de montanha, incluindo um número considerável de habitats, desde os matos costeiros até ao zimbral e à floresta Laurissilva (Cardoso *et al.*, 2008). Para facilitar a gestão, a administração regional decidiu reclassificar as áreas protegidas na rede de áreas protegidas dos Açores (Gomes, 2018). A Rede de Áreas Protegidas dos Açores integra três tipos de unidades de gestão: Parque Natural de ilha, Parque Marinho dos Açores e Áreas protegidas de importância local (Direção Regional do Ambiente [DRAM], 2020). No âmbito da criação dos Parques Naturais de Ilha são protegidas 124 áreas (19 Reservas Naturais, 11 Monumentos Naturais, 48 Áreas Protegidas para a Gestão de Habitats ou Espécies, 16 Áreas de Paisagem Protegida e 30 Áreas Protegida para a Gestão de Recursos), que no seu conjunto totalizam 180.374 ha, sendo 56.219 ha área terrestre e 124.155 ha área marinha (DRA, 2020). Na ilha Terceira, as áreas terrestres protegidas ocupam 8.561,11 ha (21,37% do território) (DRA, 2020).

Os nove Parques Naturais de Ilha (um por ilha) têm como objetivo operacionalizar a gestão da Rede de Áreas Protegidas e foram criados por diplomas legais independentes e publicados entre 2008 e 2011 (Gomes, 2018).

De acordo com o Decreto Legislativo Regional 11/2011/A, de 20 de abril, o Parque Natural da Terceira constitui uma unidade coerente e integrada, regulada por objetivos de gestão e conservação que contempla os espaços com particulares aptidões para a conservação da natureza, da paisagem e dos recursos naturais, assente em critérios científicos de classificação, delimitados por orientações internacionais, nacionais, regionais e locais. Neste sentido, o Parque Natural da Ilha Terceira, atualmente, é constituído por 20 áreas protegidas (Anexo 1) e inclui três reservas naturais, dois monumentos naturais, sete áreas protegidas para a gestão de habitats ou espécies, uma área de paisagem protegida e sete áreas protegidas de gestão de recursos (Decreto Legislativo Regional n.º 11/2011/A, de 20 de Abril).

Em 2011, a Matela é classificada como área protegida para a gestão de habitats ou espécies, no Parque Natural da ilha Terceira, graças aos valores naturais em presença, os elevados índices de biodiversidade e a representatividade ao nível da flora (Decreto Legislativo Regional n.º 11/2011/A, de 20 de Abril). A Matela localiza-se sobre uma antiga escoada lávica onde se desenvolveu uma importante comunidade natural (Câmara Municipal de Angra do Heroísmo [CMAH], 2007). A falta de um terreno evoluído nestas formações rochosas impediu que as pessoas desenvolvessem arroteias e, portanto, a exploração agrícola e pecuária (CMAH, 2007).

Borges *et al.* (2005), ao fazerem uma classificação das áreas protegidas nos Açores através de uma amostragem padronizada de artrópodes epígeos do solo indicam que a Matela é uma área importante, embora, à época, fosse uma das áreas naturais mais perturbadas dos Açores. O fragmento de vegetação natural da Matela foi identificado com um elevado número de espécies introduzidas, possivelmente por ser uma zona de baixa altitude, localizada perto de pastagens e por ser um pequeno fragmento de vegetação natural, com baixo índice de circularidade, sendo atravessado por vias de comunicação (Borges *et al.*, 2006). Estas condições poderão implicar graves consequências para a conservação da biodiversidade (Borges *et al.*, 2005).

A Matela deve ser monitorizada, porque forma um refúgio, de grande biodiversidade, que poderá eventualmente ajudar a recolonizar as áreas vizinhas (Gabriel, 1994). A Matela constitui um verdadeiro “hotspot” de espécies, com uma grande riqueza específica para briófitos, incluindo espécies ameaçadas a nível mundial, como por exemplo o musgo *Echinodium renauldii* (Cardot) Broth. (Gabriel, 1994).

Apesar de haver diversos estudos que comprovam o elevado valor patrimonial natural desta Área Protegida para a Gestão de Habitats ou Espécies, a Matela é geralmente pouco conhecida pela população, o que agrava a dificuldade de gestão eficiente e eficaz do território.

De facto, dois inquéritos por questionário aplicados a residentes da Terceira, o primeiro em 2011 (Leal, 2011) e o segundo em 2022 (Gabriel *et al.*, 2023), revelaram que menos de 0,5% dos inquiridos referiram espontaneamente a Matela como um dos locais naturais da ilha.

Em face do exposto, esta dissertação pretende não só contribuir para a caracterização biológica de uma pequena área natural protegida nos Açores, mas também possibilitar inferências para a questão mais global da conservação da natureza. Espera-se que os dados gerados por este estudo permitam, por um lado, orientar medidas de gestão e conservação da natureza na Matela e, por outro, fornecer novos dados e novas informações que, provavelmente, não foram publicadas ou estudadas anteriormente, de forma a dar a conhecer às entidades gestoras e à população o potencial natural da Matela.

Neste trabalho, pretende-se avaliar o estado de conservação da Área Protegida para a Gestão de Habitats ou Espécies da Matela, adiante designada Matela, através de um estudo sobre a biodiversidade do local. Deste modo, procura-se estudar e analisar cinco grupos taxonómicos, três do reino Animalia (artrópodes, aves e mamíferos) e dois do reino Plantae (briófitos e plantas vasculares) e avaliar a sua alteração desde que há registos (1930-2020), em particular analisando alterações que podem ser atribuídas ao aumento da cobertura de espécies invasoras. Para tal, recorreu-se a informação bibliográfica publicada, a estudos não publicados e a colecções depositadas na Universidade dos Açores, que serviram de base ao inventário de campo produzido em 2022. Posto isto, e tendo por base todas as informações recolhidas ao longo do estudo, procura-se perceber o estado de conservação da Matela e quais as medidas poderiam melhorar a gestão e conservação deste local. Refere-se que o estudo destes cinco grupos taxonómicos só é possível pelo facto de a área em estudo ser pequena e assim ser exequível a recolha e análise dos dados.

Esta tese enquadra-se no mestrado em Gestão e Conservação da Natureza, tendo como objetivo a inventariação, a caracterização e uma melhor avaliação de uma pequena parte do Património Natural da ilha Terceira. A escolha deste tema prende-se essencialmente em dois fatores: um de nível pessoal, devido à preferência pela área da gestão e conservação da natureza e outro de nível profissional, uma vez que se considera fundamental a necessidade de realização de estudos que demonstrem à população/comunidade científica, os cuidados e as medidas que deverão ser tidas em consideração, com vista à preservação desta área protegida, uma relíquia da floresta natural primitiva de média altitude.

Objetivos e perguntas de investigação

Este estudo tem cinco objetivos principais, organizados em dois grupos:

Objetivos de caracterização biológica da Matela:

- (i) Compilar a listagem das espécies de vários grupos taxonómicos vegetais (briófitos e plantas vasculares) e animais (artrópodes, aves, mamíferos), com base na literatura publicada, bases de dados georreferenciadas, coleções depositadas na Universidade dos Açores e relatórios científicos de estudos não publicados;
- (ii) Realizar inventários de campo durante o ano de 2022, replicando quando possível os protocolos descritos na literatura para os vários grupos taxonómicos, ou aperfeiçoando-os, de modo a garantir uma boa representatividade de espécies-alvo.

Objetivos de avaliação do estado de conservação da Matela:

- (iii) Comparar os dados de diversidade obtidos entre os inventários históricos e os do ano de 2022;
- (iv) Identificar os fatores de risco em curso na Matela, reconhecendo igualmente potenciais declínios de espécies nativas e endémicas dos Açores;
- (v) Avaliar a necessidade de intervenção da Matela consoante a gravidade do estado de conservação do local.

Espera-se que o conhecimento produzido neste estudo venha a ter um impacto positivo na salvaguarda da biodiversidade da Matela, uma área protegida para a gestão de habitats ou espécies do Parque Natural da Terceira. É neste contexto que as perguntas de investigação deste estudo são:

P1. Quais são as espécies dos vários grupos taxonómicos e estatutos de colonização, incluindo plantas (briófitos e plantas vasculares) e animais (artrópodes, aves e mamíferos), que se encontram atualmente presentes na Matela? Qual a sua abundância?

P2. Quais destas espécies já tinham sido identificadas no local de estudo? Que alterações houve nos últimos anos em relação à sua presença, riqueza e abundância?

P3. Quais são as espécies raras, com base nos critérios de Rabinowitz (1981), existentes na Matela em 2022? Qual é a proporção de espécies classificadas como vulneráveis ou ameaçadas pela IUCN na Matela em comparação com a ilha Terceira? E com os Açores?

P4. Quais os efeitos/consequências do avanço das espécies exóticas invasoras de plantas vasculares sobre as espécies nativas e endémicas de outros grupos taxonómicos?

P5. Quais os efeitos/consequências da presença de espécies de mamíferos exóticos

sobre as espécies nativas e endémicas de outros grupos taxonómicos?

P6. Que estatuto de conservação terá a Matela em função da caracterização da biodiversidade? Que implicações daí decorrem? Que características condicionam o estado de conservação da Matela?

Roteiro do estudo

Esta dissertação desenvolve-se em sete capítulos. Os primeiros três capítulos constituem a contextualização da tese, aos quais se segue um capítulo metodológico, um de resultados e um de discussão. A dissertação conclui com uma secção de conclusões e recomendações, uma listagem bibliográfica e vários apêndices e anexos.

O primeiro capítulo procura enquadrar a biodiversidade nas suas várias dimensões. Além do conceito, abordam-se também as suas funções e importância nos ecossistemas, incluindo uma aproximação possível à sua quantificação. Neste capítulo são ainda apresentados alguns dos grupos taxonómicos mais ricos dos Açores e o estatuto de colonização.

O segundo capítulo descreve o processo de erosão da biodiversidade, a partir de alterações do território, climáticas e biológicas.

O terceiro capítulo apresenta aspetos que englobam a conservação da biodiversidade e a importância das áreas protegidas.

A metodologia de trabalho é apresentada no quarto capítulo, e integra a caracterização e o enquadramento da área de estudo, o modo como foi realizada a pesquisa documental, os protocolos de inventariação dos cinco grupos taxonómicos em estudo e por fim indicação e descrição das análises de dados (diversidade, raridade e análise temporal) realizadas neste trabalho.

Os resultados são apresentados no quinto capítulo, organizados por grupo taxonómico, de modo a fornecer informação acerca da composição, passada e presente, das espécies, diversidade alfa e estado de vulnerabilidade e raridade das espécies.

A discussão dos resultados é introduzida no sexto capítulo, organizada a partir das seis perguntas de investigação deste estudo.

Por fim, há ainda uma secção onde se condensam as principais conclusões e recomendações. Sete apêndices e um anexo podem ser encontrados no final da dissertação para complementar e auxiliar algumas informações dadas ao longo da tese.

CAPÍTULO I - O QUE SE ENTENDE POR BIODIVERSIDADE

1.1. Espécies e diversidade biológica

1.1.1. Espécies – diferentes entendimentos

O conceito de espécie é objeto de controvérsia há muito tempo e não existe uma única definição completamente satisfatória para todos os contextos e áreas de estudo (Lévêque & Mounolou, 2004).

Antes de Lineu havia um entendimento de espécie baseado na morfologia dos seres vivos, “conceito morfológico de espécie”, que utilizava características como o tamanho, a cor e a estrutura anatómica para as distinguir. No século XVIII, Lineu formalizou o “conceito biológico de espécie”, definindo uma espécie por comparação a um único tipo (holótipo), ou seja, uma espécie constituiria a soma de todos os indivíduos idênticos entre si e ao seu “tipo” (Lévêque & Mounolou, 2004), resultando em populações naturais, capazes de se reproduzir e produzir descendência fértil. Já no século XX, vários autores propuseram um “conceito filogenético de espécie”, em que as espécies são entendidas como grupos de populações naturais que compartilham um ancestral comum, com fluxo de genes próprio”, tornando central a história evolutiva dos representantes da espécie (Maurer & McGill, 2011). Outras abordagens trazem o “conceito ecológico de espécie”, que acentua o papel dos organismos nos ecossistemas, representando a espécie um “grupo de organismos que compartilham o mesmo nicho ecológico e desempenham funções semelhantes nos ecossistemas” (Mayr, 2000).

Cada uma das definições de espécie cumpre objetivos distintos e pode ter mais ou menos interesse conforme o campo de estudo em que nos integramos. Neste trabalho, aceita-se que uma espécie representa uma linhagem genética distinta de organismos, que interagem entre si e com o ambiente de maneira semelhante, sendo geralmente reprodutivamente compatíveis.

Estão descritas mais de 1.5 milhões de espécies na Terra, embora este valor possa corresponder a menos de 10% do número total de espécies no planeta (Larsen *et al.*, 2017). Esta enorme diversidade impõe a necessidade da sua catalogação. A taxonomia é a disciplina científica que identifica, nomeia e descreve os seres vivos; tem como objetivo a classificação das espécies de modo a traduzir a filogenia evolutiva, em que os grupos biológicos estão sucessivamente incluídos em conjuntos mais vastos, que não se sobrepõem (Lévêque, 2001). O ICN (*International Code of Nomenclature*) reconhece sete categorias taxonómicas principais, com sufixos obrigatórios entre as categorias de subtribo e de ordem (Lévêque, 2001). A categoria mais abrangente é o Domínio, seguindo-se, respetivamente, a Divisão (ex. plantas,

fungos) ou Filo (animais), a Classe, a Ordem, a Família, o Género e por última Espécie (Lévêque, 2001). Cada espécie é identificada por dois nomes, o primeiro repetindo o nome do género, e o segundo, o restritivo ou epíteto específico, que identifica de modo único cada espécie, seguido do nome do autor(es) que a descreveram ou actualizaram a descrição, por exemplo no caso do Reino Vegetal, e dos autores que a descreveram bem como a data da primeira descrição, no caso do Reino Animal (Lévêque, 2001).

1.1.2. Biodiversidade – funções e importância

O termo “biodiversidade” é um neologismo, que começou a ser utilizado por Walter G. Rosen durante a organização do “*The National Forum on BioDiversity*”, realizada em Washington, DC, em 1986 (Maclaurin & Sterelny, 2008; Sarkar, 2002). O novo termo foi usado como uma abreviatura da expressão “diversidade biológica” para facilitar a comunicação entre os organizadores do evento (Sarkar, 2002). Com o tempo, o termo popularizou-se, e em 1988, Edward O. Wilson utilizou este neologismo como título de um dos seus livros (Wilson, 1988).

Presentemente, utiliza-se a definição proposta pela Convenção Sobre a Diversidade Biológica (Convenção sobre a Diversidade Biológica [CDB], 1993), no artigo nº. 2, que definiu diversidade biológica como:

“a variabilidade entre os organismos vivos de todas as fontes, incluindo, entre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos dos quais fazem parte; isto inclui a diversidade dentro das espécies, entre espécies e de ecossistemas.” (CDB, 1993, p. 4).

A biodiversidade tem um valor intrínseco porque faz parte do mundo natural, e a conservação das espécies, dos recursos genéticos e dos ecossistemas é essencial para a manutenção dos processos ecológicos naturais (Alho, 2008). Para além disso, a biodiversidade presta-nos uma série de serviços e disserviços ecológicos, o que implica valores económicos, estéticos e recreativos, que representam diversas razões de interesse humano (Alho, 2008).

A biodiversidade das ilhas é naturalmente restrita a limites geográficos estreitos (Vitousek *et al.*, 2013). As populações, comunidades e ecossistemas insulares são entidades autossuficientes que contêm os processos, propriedades e interações fundamentais dos sistemas ecológicos, no entanto muitas vezes fazem-no de formas mais simples, sem a complexidade da maioria dos sistemas continentais (Vitousek *et al.*, 2013).

As ilhas encontram-se possivelmente numa condição de desequilíbrio como efeito das dificuldades de dispersão impostas pelo isolamento do arquipélago, que são muito superiores às capacidades de dispersão de uma vasta gama de táxons, das mudanças do ambiente do Pleistoceno, da influência destrutiva da atividade vulcânica e, mais recentemente, do impacto

das atividades humanas (Borges *et al.*, 2009).

As ilhas dos Açores são conhecidas pela sua biodiversidade única (Borges *et al.*, 2018; Myers *et al.*, 2000). Se se tiver em conta que mais de 80% do uso do solo atual dos Açores inclui habitats criados pelo ser humano ou habitats seminaturais muito modificados, pode-se considerar que a biodiversidade nativa dos Açores está reduzida a uma pequena fração do território (Gabriel *et al.*, 2007).

A diversidade biológica suporta a população humana de várias maneiras. Estes benefícios têm sido reconhecidos ao longo da história, uma vez que os seres humanos sempre dependeram da natureza para obter recursos. Recentemente esta noção foi transposta para a expressão “serviços dos ecossistemas”, que ganhou popularidade no século XXI (*Millenium Ecosystem Assessment* [MEA], 2005; Tallis & Kareiva, 2005). De assinalar que os serviços dos ecossistemas são coproduzidos pelas interações entre os ecossistemas e as sociedades (Balvanera *et al.*, 2017).

Os serviços dos ecossistemas foram definidos pela equipa portuguesa do *Millenium Ecosystem Assessment* (MEA, 2005; Pereira *et al.*, 2009) como:

“...os benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas. Estes incluem os serviços de produção como alimentos e água; serviços de regulação como regulação de cheias, secas e de doenças; serviços de suporte como a formação dos solos e os ciclos de nutrientes e serviços culturais como o recreio, o valor espiritual, o valor religioso e outros benefícios não materiais.” (Pereira *et al.*, 2009, p. 22).

Mais recentemente, a Comunidade Europeia (C-EU, 2021) foca apenas os três primeiros tipos de serviço (aprovisionamento, regulação e culturais), integrando os serviços de suporte entre os de regulação. Esta visão está refletida na classificação de serviços de ecossistemas do CICES - *Common International Classification of Ecosystem Services* (Haines-Young, 2023). Existem muitos outros exemplos de serviços dos ecossistemas, por exemplo:

- Serviços de aprovisionamento: alimentos, água, combustível, fibras, madeira;
- Serviços de regulação ecológica: prevenção da erosão do solo, controlo de inundações, polinização de culturas, sequestro de carbono, purificação da água;
- Serviços culturais: recreação, valor espiritual, sentido de lugar
- Serviços de suporte: como a formação do solo, a reciclagem de nutrientes, a produção primária a partir da fotossíntese, entre outros (Brauman & Daily, 2008; Magurran, 2005).

De acordo com o relatório final da Fase II do projeto INCA, criado com o objetivo de desenvolver um sistema piloto apreciar o valor dos ecossistemas para a União Europeia, diferentes ecossistemas contribuem de forma diferente para diferentes serviços (Haines-Young,

2023). Em 2012, no território da União Europeia (28 países) o valor económico médio dos diferentes serviços dos ecossistemas era cerca de 39.150,00 Euros / km², destacando-se as florestas e bosques em serviços de aprovisionamento de madeira, sequestro de carbono, controle de cheias, purificação da água e recreação entre outros (Haines-Young, 2023).

1.1.3. Como estimar a biodiversidade?

1.1.3.1. Riqueza e abundância de espécies

Conhecer a diversidade biológica dos ecossistemas é importante por diferentes razões, destacando-se de um modo especial a sua utilidade em biologia da conservação e a avaliação ambiental (Barros, 2007). As medidas de diversidade de espécies são geralmente úteis para comparar áreas diferentes (ex. zonas húmidas da Europa), ou, ainda, para comparar a mesma área ao longo do tempo, sendo fundamentais para a monitorização e a conservação da natureza (Barros, 2007).

A diversidade de espécies é difícil de definir e de medir (Hamilton, 2005), não havendo consenso sobre quais os índices adequados e informativos (Morris *et al.*, 2014). A métrica mais simples para estimar a biodiversidade de um determinado local, área geográfica ou amostra, é a riqueza de espécies (S) (Morris *et al.*, 2014). A riqueza refere-se ao número total de espécies diferentes no contexto do estudo; é considerada um bom indicador, porque pode ser correlacionada com muitas medidas de diversidade ecológica, chegando a funcionar melhor do que outros índices mais complexos (Sarkar, 2002).

Numa região com vários habitats, podem distinguir-se três tipos de diversidade: alfa (α), beta (β) e gama (γ) (Whittaker, 1972). A diversidade α corresponde à diversidade dentro de uma comunidade ou habitat, e resulta do número de espécies e da sua importância relativa; a diversidade γ corresponde à diversidade total de uma paisagem ou área geográfica, resultando da diversidade α das comunidades que a integram, enquanto a diversidade β corresponde à variação de espécies entre diferentes comunidades ou locais de uma determinada região geográfica, medindo o grau de alteração na composição de espécies à medida que se percorre a região ou gradiente ambiental (Barros, 2007; Whittaker, 1972).

A abundância de espécies é um conceito importante para a definição de diversidade, estando a abundância proporcional de espécies incorporada em vários índices (Morris *et al.*, 2014). O mais simples desses índices foi proposto por Berger e Parker e relata a abundância proporcional apenas das espécies mais abundantes na população (Morris *et al.*, 2014).

Houve inúmeras tentativas de criação de índices compostos que combinam medidas de riqueza e abundância (Morris *et al.*, 2014). Os índices baseados nas abundâncias proporcionais

das espécies são as medidas de diversidade mais utilizadas em ecologia (Barros, 2007). Dentro destes índices estão os de diversidade de Shannon-Wiener (H') e de diversidade de Simpson ($D1$), que diferem na sua fundamentação teórica e interpretação (Morris *et al.*, 2014).

O índice mais utilizado é Shannon-Wiener (H'), que dá maior peso às espécies raras (Barros, 2007). O índice H' , de acordo com Morris *et al.* (2014), representa a incerteza sobre a identidade de um indivíduo desconhecido. Num ecossistema altamente diversificado, um indivíduo desconhecido pode pertencer a qualquer espécie e desta forma levar a uma alta incerteza nas previsões da sua identidade (Morris *et al.*, 2014). O índice de Simpson (D) dá mais peso às espécies comuns e representa a probabilidade de dois indivíduos escolhidos aleatoriamente pertencerem à mesma espécie (Barros, 2007). Uma vez que quando D aumenta a diversidade diminui, para converter essa probabilidade a uma medida de diversidade, o índice é expresso como $1/D$ (Barros, 2007). Outro índice foi proposto por Berger e Parker e tem uma relação analítica com a série geométrica do modelo de abundância das espécies e contém a abundância proporcional apenas das espécies mais abundantes na comunidade (Morris *et al.*, 2014).

1.1.3.2. Raridade e vulnerabilidade de espécies

As espécies raras são elementos importantes dentro de uma comunidade ecológica, uma vez que dão contribuições significativas para as funções e processos dos ecossistemas (White *et al.*, 2023). O conceito de raridade tem várias definições de uso comum, mas no vocabulário da biologia da conservação, a raridade das espécies é fortemente baseada na sua distribuição e abundância (Flather & Sieg, 2007), ajudando a direcionar esforços de conservação da natureza (Barros, 2007).

Há muito tempo que se reconhece que populações abaixo de uma densidade ou número crítico de indivíduos enfrentam um maior risco de extinção, seja devido a variações demográficas ou falhas reprodutivas (Vermeij & Grosberg, 2017). Além disso, a simplificação genética que muitas vezes acompanha o declínio populacional severo pode reduzir a capacidade de uma espécie se adaptar às mudanças nas condições ambientais, levando a taxas mais altas de depressão por endogamia (Flather & Sieg, 2007).

Deborah Rabinowitz (1981) utilizou três critérios para discriminar se uma espécie é rara: distribuição geográfica, especificidade do habitat e tamanho da população local, ou seja, a abundância (Işik, 2011; Rabinowitz, 1981). Ao cruzar dois níveis para cada uma das três critérios obtém-se um quadro com oito células, sete das quais incluem espécies consideradas raras pelo menos numa dimensão. A oitava célula reúne as espécies que têm uma ampla distribuição, apresentam capacidade de ocupação de vários habitats e são, pelo menos localmente

abundantes (Rabinowitz, 1981). A discriminação da raridade em diferentes categorias proposta por Rabinowitz, permite perceber melhor as razões que condicionam os factores de risco, levando à conceptualização da implementação de programas de recuperação mais adequados a cada espécie. Este conceito também ajuda a compreender melhor a raridade como um fenómeno biológico, próprio de algumas espécies; por exemplo, espécies endémicas de uma área restrita, podem ser abundantes nesse local, mas devem ser consideradas raras a nível de distribuição geográfica – seria o caso da espécie *Erica azorica* nos Açores, por exemplo.

Inúmeras espécies raras apresentam uma ou mais das seguintes características: (i) uma distribuição geográfica estreita (ou única); (ii) apenas uma ou algumas populações restantes, (iii) mostram pequenas manchas de população e pouca variabilidade genética; (iv) sujeitas a sobreexploração; (v) exibem tamanhos populacionais em declínio; (vi) têm baixa capacidade reprodutiva; (vii) apresentam demandas de nicho especializadas; (viii) crescem em ambientes estáveis e quase constantes (Işik, 2011).

Todos esses atributos, sozinhos ou combinados, tornam as espécies propensas à extinção, havendo uma relação elevada entre raridade e vulnerabilidade. Assim, outra forma de inferir a raridade de uma espécie é apreciar o seu risco de extinção. A IUCN – “*International Union for Conservation of Nature*” utiliza cinco critérios para avaliar a probabilidade de uma espécie se extinguir: Critério A - Redução do tamanho da população; Critério B - Extensão de ocorrência; Critério C - População decrescente; Critério D - População muito pequena; e Critério E - Probabilidade de extinção (IUCN, 2022). Com base num destes critérios, ou em combinações deles, é possível classificar uma espécie numa das 11 categorias IUCN. As categorias estabelecidas pela IUCN são:

- Extinta (EX) – quando não há dúvida razoável de que o último indivíduo morreu;
- Extinta na natureza (EW) – quando a espécie sobrevive apenas em condições de cultivo, em cativeiro ou como uma população (ou populações) naturalizada, longe do espaço geográfico que ocupava no passado;
- Regionalmente extinta (RE) – sempre que não haja dúvidas de que o último indivíduo morreu ou desapareceu da natureza na região de estudo;
- Em perigo crítico (CR) – a espécie enfrenta um risco extremamente alto de extinção na natureza;
- Em perigo (EN) – a espécie enfrenta um risco muito alto de extinção na natureza;
- Vulnerável (VU) – a espécie é considerada em alto risco de extinção na natureza;
- Quase ameaçada (NT) – sempre que uma espécie tenha sido avaliada pelos critérios da IUCN e não se qualifique em nenhuma das categorias anteriores,

embora esteja perto de se qualificar ou provavelmente se qualificará para uma categoria ameaçada num futuro próximo;

- Pouco preocupante (LC) – sempre que uma espécie tenha sido avaliada pelos critérios da IUCN e não se qualifique em nenhuma das outras categorias;
- Informação insuficiente (DD) – quando há informações inadequadas para fazer uma avaliação direta ou indireta do risco de extinção da espécie, com base na sua distribuição
- Não aplicável (NA) – quando numa dada região, a espécie não está dentro dos limites da sua área de distribuição natural ou não ocorre como uma comunidade selvagem;
- Não avaliada (NE) - quando a espécie ainda não foi avaliada pelos critérios da IUCN.

Estas categorias são úteis como ferramenta de diagnóstico para determinar o risco de extinção e estabelecer estratégias de conservação para as espécies envolvidas (Işık, 2011). A ciência da conservação preocupou-se em identificar as espécies em risco e concentrar os esforços de conservação naquelas com maior probabilidade de serem perdidas no *pool* de espécies (Flather & Sieg, 2007).

1.2. Flora e fauna dos Açores: breve apresentação

O conhecimento da biodiversidade dos Açores começou desde o seu povoamento, no século XIV. Os registos conhecidos mais antigos remontam aos trabalhos de Gaspar Frutuoso, no século XVI (Frutuoso, 1977-1987). No século XIX e início do século XX, o arquipélago dos Açores foi menos visitado por expedições científicas do que a Madeira ou as Canárias (Rego *et al.*, 2015). No entanto, a Universidade nos Açores, fundada em 1976, proporcionou o estabelecimento de investigadores na Região, levando a um aumento do interesse pela fauna e flora açorianas (Rego *et al.*, 2015), que se tem manifestado através do aumento de publicações sobre biogeografia, ecologia, botânica, zoologia, incluindo entomologia aplicada, bioespeleologia e sistemática da biodiversidade dos Açores.

1.2.1. Estatuto de colonização das espécies

Quando se analisa a biodiversidade de uma região, podem reconhecer-se espécies indígenas, que incluem aquelas que colonizaram a área pelos seus próprios meios, e as espécies introduzidas por seres humanos (Silva *et al.*, 2010). O "estatuto de colonização" de uma espécie refere-se à sua condição ou situação atual em relação a um local. Este termo permite descrever

se uma espécie específica se estabeleceu com sucesso numa nova área ou ecossistema, seja pelos seus próprios meios de dispersão (espécies indígenas), ou auxiliada pela interação humana (espécies introduzidas) (Silva *et al.*, 2010).

1.2.1.1. Espécies indígenas e exóticas

As espécies indígenas incluem espécies nativas e endémicas. As espécies nativas são aquelas que colonizaram os Açores através do processo de dispersão a longa distância, mas que também ocorrem noutros arquipélagos ou continentes (Silva *et al.*, 2010). O endemismo refere-se à ocorrência exclusiva de uma espécie numa área geográfica definida, portanto, o conceito de endemismo depende da escala espacial considerada (Fattorini, 2017).

Uma espécie pode ser endémica por várias razões ambientais e biológicas (Hobohm, 2014), porém, normalmente, os endemismos são consequência do isolamento geográfico de espécies que evoluíram de uma forma independente (Lévêque & Mounolou, 2004). As espécies endémicas resultam de processos de especiação (neoendemismos) ou eventos de extinção de populações continentais (paleoendemismos) (Silva *et al.*, 2010).

As espécies endémicas dos Açores existem apenas nesta Região; as espécies endémicas da Macaronésia são conhecidas de dois ou mais arquipélagos desta região biogeográfica que engloba os Açores, a Madeira, as Canárias e Cabo Verde (Silva *et al.*, 2010).

1.2.1.2. Espécies introduzidas

As espécies introduzidas ocorrem no arquipélago como resultado da atividade humana e podem ser divididas em dois grupos: naturalizadas e casuais (Silva *et al.*, 2010).

As espécies podem ser introduzidas num ecossistema por um grande número de razões, intencionais ou não (Silva *et al.*, 2010). Por exemplo, a maior parte das espécies importantes para a alimentação humana foram deliberadamente introduzidas nos Açores; associadas a estas, foram introduzidas espécies de forma não intencional (Silva *et al.*, 2010).

De acordo com a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB, 1993), espécies exóticas invasoras, são aquelas que ocorrem fora da sua área de distribuição natural e ameaçam ecossistemas, habitats e outras espécies.

O interesse pelas espécies exóticas invasoras tem aumentado devido às suas características e ao seu impacto ecológico, no sentido em que estas espécies podem deixar marcas que tenham impacto persistente no estudo das comunidades biológicas onde se integram, por exemplo alterando as dinâmicas de competição/predação, complexidade/estabilidade, espécies-chave, influência da história na estrutura da comunidade

(Lodge, 1993). Também é necessário tomar em consideração a escala de alteração, que pode ser local ou de grande escala, chegando as espécies exóticas invasoras a ser denominadas “transformadoras” num determinado ecossistema (Ehrenfeld, 2010). Ou seja, o impacto ecológico de espécies exóticas invasoras abrange qualquer alteração que seja significativa num padrão ou num processo ecológico (Simberloff *et al.*, 2013).

A probabilidade de ocorrência de invasões aumenta em ambientes geograficamente isolados (Mello, 2014; Moser *et al.*, 2018; Steinbauer *et al.*, 2016). As regiões insulares têm um número muito elevado de espécies que são evolutivamente únicas e geograficamente restritas quando comparadas à biodiversidade global (Moser *et al.*, 2018). No entanto, as ilhas, graças à globalização do comércio e dos transportes, viram o seu isolamento reduzido, o que levou a uma quebra das barreiras biogeográficas (Moser *et al.*, 2018; Steinbauer *et al.*, 2016). As espécies introduzidas tornam-se facilmente invasoras nas ilhas, de tal forma que este fenómeno é a principal causa das várias extinções que ocorrem nestes locais (Mello, 2014).

Estudos feitos em 257 ilhas tropicais e subtropicais do mundo mostram que a riqueza de espécies invasoras tem vindo a aumentar, não só para plantas como também para animais, terrestres e marinhos (Moser *et al.*, 2018). O número de espécies invasoras depende sobretudo da intensidade do comércio, do desenvolvimento da agricultura e da indústria, da distância para o continente mais próximo e do clima (Schäfer, 2021). Este facto é compreensível tendo em conta a rápida expansão e o impacto das mesmas (Lodge, 1993). Ainda assim, uma visão de longo prazo sugere que em todas as escalas espaciais, a mudança no alcance das espécies ocorre constantemente, concretizando uma importante (re)estruturação das comunidades naturais (Lodge, 1993).

Os animais exóticos invasores são frequentemente predadores diretos de espécies autóctones e podem eliminar espécies endémicas muito rapidamente (Schäfer, 2021). A introdução de mamíferos nos Açores levou à extinção de várias espécies de aves nativas ou endémicas, por exemplo *Otus fruticosi* na Ilha de São Miguel e *Pyrrhula crassa* na Graciosa (Rando *et al.*, 2013, 2017). Para além do efeito direto na diminuição da riqueza biológica, os mamíferos introduzidos, como por exemplo o coelho, *Oryctolagus cuniculus* (Linnaeus, 1758), podem produzir efeitos negativos ao nível do ecossistema, uma vez que criam túneis que podem afetar a sobrevivência e a regeneração de plantas indígenas e causar erosão e degradação de um habitat (Amorim & Lamelas-López, 2022).

A influência das plantas vasculares invasoras é geralmente menos óbvia do que a dos animais, mas Hanno Schäfer (2021) comparou os efeitos da sua presença a uma “população de cabras” e Ilkka Hanski (2019) assemelhou os efeitos das espécies invasoras na Região Autónoma

dos Açores aos de um “tsunami verde”. Nestas ilhas, assim como noutros sistemas insulares, as espécies não indígenas constituem uma grave ameaça à conservação da biodiversidade (Gleadow & Ashton, 1981).

As espécies exóticas invasoras podem superar as espécies autóctones, que são muitas vezes menos competitivas (Ziller, 2001; Schäfer, 2021). Por exemplo, a maioria das espécies de plantas invasoras nos Açores possui frutos carnudos, atractivos para as aves, que dispersam as sementes por todas as ilhas e vários ecossistemas (Schäfer, 2021), conduzindo à extinção de plantas nativas e endémicas, passando a dominar aquela área.

Nos Açores, a expansão contínua de algumas plantas invasoras como a roca-de-velha ou conteira (*Hedychium gardnerianum* Sheppard ex Ker-Gawl.) e o incenso ou faia-do-norte (*Pittosporum undulatum* Vent.), está a ameaçar vários fragmentos de vegetação nativa, levando a prever que várias comunidades de líquenes, briófitos, plantas vasculares e artrópodes nativos e endémicos dos Açores possam estar em perigo (Silva *et al.*, 2008). Ambas as espécies fazem parte do 1º quartil do TOP 100 de espécies invasoras dos Açores (Silva *et al.*, 2008) e estão referidas no Anexo IX do Decreto Legislativo Regional n.º 15/2012/A, de 2 de abril, que se refere às espécies da fauna e flora invasora ou com risco ecológico conhecido.

Existem quatro fatores que podem explicar o sucesso destas espécies no arquipélago dos Açores: (i) condições climáticas favoráveis ao seu crescimento (clima ameno e húmido Açores); (ii) a existência de habitats disponíveis, ou seja, áreas desobstruídas, terrenos abandonados, florestas exóticas e habitats naturais semelhantes ao seu habitat nativo; (iii) a existência de agentes dispersores e polinizadores; e, por fim, (iv) a libertação de inimigos naturais, uma vez que apenas um número reduzido de insetos fitófagos são encontrados associados ao *Pittosporum undulatum* nos Açores (Lourenço *et al.*, 2011).

A espécie *Pittosporum undulatum* Vent. é uma das mais disseminadas na Região (Silva *et al.*, 2018). Um terço das manchas florestais dos Açores já estão dominadas pelo incenso, o que ameaça os ecossistemas naturais, nomeadamente a vegetação nativa e endémica das ilhas (Silva *et al.*, 2018), através da concorrência direta por recursos (Gleadow & Ashton, 1981). É uma das espécies prioritárias para a implementação de ações de controlo nos Açores (Lourenço *et al.*, 2011).

A espécie *Hedychium gardnerianum* Sheph. ex Ker Gawl. É considerada uma das 100 piores espécies exóticas invasoras do mundo (Pereira *et al.*, 2021). Na ilha Terceira, a situação desta espécie é preocupante, uma vez que se encontra presente em pequenas clareiras no meio de grandes fragmentos de floresta nativa (Silva *et al.*, 2008). Os rizomas de *H. gardnerianum* – caules subterrâneos, com crescimento horizontal e pouco profundo – são particularmente

notórios, permitindo simultaneamente uma elevada cobertura do solo, a acumulação de recursos de reserva que impedem a regeneração de outras espécies (Rojas-Sandoval, 2023). As chuvas prolongadas fazem com que estes “leitões de rizomas” fiquem pesados com a água absorvida e o solo fique propenso a derrocadas (Rojas-Sandoval, 2023). Estas plantas tendem a superar espécies nativas em termos de captação de luz, ocupação de espaço, absorção de nutrientes e água, permitindo a sua tolerância à sombra prosperar em ecossistemas florestais (Rojas-Sandoval, 2023).

1.2.2. Flora: briófitos e plantas vasculares

1.2.2.1. Briófitos

Os briófitos são pequenas plantas, não vasculares, poiquilohídricas, uma vez que têm a capacidade de suspender a atividade metabólica quando não existe água disponível no meio (Gabriel *et al.*, 2010). Os briófitos são caracterizados por uma grande diversidade morfológica e alguma simplicidade estrutural (Gabriel, 2022). Isto permite que eles possam colonizar todos os tipos de substrato, como rochas, troncos, folhas, *etc* (Gabriel, 2022). Existem em todos os ambientes terrestres, nomeadamente, zonas costeiras, locais urbanos, pastagens e prados, habitats dulçaquícolas, florestas naturais, plantações exóticas, entre outros (Gabriel, 2022). Assim, os briófitos, nos Açores, são plantas cuja área de ocupação, diversidade e vitalidade são extraordinárias (Cardoso *et al.*, 2008). Os briófitos estão integrados no património natural de cada região e cada espécie conta uma história diferente sobre a sua evolução e que muitas vezes se complementa com outros grupos taxonómicos (Homem & Gabriel, 2008).

Os briófitos incluem três grupos taxonómicos: musgos (Divisão Bryophyta), hepáticas (Divisão Marchantiophyta) e antocerotas (Divisão Anthocerotophyta) (Gabriel *et al.*, 2010). Os musgos são caracterizados pela simetria radial dos filídios, dispostos ao longo de um caulóide ereto, prostrado ou pendente; as hepáticas apresentam dois padrões morfológicos diferentes, taloso, que ramifica dicotomicamente e folhoso, com filídios geralmente orbiculares, dispostos bilateralmente num caulóide prostrado, enquanto as antocerotas são formadas por um talo fino, apresentam apenas um único cloroplasto por célula e o seu esporófito apresenta crescimento indeterminado, é cilíndrico, abrindo por duas valvas (Gabriel, 2022).

Existem cerca de 20.000 espécies de briófitos distribuídas em todo o mundo (Gunathilaka, 2019). Nos Açores, estão referidas 480 espécies e subespécies, incluindo cinco antocerotas, 164 hepáticas e 311 musgos (Gabriel *et al.*, 2010). Na ilha Terceira foram referidas 363 taxa para o grupo taxonómico dos briófitos (Borges *et al.*, 2010).

O arquipélago dos Açores é um dos melhores locais do mundo para estudar briófitos

(Gabriel, 2022). Embora representem apenas uma fração do território europeu, incluem mais ou menos um quarto das suas espécies de musgos, e um terço das espécies de hepáticas e antocerotas (Gabriel, 2022). A sua riqueza específica é equiparável ao arquipélago das Canárias e da Madeira (Gabriel *et al.*, 2010).

Ecologicamente, os briófitos desempenham funções importantes, sobretudo na retenção de água no solo, reciclagem de nutrientes, minimização da erosão e criação de micro-habitats para outros organismos (Gabriel *et al.*, 2010; Hallingbäck & Hodgetts, 2000).

Os briófitos são afetados por diversas ameaças, como a desflorestação, a exploração de madeira, a agricultura e a fragmentação de habitats, o aquecimento global, a poluição e as invasões biológicas (Gunathilaka, 2019). As principais ameaças que os briófitos enfrentam estão relacionadas com a degradação dos habitats e com a perda da área florestada (Cardoso *et al.*, 2008). A destruição da vegetação de plantas vasculares resulta na eliminação dos briófitos que muitas vezes dependem dessa vegetação como abrigo (Hallingbäck & Hodgetts, 2000). Entre os principais fatores limitantes à conservação de muitas espécies, destacam-se a sua baixa densidade populacional e as baixas taxas de germinação e crescimento populacional que se verificam na maioria dos briófitos (Cardoso *et al.*, 2008).

1.2.2.2. Plantas vasculares

As plantas vasculares podem ser estudadas a partir de três (Amaral & Filho, 2010) ou quatro grandes grupos (Aguar, 2021). Ambos os autores reconhecem pteridófitas, gimnospérmicas e angiospérmicas, no entanto, Aguar (2021) separa as plantas sem semente em dois grupos: licófitas e pteridófitas.

As licófitas caracterizam-se pelas suas folhas pequenas, escamiformes ou lineares com um único feixe vascular simples, de inserção espiralada ou oposto-cruzada (Aguar, 2021). As pteridófitas também não possuem flores, e a reprodução ocorre através da formação de esporângios, estruturas geralmente localizadas na face inferior das folhas (Amaral & Filho, 2010). As gimnospérmicas atuais são árvores ou arbustos com um tronco bem definido, geralmente monóicos (Aguar, 2021). As folhas são geralmente inteiras, muito estreitas ou em forma de escama e não têm flores (Aguar, 2021). Neste grupo de plantas vasculares os óvulos e as sementes encontram-se expostos na superfície dos esporófilos, não formando ovários, pelo que não produzem frutos (Amaral & Filho, 2010). As angiospérmicas compõem o maior grupo de plantas vasculares (Amaral & Filho, 2010) apresentando uma fisionomia arbórea, arbustiva ou herbácea, e o sistema vascular mais evoluído, com vasos lenhosos além dos traqueídeos (Aguar, 2021). A flor é o órgão definidor das angiospérmicas, com ovário onde se desenvolvem

as sementes, podem apresentar-se isoladas ou reunidas em inflorescências (Amaral & Filho, 2010; Aguiar, 2021).

Christenhusz e colaboradores (2016), afirmam que existem aproximadamente 308.312 espécies de plantas vasculares, das quais 1.290 são licófitas, 10.560 são pteridófitas, 1.709 são gimnospérmicas e 295.383 são angiospérmicas. Nos Açores, Elias (2022) indica que existem cerca de 1.110 espécies de plantas vasculares, sendo apenas 210 indígenas do arquipélago (espécies endémicas e nativas). Para a ilha Terceira foram referidas por Borges *et al.* (2010) 674 *taxa* de plantas vasculares.

As plantas vasculares realizam uma variedade de serviços ecossistémicos, incluindo serviços de aprovisionamento como o fornecimento de matérias-primas para construção, combustível e alimentos; serviços de regulação ambiental, como a remobilização de água do solo para a atmosfera, contribuindo para a melhoria das condições térmicas, aumento da humidade do ar e contribuindo para a dinâmica das massas de ar na Terra (Gerolamo, 2021). Nos ecossistemas florestais, a madeira morta em diferentes estágios de decomposição constitui um importante serviço ecossistémico, providenciando habitats para outras espécies (Aslaksen *et al.*, 2015).

As principais ameaças, a que as plantas vasculares estão sujeitas, estão relacionadas com (i) a perturbação de áreas sensíveis, através da degradação dos habitats relacionada à alteração do uso do solo, (ii) o efeito do aumento da área agrícola e florestal e (iii) a repercussão da competição com espécies invasoras (Cardoso *et al.*, 2008).

1.2.3. Fauna: invertebrados e vertebrados

1.2.3.1. Artrópodes

Os artrópodes são animais invertebrados com apêndices articulados e com um exosqueleto que confere ao animal proteção e resistência contra elementos externos (Borges, 2022).

No mundo, está estimado que existem entre 5 e 10 milhões de espécies de artrópodes (Ødegaard, 2000). Borges e colaboradores (2022), afirmam que existem 2.420 espécies nos Açores, das quais 276 são endémicas e 793 são nativas. Na ilha Terceira estão registadas cerca de 1500 *taxa* de artrópodes (Borges, 2022).

Os artrópodes fornecem importantes serviços e disserviços ecossistémicos, nomeadamente na reciclagem dos nutrientes, na fertilização dos solos, no controlo de pragas, na polinização das culturas (papel chave na reprodução sexual das plantas vasculares angiospérmicas), na dispersão de sementes (Borges, 2022; Borges *et al.*, 2022; Borges & Gabriel,

2009).

As espécies de plantas vasculares invasoras e a transformação de habitats por plantações de árvores exóticas são das principais ameaças às paisagens nativas e espécies endêmicas de artrópodes do arquipélago dos Açores (Borges *et al.*, 2022).

1.2.3.2. Aves

As aves são animais caracterizados por terem penas, mandíbulas desdentadas, colocarem ovos de casca dura, altas taxas metabólicas e esqueletos fortes, porém leves (Chettri *et al.*, 2019). As aves vivem em todo o mundo e variam em tamanho de 5 cm a 2,75 m (Chettri *et al.*, 2019).

No mundo existem cerca de 11.000 espécies de aves (Lees *et al.*, 2022). Nos Açores existem 420 espécies de aves e apenas 12 são espécies e subespécies endêmicas (Melo & Pereira, 2022). Para a ilha Terceira foram referidos 28 taxa de aves (Borges *et al.*, 2010).

A importância dos Açores no contexto avifaunístico não se resume às espécies nativas, uma vez que todos os anos ocorrem nestas ilhas inúmeras espécies migradoras oriundas do Paleártico continental e do Neártico, que encontram um refúgio no meio do oceano para descanso e recuperação das forças (Rodrigues *et al.*, 2010). Neste arquipélago nidificam ainda duas espécies que, embora sejam relativamente comuns a nível mundial, constituem importantes populações a nível europeu e nacional, respetivamente, o garajau-rosado, *Sterna dougallii* Montagu, 1813 e o garajau-comum, *Sterna hirundo* Linnaeus, 1758 (Cardoso *et al.*, 2008).

As aves desempenham um conjunto de papéis funcionais importantes nos ecossistemas. Podem ser polinizadores, dispersores de sementes, engenheiros de ecossistemas, necrófagos e predadores, estando também associadas ao controlo de pragas agrícolas (Lees *et al.*, 2022). A predação de ninhos por espécies de mamíferos exóticos é a principal causa do fracasso reprodutivo em muitas espécies de aves (Lamelas-López *et al.*, 2020). Vários fatores-chave podem afetar as taxas de predação de ninhos, como a fragmentação do habitat, a distância até à margem da floresta, as atividades humanas ou a estrutura da vegetação (Lamelas-López *et al.*, 2020).

1.2.3.3. Mamíferos

Os mamíferos são animais vertebrados de sangue quente, que possuem coluna vertebral e quatro membros (Amorim & Lamelas-López, 2022). Distinguem-se facilmente dos outros vertebrados por terem pêlos e as fêmeas terem glândulas mamárias que produzem leite

para alimentar as crias, os mamíferos também têm diafragma que separa a cavidade torácica da abdominal, um coração com quatro cavidades, um único osso a formar o maxilar inferior e a existência de glândulas sebáceas, sudoríparas e odoríferas (Amorim & Lamelas-López, 2022).

No mundo existem cerca de 6.400 espécies de mamíferos (Zukal, 2020). Nos Açores ocorrem 11 espécies de mamíferos terrestres, sendo uma endémica, o morcego-dos-Açores (*Nyctalus azoreum*), três nativas (*Myotis myotis*, *Pipistrellus pipistrellus* e *Pipistrellus maderensis*) e as restantes introduzidas (Rodrigues *et al.*, 2010). Para a ilha Terceira foram referidos oito taxa de mamíferos (Borges *et al.*, 2010).

Os morcegos são o único grupo de mamíferos que colonizaram os Açores sem intervenção do ser humano e o seu aparecimento ocorreu muito antes da chegada dos primeiros barcos (Amorim & Lamelas-López, 2022).

As espécies não-indígenas de mamíferos, que ocorrem regularmente nos Açores, foram introduzidas intencionalmente, com exceção das três espécies de roedores (Rodrigues *et al.*, 2010). O ouriço-cacheiro (*Erinaceus europaeus* Linnaeus, 1758) é a única espécie de mamífero introduzida que não parece ter um impacto negativo na biodiversidade local (Rodrigues *et al.*, 2010).

Pequenos mamíferos, como os morcegos, são importantes polinizadores, dispersores de frutos e consumidores de artrópodes (Lacher Jr *et al.*, 2019). No entanto, os mamíferos são gravemente afetados pela perda de habitat, pela sobreexploração e pelas espécies invasoras e agora cada vez mais pela ameaça das alterações climáticas (Lacher Jr *et al.*, 2019).

CAPÍTULO II - EROÇÃO DA BIODIVERSIDADE

Estamos perante uma crise de biodiversidade sem precedentes na história da humanidade. Mais de 900 espécies conhecidas, devidamente descritas, foram documentadas como extintas desde 1500 (Bellard *et al.*, 2022; Lévêque & Mounolou, 2004), o que traduz um ritmo acelerado de perda de património natural. A perda de biodiversidade é reconhecida como um desafio chave para este século (Borges, 2020). O comportamento humano tem estado a alterar a biosfera de forma mais rápida e extensivamente do que em eras precedentes, com os recursos a serem usados mais rapidamente do que podem ser regenerados (Mam, 2010), e os próximos anos vão ser cruciais para a mitigação dos efeitos da erosão da biodiversidade.

A erosão da biodiversidade faz parte do contexto mais geral das relações que a espécie humana tem com outras espécies (Lévêque, 2022). Esta erosão engloba as noções de perda de habitat e espécies e a degradação e fragmentação de habitat (Borges *et al.*, 2019).

A perda da biodiversidade não significa apenas a extinção de espécies isoladas, com impacto nos três níveis de biodiversidade tradicionalmente aceites (taxonómico, funcional e filogenético) devido a mudanças evolutivas e adaptativas nos genes, populações e espécies, mas também a modificação de ecossistemas inteiros (Borges *et al.*, 2019; Lévêque & Mounolou, 2004). De acordo com a IUCN, uma grande proporção de plantas e animais está atualmente à beira da extinção e esta crise afeta todos os níveis de biodiversidade e influencia as populações humanas e as suas economias (Borges *et al.*, 2019).

As cinco principais ameaças globais que normalmente são consideradas responsáveis por essas perdas são: a destruição de habitat, a sobreexploração de recursos, as invasões biológicas, as mudanças climáticas e a poluição, embora muitas outras perturbações locais também sejam importantes em diferentes contextos (Bellard *et al.*, 2022).

Devido ao seu isolamento, as biotas insulares são particularmente frágeis e, ao mesmo tempo, as populações humanas que vivem nas ilhas são amplamente dependentes dos recursos locais (Borges *et al.*, 2019). Por exemplo, está documentado que cerca de 90% de todas as extinções de aves durante tempos históricos (Paulay, 1994) e a maioria das extinções de outros grupos ocorreram em ilhas (Borges *et al.*, 2018). Estima-se que as espécies das ilhas estão atualmente expostas a uma média de 2,6 ameaças diferentes (Bellard *et al.*, 2022).

Além de ameaças como o esgotamento de recursos e as mudanças climáticas globais (Borges *et al.*, 2018), a fragmentação e degradação dos habitats e a disseminação de espécies exóticas são as duas maiores ameaças à biodiversidade terrestre nos Açores (Borges *et al.*, 2009).

Deter a perda de biodiversidade é um desafio fundamental para o século XXI (Magurran, 2005) e isso é particularmente verdadeiro para as ilhas, que atualmente são altamente impactadas a níveis todos da biodiversidade (desde os genes aos ecossistemas), com consequências dramáticas para a composição da comunidade, funcionamento do ecossistema e bem-estar humano (Borges *et al.*, 2018; 2019). Assim, é necessário estabelecer diretrizes adequadas para a conservação, minimizar as perdas, restaurar os sistemas e avaliar todas as ações para mitigar a erosão da biodiversidade (Borges *et al.*, 2019).

De modo a conseguir-se combater este crescente problema, é necessário caracterizar as alterações que têm sido observadas ao nível do uso do solo, do clima e da biologia, que possam ser explicação para o aumento da erosão da biodiversidade.

2.1. Alterações do uso do solo

Ecossistemas e habitats mudam naturalmente ao longo do tempo, no entanto as mudanças induzidas pelo ser humano estão agora a desempenhar papéis sem precedentes na formação do meio ambiente do nosso planeta (Borges *et al.*, 2019). O desenvolvimento humano transformou e fragmentou a paisagem natural da qual a biodiversidade depende, de forma a criar condições alteradas e “ilhas” de habitats isoladas quer nos *hotspots*, quer noutras áreas (Hannah *et al.*, 2006). A perda de habitat é acompanhada pela degradação e fragmentação do habitat, com impactos nas condições ambientais, processos biofísicos e interações bióticas entre as espécies (Borges *et al.*, 2019).

As mudanças ou até mesmo a perda de habitat têm grandes e consistentes efeitos negativos sobre a biodiversidade e estes efeitos não se aplicam só a medidas diretas na biodiversidade, tal como a abundância e a riqueza de espécies, mas também a medidas indiretas. Foi demonstrado que a perda de habitat reduz o comprimento da cadeia trófica, altera as interações entre espécies e reduz o número de espécies especializadas (Fahrig, 2003).

A fragmentação do habitat significa a diminuição do tamanho das áreas disponíveis para a colonização de espécies indígenas, aumentando o grau de isolamento entre diferentes áreas (Andrén, 1997). Desta forma, as espécies raras tornam-se ainda mais raras e o seu tamanho populacional pode cair abaixo do número de indivíduos necessários para a sua persistência (Borges *et al.*, 2019). A fragmentação, ao implicar um número maior de manchas pequenas, nalgum momento, cada pedaço de habitat será demasiado pequeno para sustentar uma população local ou até mesmo um território individual (Fahrig, 2003).

Os habitats nativos dos Açores têm uma longa história de mudanças naturais que foram principalmente induzidas por erupções vulcânicas e alterações climáticas do Pleistoceno, no

entanto, as mudanças induzidas pelo homem desempenharam um papel dramático na formação da atual biodiversidade dos Açores (Borges, 2020; Triantis *et al.*, 2010). Como consequência destas grandes mudanças humanas, as florestas nativas primitivas estão atualmente restritas a menos de 5% da área dos Açores (Gaspar *et al.*, 2008), estando completamente ausentes nas ilhas Graciosa e Corvo, bastante degradadas em Santa Maria, apresentando áreas maiores e mais bem preservadas nas ilhas Terceira, Pico e Flores (Borges, 2020).

Em relação às plantas vasculares, observou-se que espécies indígenas podem ocorrer com certa frequência em habitats antropogénicos (Borges, 2020). No entanto, não há evidências empíricas que indiquem que essas populações sejam sustentáveis ou que contribuam para a sobrevivência das espécies a longo prazo (Borges, 2020). Embora algumas espécies de briófitos estejam presentes em diferentes ecossistemas, a maior riqueza encontra-se no interior das florestas nativas e perto das zonas húmidas, enquanto as áreas urbanas incluem apenas uma pequena proporção dos musgos e hepáticas que ocorrem nos Açores (Borges, 2020).

As mudanças de habitat e a perda de biodiversidade nos Açores continuam a ocorrer hoje, não só devido às mudanças no uso da terra, mas também devido à disseminação de espécies invasoras e às alterações climáticas (Borges, 2020).

2.2. Alterações climáticas

A biodiversidade é continuamente transformada pela mudança climática (Hannah *et al.*, 2006). As condições mudam por todo o planeta, às vezes num ritmo mais rápido, outras vezes mais lento, às vezes em grandes incrementos, outras vezes em pequenos incrementos o que pode resultar no rearranjo das associações biológicas (Hannah *et al.*, 2006).

As alterações climáticas são uma ameaça global com impacto já observado nos ecossistemas naturais (Campbell *et al.*, 2009). As alterações climáticas causaram danos substanciais e perdas cada vez mais irreversíveis nos ecossistemas terrestres, de água doce, criosféricos e costeiros e oceânicos abertos (*Intergovernmental Panel on Climate Change* [IPCC], 2023).

O clima encontra-se, atualmente, em crescente e rápido aquecimento, tão rápido que os efeitos são perceptíveis numa única vida humana ou na história de um único povo (IPCC, 2023). A extensão e magnitude dos impactos das alterações climáticas são maiores do que o estimado em avaliações anteriores (IPCC, 2023). As alterações climáticas já provocaram alterações na distribuição de muitas plantas e animais, conduzindo a graves contrações de distribuição, à extinção de algumas espécies (Campbell *et al.*, 2009) e força a migração de muitas espécies (Hannah *et al.*, 2006).

O clima esteve sempre sujeito a variações naturais, mas as mudanças induzidas pelo ser humano são tão rápidas que a maioria das espécies não consegue lidar com elas (Borges *et al.*, 2019) e estas mudanças provocadas pelos seres humanos ameaçam acelerar a perda de biodiversidade já em curso devido a outros stresses humanos (Hannah *et al.*, 2006).

As mudanças climáticas e as suas consequências biológicas estão a acontecer atualmente (Hannah *et al.*, 2006). Mudanças na fisiologia, fenologia e distribuição das espécies são evidências de mudanças na biodiversidade que ocorreram nas últimas décadas, diretamente atribuíveis às tendências recentes da temperatura, sendo provável que as mudanças futuras sejam maiores, à medida que a fragmentação do habitat e as mudanças climáticas se intensificam (Hannah *et al.*, 2006).

Os impactos das mudanças climáticas nas ilhas incluem os seguintes processos: (i) aumento do nível do mar, ou seja, um grande número de pequenas ilhas tropicais e ilhas baixas provavelmente desaparecerão num futuro próximo, com impactos óbvios sobre a biodiversidade e as populações humanas que lá vivem, e (ii) mudanças de temperatura, pois são esperadas alterações nas mudanças de altitude das espécies e extinções de espécies de alta altitude, e as modificações na temperatura do mar promoverão mudanças na composição de espécies (Borges *et al.*, 2019).

As previsões baseadas em modelação climática, dados sobre fragmentação de habitats e informação sobre limitações de dispersão de espécies, prevêem ainda fortes reduções (até 94%) de áreas florestais nativas importantes para conectividade funcional de populações fragmentadas de seis insetos endémicos na Ilha Terceira (Borges, 2020). A modelação para briófitos endémicos (Patiño *et al.*, 2016) e outros grupos taxonómicos (Ferreira *et al.*, 2016) mostra tendências de perda semelhantes.

O facto de muitos escaravelhos e briófitos endémicos da Macaronésia serem dependentes de condições híper-húmidas em florestas nativas de altitude, torna essas espécies particularmente vulneráveis a possíveis mudanças na humidade relativa, seja em intensidade ou em frequência (Borges, 2020). De facto, as exuberantes comunidades de briófitos e escaravelhos das florestas nativas de altitude serão altamente impactadas se o número e a intensidade das secas aumentarem nos Açores, conforme previsto pela maioria dos modelos climáticos (Borges, Santos, *et al.*, 2020; Ferreira *et al.*, 2016; Patiño *et al.*, 2016). Os impactos para a estrutura florestal são difíceis de prever, mas importantes serviços ecossistémicos relacionados com a reciclagem de nutrientes e retenção e purificação de água podem ser altamente impactados (Borges, 2020).

2.3. Alterações biológicas

As alterações biológicas mais impactantes na erosão da biodiversidade estão relacionadas com a introdução de espécies em ecossistemas onde antes não existiam. As espécies exóticas invasoras têm uma enorme capacidade de alterar sistemas naturais (Ziller, 2001). As invasões de espécies exóticas causam danos à economia (por exemplo, pesca e turismo), ao meio ambiente (por exemplo, na forma de transmissão de pesticidas e herbicidas), saúde e bem-estar humano (por exemplo, respostas alérgicas e o aumento da gravidade do fogo em algumas paisagens) e estética (por exemplo, a quantidade de mortalidade na vegetação) (White, 1998). Essas invasões ameaçam a diversidade biológica, causando declínios populacionais de espécies nativas e alterando processos-chave do ecossistema, como hidrologia, fixação de azoto e regime de fogo (White, 1998).

As invasões biológicas são consideradas um dos principais fatores da atual perda de biodiversidade (Borges *et al.*, 2019). A rutura de ecossistemas nativos por meio de alterações na paisagem promove o estabelecimento de espécies exóticas, muitas das quais se tornam invasoras (Borges *et al.*, 2019). O impacto de espécies exóticas invasoras nas espécies nativas, comunidades e ecossistemas é reconhecido há décadas e, atualmente, é visto como uma componente significativa da mudança global (Borges *et al.*, 2019).

Alguns investigadores consideram que o planeta Terra é essencialmente uma arma carregada de problemas de espécies exóticas, porque a evolução isolada produziu continentes com uma gama semelhante de condições ambientais, mas uma variedade muito diferente de espécies, e as espécies geralmente têm uma capacidade de aumento exponencial, particularmente quando são removidas dos controlos naturais sobre o seu crescimento populacional (White, 1998). Como resultado, o problema é global, o problema das espécies exóticas não é vulgar nem transitório (White, 1998). Deve-se empregar muitos métodos de gestão, tal como erradicação, contenção, biocontrolo, monitorização e, o mais importante, prevenção (White, 1998).

O aumento do número de espécies exóticas invasoras de fauna e flora nas ilhas oceânicas resultam na homogeneização biótica, ou seja, a substituição gradual da biota nativa por espécies introduzidas (Almeida & Freitas, 2000; Lamelas-López & Salgado, 2020). Vários fatores negativos da erosão da biodiversidade estão atualmente a impactar a biota açoriana, tais como a atual falta de conectividade entre os fragmentos florestais e a potencial fragmentação aprimorada do habitat, devido às mudanças climáticas (Borges, 2020). A introdução intencional de muitas espécies vegetais para fins agrícolas, florestais e estéticos teve um enorme impacto na flora atual nas ilhas do arquipélago dos Açores (Borges *et al.*, 2009). No entanto, a introdução

de mamíferos também é uma das grandes causas de extinção de espécies em ilhas oceânicas (Lamelas-López & Salgado, 2020). A cada nova introdução de mamíferos o número de espécies nativas perdidas aumenta e a probabilidade de extinção é maior para espécies endémicas das ilhas oceânicas do que para espécies continentais (Lamelas-López & Salgado, 2020).

As espécies exóticas invasoras são atualmente o maior impulsionador da erosão da biodiversidade nos Açores (Borges, 2020). O sucesso das espécies exóticas e invasoras nos Açores está relacionado com vários fatores: (i) a flora e fauna nativa dos Açores são pobres em espécies, o que cria a oportunidade ecológica para os recém-chegados se estabelecerem; (ii) a falta de inimigos naturais na biota nativa açoriana, o que cria um “espaço livre de inimigos”; (iii) o clima temperado dos Açores favorece a adaptação bem sucedida de espécies com amplas características ecológicas e tolerâncias; (iv) o facto dos polinizadores nativos poderem visitar e polinizar plantas exóticas, enquanto as aves nativas ajudam na dispersão de sementes de algumas plantas exóticas invasoras, o que potencia o sucesso de plantas exóticas e invasoras nos Açores; (v) a longa coexistência entre gramíneas de pastagem e milho e a sua estreita relação taxonómica (ambas são gramíneas), que abrigam diversos insetos exóticos e insetos-praga, permitindo que estes ecossistemas se comportem como um trampolim na invasão de habitats nativos; e (vi) o papel dos parques e jardins urbanos como fonte de espécies ornamentais exóticas, que incluem um grande número de espécies, muitas das quais escaparam para a natureza (Borges, 2020; Gabriel, 2019).

Há vários anos que os seres humanos têm a percepção do problema das espécies invasoras, tal como se pode constatar pela existência de várias leis estabelecidas, como por exemplo o Decreto-Lei n.º 28039 e n.º 28040 (D.G. n.º 215, 1.ª série, de 12 de setembro de 1937), que consiste na proibição de plantar ou semear determinadas espécies, tais como eucaliptos (*Eucalyptus* spp.), ailantos (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) e acácias (*Acacia dealbata* Link.) a menos de 20 metros de terrenos de cultivo e a menos de 30 metros de nascentes, terras de cultura de regadio, muros e habitações urbanas (Almeida & Freitas, 2000). Mais recentemente, nos Açores, também o Decreto Legislativo Regional n.º 15/2012/A, de 2 de abril, nomeadamente o Anexo IX, que se refere às espécies da fauna e flora invasora ou com risco ecológico conhecido, pretende minimizar os problemas associados a estas espécies. No entanto, embora esses problemas sejam reconhecidos entre cientistas e gestores de conservação, ainda existe uma substancial despreocupação da sociedade com a perda de biodiversidade e tem havido apenas respostas políticas limitadas, o que aumenta o risco de perda de biodiversidade e degradação do ecossistema insular (Borges *et al.*, 2018).

Embora a prevenção, a deteção precoce e a resposta rápida sejam as melhores

estratégias de gestão, a maioria das ilhas oceânicas carece de um sistema para detetar, responder e monitorizar as espécies introduzidas (Lamelas-López & Salgado, 2020). Os gestores da fauna necessitam de informações confiáveis sobre as espécies introduzidas para orientar, avaliar e ajustar as ações de gestão e conservação (Lamelas-López & Salgado, 2020). Assim, são necessários programas de monitorização em larga escala e de longo prazo para avaliar a eficácia das operações de erradicação e confirmar a remoção de espécies introduzidas (Lamelas-López & Salgado, 2020).

CAPÍTULO III - CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE E ÁREAS PROTEGIDAS

3.1. Conservação da biodiversidade

O estudo da biodiversidade está intimamente relacionado com a promoção da conservação da natureza (Gabriel *et al.*, 2007). Há muitas razões para conservar a biodiversidade, salientando o seu valor de uso direto, como por exemplo os alimentos, os medicamentos, ou o controlo biológico de pragas; o seu valor de uso indireto, como por exemplo a regulação atmosférica, a fotossíntese, a polinização, e a formação do solo; e o seu valor intrínseco relacionado com uma visão ética da relação entre o ser humano e o mundo (Gabriel *et al.*, 2007).

O conceito de conservação ou proteção da biodiversidade é provavelmente tão antigo quanto a espécie humana (ver exemplos em Gabriel *et al.*, 2014), mas o uso da palavra no seu contexto atual é relativamente recente (Mam, 2010). De acordo com a Diretiva 92/43/CEE do Conselho de 21 de maio de 1992, entende-se por conservação o conjunto das medidas necessárias para manter ou restabelecer os habitats naturais e as populações de espécies da fauna e da flora selvagens num estado favorável. Neste mesmo sentido, o “estado de conservação” de um habitat natural será considerado favorável sempre que (i) a sua área de repartição natural e as superfícies forem estáveis ou estiverem em expansão, (ii) a estrutura e as funções específicas necessárias à sua manutenção a longo prazo existirem e forem suscetíveis de continuar a existir num futuro previsível e (iii) o estado de conservação das espécies típicas for favorável (Diretiva 92/43/CEE do Conselho de 21 de maio, 1992).

Ao longo dos anos a conservação adquiriu muitas conotações, para alguns significou a proteção da natureza selvagem, para outros a produção sustentada de material útil das fontes da terra (Mam, 2010). O conceito mais amplamente aceite apresentado pela estratégia de conservação mundial pela IUCN, União Internacional para a Conservação da Natureza é que a gestão do uso humano da biosfera para que ela possa produzir o maior benefício sustentável, mantendo o seu potencial para atender às necessidades e aspirações das gerações futuras (Mam, 2010). Isso só é possível quando a conservação envolve sentimentos, crenças e atitudes humanas, bem como ciência e tecnologia (Mam, 2010).

Como em qualquer arquipélago, a baixa diversidade de espécies referida anteriormente, não é equivalente a um baixo interesse do ponto de vista da conservação, já que nos Açores ocorre um conjunto de espécies únicas (Cardoso *et al.*, 2008).

A perda das florestas naturais no arquipélago dos Açores começou com a chegada dos primeiros colonos portugueses no século XV (Cardoso *et al.*, 2006). Atualmente, temos uma paisagem muitíssimo modificada e os ecossistemas originais estão quase totalmente restritos a reservas protegidas, na sua maioria em altitudes superiores a 600 m (Cardoso *et al.*, 2006).

Nos Açores, atualmente, existe uma combinação de florestas naturais (particularmente na Terceira, Pico e Flores) e florestas nativas primárias e secundárias perturbadas principalmente como consequência do impacto causado pela invasão de espécies exóticas (Cardoso *et al.*, 2006).

A recuperação ativa da vegetação nativa requer um estudo da reprodução natural nas espécies existentes na comunidade, o desenvolvimento de técnicas de propagação, principalmente dirigidas às espécies indígenas ameaçadas e o desenvolvimento de técnicas de controlo da flora exótica invasora (Pereira *et al.*, 1998).

3.2. Áreas protegidas

O movimento moderno das áreas protegidas teve origem, no século XIX, na América do Norte, Austrália, Europa e África do Sul, onde as áreas protegidas foram criadas principalmente para proteger características naturais espetaculares e a vida selvagem, principalmente nas áreas com pouco potencial de uso económico (Watson *et al.*, 2014).

A escassez de recursos na gestão das áreas protegidas é a principal razão para o baixo desempenho na eficácia destas áreas, especialmente no mundo em desenvolvimento (Watson *et al.*, 2014). A falta de recursos afeta a demarcação de limites, a aplicação eficaz da lei, a gestão dos recursos naturais e culturais e o fornecimento de infraestruturas adequadas e deste modo todos estes aspetos afetam o desempenho de uma área protegida (Watson *et al.*, 2014).

Para o benefício das gerações presentes e futuras, as áreas protegidas estão no centro dos compromissos globais, de forma a preservar uma grande diversidade de bens e serviços essenciais para a vida na Terra, tais como: (i) são lares para comunidades humanas; (ii) amortecedores naturais contras as mudanças climáticas; (iii) fontes de água pura e outros serviços vitais; (iv) depósitos genéticos; (v) proteção de locais sagrados e de recreação e renovação espiritual e física (Mulongoy & Chape, 2004).

Quase 12% da superfície terrestre são áreas protegidas e estas constituem uma das maiores mudanças do uso do solo na história, no entanto elas ainda representam a melhor hipótese de conservação *in situ* efetiva da biodiversidade (Mulongoy & Chape, 2004).

Todavia, a criação de áreas protegidas não garante inteiramente a conservação destes ecossistemas (Pereira *et al.*, 1998). Primeiro, pela falta de conhecimento sobre a área mínima

necessária para manter a biodiversidade e a dinâmica dessas comunidades, e segundo, pela falta de condições pessoais, materiais e de conhecimento para gerir essas áreas protegidas (Pereira *et al.*, 1998). A ausência de gestão nas áreas protegidas, permite que diversas atividades antrópicas inadequadas, a invasão de espécies vegetais exóticas e a erosão do solo resultem no empobrecimento contínuo da cobertura vegetal (Pereira *et al.*, 1998).

As áreas protegidas são uma ferramenta fundamental para a conservação da natureza e para redução da perda de biodiversidade em todo o mundo (Vergílio *et al.*, 2017). A própria biodiversidade suporta um alto valor socioeconómico (Mulongoy & Chape, 2004). Beneficiamos diretamente do potencial genético das espécies vegetais e animais, parte significativa das quais hoje depende das áreas protegidas (Mulongoy & Chape, 2004).

No entanto, estas áreas desempenham vários outros papéis sociais e económicos importantes (Mulongoy & Chape, 2004). Uma quantidade desproporcional da água potável do mundo vem das áreas florestais protegidas, por exemplo, um terço das 100 maiores cidades do mundo obtém uma proporção substancial da sua água potável das áreas protegidas (Mulongoy & Chape, 2004). Parques e reservas são importantes “pulmões verdes”, oferecendo espaço para as pessoas desfrutarem de recreação (Mulongoy & Chape, 2004). Elas ajudam a proteger os valores culturais e espirituais (Mulongoy & Chape, 2004).

Nos Açores, as primeiras áreas protegidas foram a Caldeira do Faial e a Montanha do Pico, criadas em 1972 (Costa *et al.*, 2013). Mais tarde foram definidas duas unidades básicas (os Parques Naturais Insulares e o Parque Marinho dos Açores) e cinco categorias de áreas protegidas (Reserva Natural; Monumento Natural; Área Protegida de Habitats ou Gestão de Espécies; Paisagem Protegida; Área Protegida de Gestão de Recursos) (Costa *et al.*, 2013).

Estas áreas no arquipélago dos Açores foram criadas com o objetivo de conservar os ecossistemas que eram reconhecidos pelo seu valor em termos de fauna e flora ou por existirem habitats com uma raridade e integridade elevada ou ainda pela ocorrência de paisagens ou elementos invulgares geológicos (Gomes, 2018). A ocupação e intervenção do homem no habitat, juntamente com a introdução de plantas e espécies animais exóticas, resultaram na redução, fragmentação e modificação das áreas ocupadas pelas comunidades vegetais naturais açorianas (Pereira *et al.*, 1998). Os esforços das últimas décadas para a conservação destas comunidades resultaram na criação de várias áreas protegidas (Pereira *et al.*, 1998).

Nos Açores, as áreas protegidas englobam os habitats terrestres mais importantes, das zonas costeiras até às zonas de montanha, incluindo um número considerável de habitats, desde os matos costeiros até ao zimbral e à floresta Laurissilva que atualmente apenas subsiste relativamente intacta em zonas de altitude nas ilhas Terceira, Pico e Flores (Cardoso *et al.*, 2008).

A maior parte destas áreas protegidas existentes nos Açores inclui os locais mais ricos em artrópodes endémicos e também em espécies raras de briófitas europeias, mas a área não protege toda a fauna e flora nativas (Borges *et al.*, 2009).

As áreas protegidas são estrategicamente importantes para garantir uma gestão bem-sucedida da política de conservação da biodiversidade nos Açores (Borges *et al.*, 2009). O progresso na conservação da biodiversidade açoriana depende predominantemente de estudos de longo prazo sobre a distribuição e abundância de espécies focais e o controlo de espécies invasoras (Borges *et al.*, 2009). Em pequenas ilhas onde o espaço é limitado, tal como os recursos naturais, as áreas protegidas e as restrições resultantes facilmente chocam com as atividades humanas e com as expectativas económicas, mesmo quando as áreas protegidas também criam oportunidades económicas relevantes, como é o caso do turismo de natureza (Vergílio *et al.*, 2017). Muitas das espécies agora classificadas como prioritárias são exclusivas das poucas e relativamente dispersas manchas de habitat natural que resistiram à pressão humana (Cardoso *et al.*, 2008).

A estratégia de conservar áreas de terra, água e mar em áreas protegidas assenta no pressuposto de que estas áreas são permanentes, ou seja, que os valores biológicos, culturais e estéticos que ali ficam estarão protegidos num futuro próximo (Mulongoy & Chape, 2004). No entanto, estas áreas enfrentam uma série de ameaças desanimadoras, que vão desde os impactos imediatos da caça furtiva até aos efeitos subtis da poluição do ar ou das mudanças climáticas (Mulongoy & Chape, 2004). Mesmo que as próprias áreas protegidas permaneçam relativamente intactas, elas podem sofrer com o isolamento e a fragmentação se o uso da terra circundante mudar ou se intensificar (Mulongoy & Chape, 2004).

Longe de proteger a biodiversidade do mundo, grande parte das áreas protegidas carecem urgentemente de proteção (Mulongoy & Chape, 2004).

CAPÍTULO IV - METODOLOGIA

4.1. Modelo de Análise

4.1.1. Especificação de variáveis

Um modelo de análise é um instrumento que permite não só especificar e operacionalizar as variáveis em estudo, mas também as relações que existem entre elas. No Quadro 4.1 discriminam-se as variáveis, e a sua operacionalização em variáveis indicadoras, da avaliação do estado de conservação da biodiversidade da Matela.

Quadro 4.1 - Especificação das variáveis correspondentes aos dois conceitos centrais do estudo: biodiversidade e de áreas protegidas

Conceito	Dimensão	Subdimensão	Indicador
Biodiversidade	Diversidade de espécies		Lista de espécies
			Riqueza de espécies
		Evolução histórica	Abundância e riqueza de espécies
			Elenco comparativo entre diferentes momentos no tempo
		Estatuto de colonização (EC)	Elenco de espécies endémicas
			Elenco de espécies nativas
			Elenco de espécies exóticas
			Elenco de espécies invasoras
		Estatuto de raridade	Abundância da espécie
			Especificidade do habitat
			Distribuição geográfica da espécie
		Biológicas	Cobertura de espécies invasoras
			Abundância de mamíferos exóticos (número)
Gestão de áreas protegidas	Estado de conservação	Estado de conservação das espécies	Evolução do número de espécies por EC
			Evolução do número de espécies endémicas
			Estatuto de vulnerabilidade das espécies (IUCN)
		Estado de conservação da área protegida	Evolução do coberto vegetal
			Evolução da fauna associada

Neste trabalho abordaremos dois conceitos distintos: a biodiversidade e a gestão das áreas protegidas. O primeiro conceito engloba a dimensão da diversidade de espécies que por sua vez apresenta as seguintes subdimensões: a própria diversidade de espécies, a evolução histórica, o estudo de colonização, o estatuto de raridade e fatores biológicos. Cada uma dessas subdimensões serão avaliados diversos indicadores. Para a diversidade de espécies será feita uma lista de espécies e a sua riqueza. Na evolução histórica os indicadores selecionados foram a abundância relativa de espécies e o elenco comparativo entre diferentes momentos no tempo.

Na subdimensão do estatuto de colonização será avaliado o elenco das espécies endémicas, nativas, introduzidas e invasoras, através da sua riqueza e abundância. No estatuto de raridade serão avaliadas as três dimensões propostas por Rabinowitz (1981), nomeadamente abundância da espécie, especificidade do habitat e distribuição geográfica da espécie. Os fatores biológicos vão ser avaliados pela cobertura das espécies invasoras e a abundância de mamíferos exóticos.

O segundo conceito engloba a dimensão “estado de conservação” que apresenta duas subdivisões: estado de conservação das espécies e o estado de conservação da área protegida. Para a avaliar o estado de conservação das espécies foram utilizados os seguintes indicadores: a evolução do número de espécies por estatuto de colonização, a evolução do número de espécies endémicas e estatuto de vulnerabilidade das espécies (IUCN). Já na subdimensão do estado de conservação da área protegida será avaliada a evolução do coberto vegetal e da fauna associada.

4.1.2. Relação entre variáveis em estudo

O modelo gráfico apresentado na Figura 4.1. mostra a interação entre as variáveis em estudo e as perguntas de investigação a que se pretende responder.

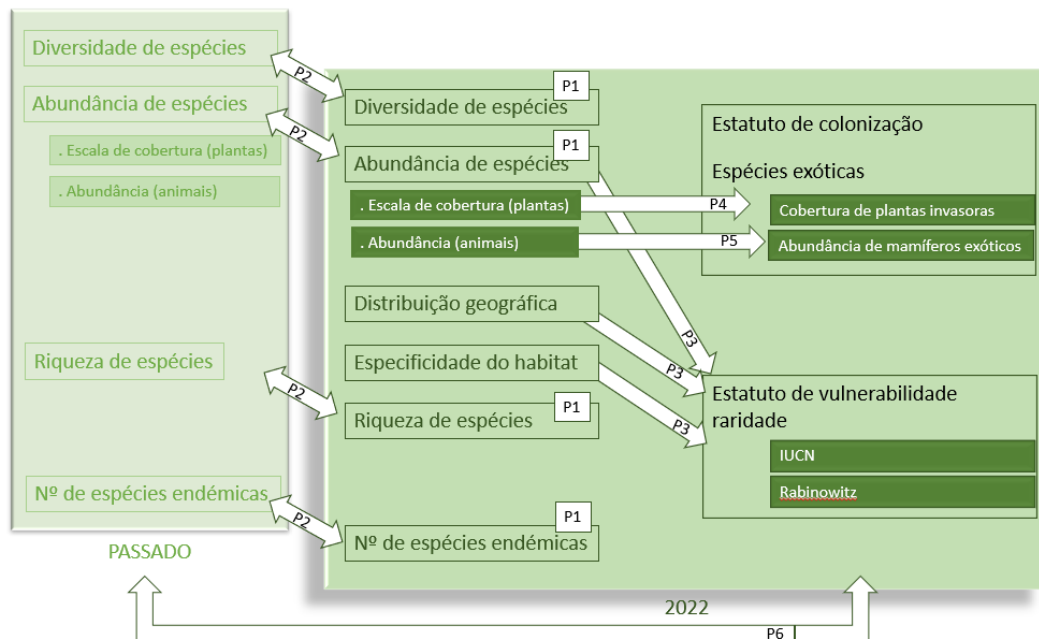


Figura 4.1 - Representação gráfica da relação entre as variáveis do estudo e as perguntas de investigação (P) a que o trabalho se propõe responder

Da comparação de resultados provenientes de estudos do passado e do presente (2022) e dos dados de estatuto de colonização e estatuto de raridade das espécies de cinco grupos

taxonómicos poder-se-á responder às seis questões de investigação.

4.2. Enquadramento geográfico da área de estudo

4.2.1. Arquipélago dos Açores

As ilhas dos Açores são um arquipélago composto por nove ilhas habitadas no meio do Oceano Atlântico entre 36º 55' e 39º 43' de latitude norte e entre 24º 46' e 31º 16' de longitude oeste (Schäfer, 2021). Dispõem-se assim numa vasta área que atinge os 600 km de distância entre as ilhas de São Miguel e do Corvo (Pacheco *et al.*, 2013). Localizam-se na junção de três placas tectónicas: a Euroasiática, a Africana e a Norte-americana (Pacheco *et al.*, 2013).

O facto de haver grande dispersão entre ilhas levou a que o arquipélago fosse subdividido em 3 grupos: o grupo Ocidental (Corvo e Flores), o grupo Central (Faial, Pico, São Jorge, Graciosa e Terceira) e o grupo Oriental (São Miguel e Santa Maria) (Pacheco *et al.*, 2013).

Os Açores, durante a maior parte do ano, ou seja, de setembro a março, são frequentemente atravessados pela faixa de tempestade do Atlântico Norte, a principal via dos sistemas meteorológicos de produção de chuva (Santos *et al.*, 2004). As condições climáticas do arquipélago são determinadas pela sua localização geográfica no contexto da circulação global atmosférica e oceânica e pela influência da massa aquática onde se situam (Azevedo, 2001). De uma perspetiva geral, o clima dos Açores pode ser classificado como temperado oceânico, resultado de uma amenidade térmica, de elevados índices de humidade do ar e de precipitação, com ventos persistentes, verificando-se um incremento destas características de leste para oeste (Azevedo, 2001).

A temperatura média anual de todo o arquipélago junto à costa é de 17,5°C, registando-se valores de média mensal de humidade relativa do ar de 80% (Azevedo, 2001). A precipitação aumenta de leste para oeste, variando entre os 700-900 mm média anual, com os meses de setembro a março a marcarem 75% da precipitação anual (Azevedo, 2001). Aqui, predominam os ventos do quadrante oeste (Azevedo, 2001).

4.2.2. Ilha Terceira

A ilha Terceira apresenta uma forma oval com uma altitude média correspondente a 280 metros, associada ao clima ventoso e húmido dos Açores, sendo o ponto mais alto a ocidente, a Serra de Santa Bárbara (Santos & Pinho, 2005). Esta serra possui 1 023 metros de altitude (Santos & Pinho, 2005). Apresenta um comprimento máximo de 29 km e uma largura máxima de 18 km (Santos & Pinho, 2005). O comprimento total da linha de costa da ilha é de

cerca de 85 km (Santos & Pinho, 2005).

No que diz respeito à temperatura média anual, os valores mais elevados ocorrem nas zonas litorais de baixa altitude, reduzindo com o aumento da altitude (Silva, 2010). Por sua vez, a humidade relativa média do ar atinge os seus valores mais elevados na zona central da ilha, o que influencia a ocorrência, nestas zonas, de muitos nevoeiros, aumentando a precipitação oculta (Silva, 2010).

A diferença entre os valores de humidade relativa deve-se ao facto de a costa Norte estar diretamente exposta a ventos polares mais frios e secos, e ser menos húmida do que a costa Sul, que se encontra exposta a ventos tropicais húmidos (Silva, 2010).

4.2.3. Matela: uma área protegida para a gestão de habitats ou espécies no parque natural da Terceira

A Matela, com 220 530 m², faz parte do Parque Natural da ilha Terceira e ao abrigo do Decreto Legislativo Regional n.º 11/2011/A, de 20 de abril, foi classificada como Área Protegida para Gestão de Habitats ou Espécies. Esta área apresenta quatro tipos de uso de solo: vegetação semi-natural, floresta de eucalipto esparsa, mata de criptoméria e zona de pastagem, como se pode observar na Figura 4.2 (CMAH, 2007).

De acordo com o Decreto Legislativo Regional n.º 11/2011/A, de 20 de abril, a área protegida da Matela, destina-se a preservar uma mancha de vegetação natural, relíquia da floresta natural primitiva de baixa altitude. A conservação desta área tem os seguintes objetivos de gestão: (i) assegurar as condições de referência dos habitats necessárias à proteção de espécies significantes; (ii) promover a investigação científica e a monitorização ambiental; (iii) criar e delimitar áreas destinadas ao conhecimento e divulgação das características dos habitats; (iv) disciplinar os usos e atividades que possam constituir ameaça à sustentabilidade de habitats ou espécies; e (v) permitir que a população local usufrua de benefícios que resultem da prática de atividades no âmbito da área protegida (Decreto Legislativo Regional n.º 11/2011/A, de 20 de Abril).

A área classificada da Matela desenvolve-se sobre um antigo derrame de lava, sobre o qual se instalaram importantes comunidades naturais (CMAH, 2007). Foi a falta de um terreno evoluído sobre esse substrato rochoso que desmotivou o ser humano para avançar com arroteias e, conseqüentemente, a exploração de gado (CMAH, 2007). No entanto, a divisão administrativa da propriedade veio, mais tarde, trazer sérios inconvenientes à salvaguarda dessas comunidades (CMAH, 2007). A comunidade natural que mais representa esta área é a Floresta de *Laurus Submontana* onde existem diversas espécies da flora e fauna endémica dos

Açores (Elias *et al.*, 2016).

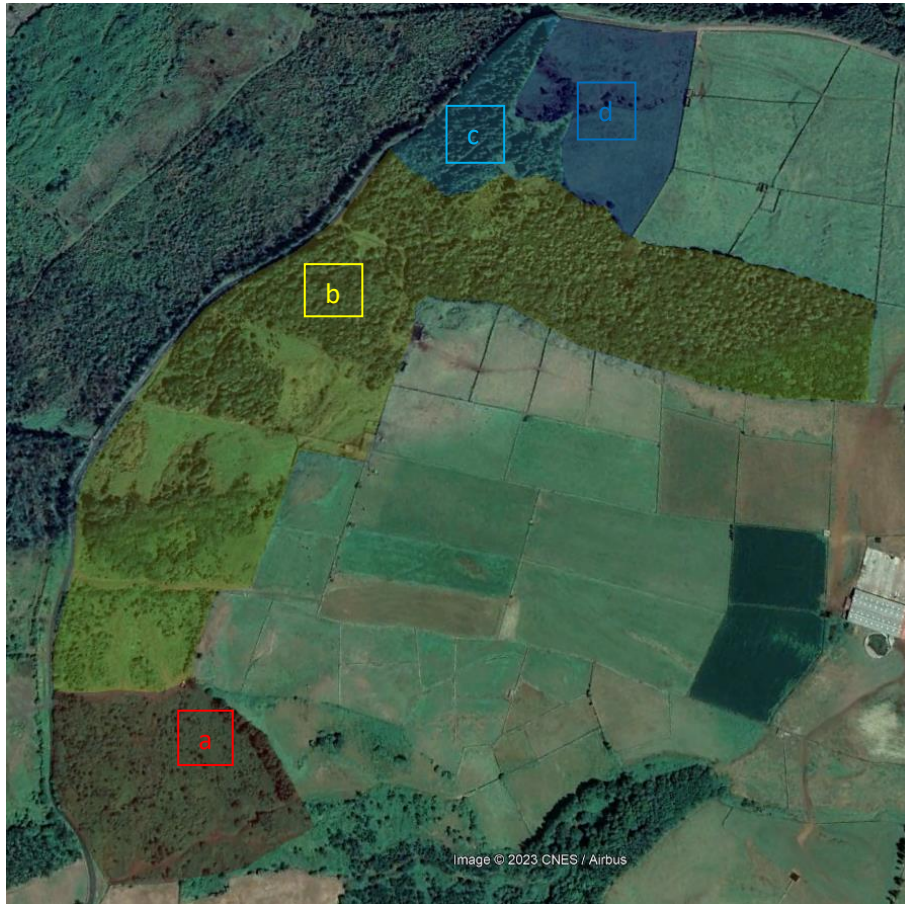


Figura 4.2 – Área Protegida para Gestão de Habitats ou Espécies, Matela, ilha Terceira, Açores, com delimitação dos quatro tipos de uso do solo: (a) vermelho, antiga floresta de eucalipto; (b) amarelo, vegetação semi-natural; (c) azul-claro, mata de criptoméria; (d) azul-escuro, zona de pastagem. Fonte: Google Earth, 2023

De acordo com o Decreto Legislativo Regional n.º 15/2012/A de 2 de abril, a Matela enquadra-se na categoria IV de áreas protegidas, ou seja, é uma “área de terra ou mar sujeita a medidas ativas de gestão e intervenção com propósitos de gestão para manutenção de habitats ou para satisfazer objetivos e necessidades específicos de conservação de determinada espécie ou espécies” (p. 1687).

4.3. Exploração de fontes documentais diversas para a caracterização da Matela

4.3.1. Pesquisa bibliográfica

O processo de busca de bibliografia com informação respeitante à Matela foi feito sobretudo a partir da plataforma *Google Scholar* (<http://scholar.google.pt/>), embora também tenham sido consultados repositórios científicos como o Repositório Científico de Acesso Aberto de Portugal (<https://www.rcaap.pt/>), o Repositório da Universidade dos Açores

(<https://repositorio.uac.pt/>) e o site *Open Access Theses and Dissertations* (<https://oatd.org/>). Esta recolha permitiu a obtenção de uma vasta gama de documentos, sobretudo publicados em revistas científicas, mas também em livros e capítulos de livros, actas, teses e dissertações, e jornais oficiais. Os estudos seleccionados incluíam os termos de busca: “Matela”, “Matela”+“Açores”, “Matela”+“Açores”.

Foram incluídos no trabalho todas as publicações escritas em português ou inglês, datadas a partir de 1970. Após a recolha de todos os documentos disponíveis, excluíram-se os que não forneciam dados de entrada de biodiversidade dos cinco grupos taxonómicos abordados no estudo (ex. estudos que se referiam ao património geológico ou hidrológico da Terceira).

Os estudos foram seleccionados com base em critérios de inclusão, sendo estes artigos ou estudos feitos em português ou inglês.

A bibliografia empregue é composta por artigos científicos, trabalhos de investigação, teses de mestrado e de doutoramento, e decretos legislativos. As referências bibliográficas foram feitas com base na 7ª edição das normas da APA (2020).

A procura da bibliografia centrou-se, essencialmente, em estudos realizados nos Açores, embora tenham sido analisados alguns internacionais para a contextualização de alguns conceitos. Algumas das palavras-chaves utilizadas na procura por informação foram: *biodiversity*, *biodiversity*; *azores*, áreas protegidas; açores, raridade das espécies; açores, *rarity of species*; açores, “*nature conservation*”; “*azores*”, *species diversity*, *endemic species*, invasões biológicas; açores, ameaças à biodiversidade.

Alguns os documentos que não estavam disponíveis na Internet estavam acessíveis nas bibliotecas dos orientadores.

Após todas as espécies identificadas na literatura e nos dados não publicados foi feita a caracterização das espécies em dois aspetos: o seu estatuto de colonização nos Açores baseado na informação disponível no Portal da Biodiversidade dos Açores (<https://azoresbioportal.uac.pt/pt/>) e a avaliação da Lista Vermelha da IUCN (<https://www.iucnredlist.org/>).

4.3.2. Pesquisa de informação em Portais da Internet

Para além da bibliografia publicada, ainda se pode encontrar informação sobre a Matela em vários portais dedicados a compilar dados da diversidade e distribuição como o *Biodiversity4All* (<https://www.biodiversity4all.org/>) e a *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF) (<https://registos.gbif.pt/>). O primeiro recolhe dados fornecidos por utentes interessados

em biodiversidade, sendo o representante português do projecto *inaturalist* (<https://www.inaturalist.org/>). O segundo, é um portal de dados da biodiversidade global, com ligação ao GBIF-Portugal, e que para os Açores tem entrada a partir do Portal da Biodiversidade dos Açores (<https://azoresbioportal.uac.pt/pt/analise-de-ocorrencias/>). Desse modo foi possível aceder aos dados publicados nessa plataforma para a área da Matela, bem como a sua data da publicação.

Ao explorar a área de ocorrências do GBIF, centrada na Matela, e num raio de 1 km, quantas espécies já foram identificadas e em que ano foi feito esse mesmo registo. Através dessa área indicada pelo GBIF, que se pode observar na Figura 4.3, procura-se quais os registos (pontos vermelhos indicados no mapa da Figura 1) que se encontram dentro da área da Matela. No GBIF pode-se encontrar informação sobre os briófitos, os artrópodes, as aves e os mamíferos.

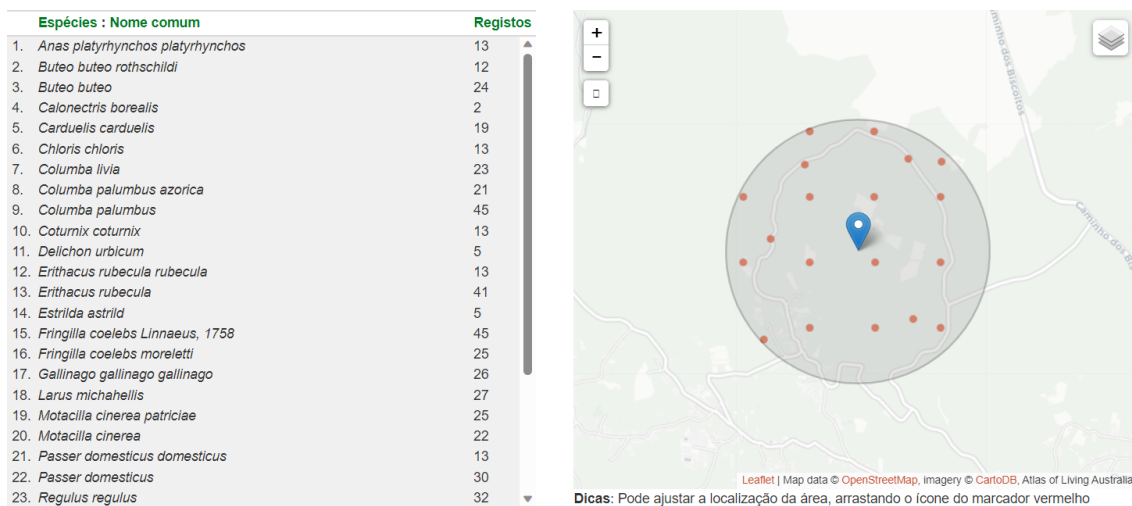


Figura 4.3 - Exemplo das espécies de aves indicadas pelo GBIF que estão registadas num raio de 1 km na Matela, ilha Terceira, Açores

4.4. Amostragem de campo: grupos taxonómicos e a sua inventariação

4.4.1. Inventariação de briófitos

Para a inventariação de Briófitos, utilizou-se uma metodologia adaptada de Borges *et al.* (2018), o protocolo *BRYOLAT*. Foram amostrados nove *quadrats*, de área de 2 m x 2 m, ao longo da área de estudo. Destes nove quadrats, três foram realizados na floresta, três quadrats numa zona de pastagem e outros três na área do antigo eucaliptal.

Os substratos que foram analisados incluem epífitos, solo, rocha, matéria orgânica morta, húmus e epífilos. Para cada substrato foram recolhidas três amostras através de um *microplot* de 10 x 5 cm. Nos troncos das árvores foram amostrados segmentos pré-

determinados, ou seja, uma das amostras foi feita junto ao solo (0 – 50 cm), outra dos 50 aos 100 cm do solo e a terceira amostra dos 100 aos 200 cm do solo.

A colheita de cada um dos substratos foi realizada sempre no local onde existe mais diversidade e riqueza de espécies de forma a conseguir um maior número de espécies que existem no local em estudo. A localização foi feita em cada uma das áreas de 2 x 2 m, com auxílio do GPS (OREGON 750t da marca GARMIN), com um erro máximo de três metros. As coordenadas foram apresentadas em graus e minutos decimais (DD° MM, MM'). Foi necessário usar as decimais do minuto para que se conseguisse obter as diferenças de umas áreas para as outras, devido à proximidade dos locais.

Para cada uma das amostras recolhidas foi preenchido um carimbo com as informações necessárias, por exemplo luz, humidade, evaporação, rugosidade, etc para cada um dos pacotes com a amostra. Para estimar a abundância de cada espécie dentro de cada *miniplot* 10 x 5 cm, no campo, foi usada a escala *Bryophyte Cover* (%), como se pode observar no Quadro 4.2. Para além disso, foi feita a colheita de uma amostra de pH para cada uma das amostras recolhidas de todos os substratos sempre que possível. Nas análises, a abundância foi calculada através do número de *microplots* em que cada espécie está presente.

A identificação das espécies foi feita posteriormente no laboratório com o auxílio de uma lupa e de um microscópio. A nomenclatura utilizada para os briófitos segue Gabriel (2022) e a confirmação dos nomes das espécies foi feita no Portal da Biodiversidade dos Açores (<https://azoresbiportal.uac.pt/pt/>).

Quadro 4.2 – Escala de cobertura de briófitos de Braun-Blanquet, com sete níveis, e a sua correspondência em percentagem (%).

Escala de cobertura de briófitos	
i	Um indivíduo
+	1-5%
1	5-25%
2	25-50%
3	50-75%
4	75-95%
5	95-100%

4.4.2. Inventariação de plantas vasculares

Uma vez que existiam dados recentes acerca da identificação e cobertura de plantas vasculares na zona norte da Matela, recolhidos em 2015 (Joana Roxo e Prof. Dr. Rui Bento Elias, dados não publicados) e em junho de 2022 (Joana Romão e Prof. Dr. Rui Bento Elias; Romão, 2022), e estes dados foram gentilmente cedidos pelo Senhor Professor Doutor Rui Bento Elias,

esses levantamentos foram utilizados para completar os dados recolhidos neste trabalho.

Para a recolha de dados referente às Plantas Vasculares, utilizou-se a mesma metodologia dos trabalhos anteriormente referidos. Foram procuradas áreas aleatórias ao longo da área de estudo, de forma a cobrir o máximo possível da vegetação e espécies existentes. Em cada uma das áreas foram realizados inventários de espécies de 5 m x 5 m feitos no campo com auxílio de uma corda com marcação de um em um metro. Em cada uma das áreas procedeu-se ao registo de todas as espécies existentes, utilizando-se Classes Ordinais de *Van der Maarel* (1979) para classificar a cobertura vegetal (Quadro 4.3), de forma a estimar a abundância de cada espécie no local. Para as análises, a abundância foi calculada através do número de *sub-plots* em que cada espécie está presente.

Para cada inventário registou-se a localização GPS (GARMIN, modelo OREGON 750t), com um erro máximo de três metros. As coordenadas foram apresentadas em graus e minutos decimais (DD° MM, MM'). Foi necessário usar as decimais do minuto para que se consiga obter as diferenças de umas áreas para as outras, devido à proximidade dos locais.

Quadro 4.3 - Classes Ordinais de Van der Maarel (1979) correlacionando a área de cobertura de uma planta com um valor transformado (OTV - *Ordinal Transform Values*)

OTV	Cobertura (c): Intervalo Interpretado
1	$0 \leq 0,5 \%$
2	$0,5 < c \leq 1,5 \%$
3	$1,5 < c \leq 3 \%$
4	$3 < c \leq 5 \%$
5	$5 < c \leq 12,5 \%$
6	$12,5 < c \leq 25 \%$
7	$25 < c \leq 50 \%$
8	$50 < c \leq 75 \%$
9	$c > 75 \%$

Para além destes inventários realizados, foi feita uma lista com todas as espécies observadas no local, ao longo da recolha de dados, mesmo que algumas destas espécies não tivessem ficado registadas nos inventários de 5 m x 5 m.

A nomenclatura utilizada segue Schaefer (2021) e Elias (2022) e a confirmação dos nomes das espécies foi feita no Portal da Biodiversidade dos Açores (<https://azoresbioportal.uac.pt/pt/>).

4.4.3. Inventariação de artrópodes

Para os artrópodes do solo foi colocado um conjunto de 30 armadilhas de queda (*pitfall traps*), que ficaram no solo por duas semanas. Estas armadilhas consistem em copos de plástico com 4,2 cm de diâmetro e 7,8 cm de profundidade (Gaspar *et al.*, 2008). Foram escavados buracos no solo para cada copo de plástico, de forma que a borda do copo fique nivelada com a superfície do solo (Gaspar *et al.*, 2008). Metade das armadilhas foram preenchidas com uma solução não atrativa (solução anticongelante de etilenoglicol) e o restante com uma solução geral atrativa (Turquin), preparada principalmente com cerveja preta e alguns conservantes (5 ml ácido acético, 5 ml formol e 10 gr hidrato cloral para 1 litro de cerveja preta) (Gaspar *et al.*, 2008). As armadilhas foram enterradas no solo de forma que a borda do copo fique nivelada com a superfície do solo, iniciando o transepto com uma armadilha que contém Turquin e alternando com as armadilhas de Etileno (Gaspar *et al.*, 2008). As armadilhas foram protegidas da chuva por meio de uma placa plástica, com cerca de 5 cm acima do nível da superfície e fixados ao solo por dois pedaços de arame (Gaspar *et al.*, 2008). As amostras depois de recolhidas no campo foram triadas e conservadas em etanol 96%.

Para os artrópodes voadores foi colocada uma armadilha de intercepção de voo (*SLAM traps*) (Borges *et al.*, 2017). O recipiente de amostragem foi preenchido com propilenoglicol para matar e conservar as amostras (Borges *et al.*, 2017). As armadilhas têm aproximadamente 110 x 110 x 110 cm, intercetando os artrópodes voadores numa área de malha preta (Borges *et al.*, 2017). A amostragem teve início a 12 março de 2022 e terminou a 12 de setembro de 2022, ou seja, uma duração de 6 meses. As amostras depois de recolhidas no campo foram triadas e conservadas em etanol 96%.

Para além disso, foi realizado o protocolo de batimento de folhagem usando o protocolo BALA descrito em Gaspar *et al.* (2008). Foi selecionado um transepto e, a partir daí, foram escolhidas 10 árvores de quatro espécies diferentes (*Laurus azorica* (Seub.) Franco, *Erica azorica* Hochst. ex Seub., *Juniperus brevifolia* (Hochst. ex Seub.) Antoine e *Pittosporum undulatum* Vent.). Nesta metodologia, bateu-se nos ramos das árvores com a ajuda de uma vara de madeira, desta forma a folhagem e os artrópodes ficam sobre uma bandeja de tecido que afunila para dentro de um saco de plástico de forma a guardar as amostras para, posteriormente, fazer a triagem. No laboratório fez-se a seleção de todas as espécies encontradas em cada saco de plástico e colocou-se num recipiente com etanol 96%.

A triagem, ou seja, a seleção das morfologias e identificação posterior das morfoespécies foi feita no laboratório com o auxílio de uma lupa (Leica EZ4). A nomenclatura utilizada para os artrópodes segue o Portal da Biodiversidade dos Açores

(<https://azoresbioportal.uac.pt/pt/>).

4.4.4. Inventariação de aves

O protocolo utilizado para a recolha de dados das aves foi adaptado de Borges *et al.* (2018). Foram escolhidos cinco pontos de observação, separados por 200 m-300 m de distância. O recenseamento foi feito sempre entre as 07h00 e as 11h00 da manhã, horário que corresponde ao período de maior atividade das aves em defesa do seu território e construção de ninhos (Borges *et al.*, 2018).

Foi aplicado o método do ponto de audição, que consiste no registo de todas as espécies de aves e indivíduos observados e ouvidos durante um período de cinco minutos contínuos, numa zona com um raio de 25 metros em torno de um ponto previamente selecionado. As recolhas foram feitas cinco minutos por dia em cinco pontos de audição. Este processo foi repetido até concluir 25 pontos de observação. Para cada uma das observações foram registadas informações como o horário de início, o horário do fim, a lista de espécies detectadas e o número de indivíduos por espécie (sempre que possível).

Para realizar as observações foram utilizados binóculos, um guia de campo (Guia Prático da Fauna Terrestre dos Açores / *Field Guide of Azorean Terrestrial Fauna* (Gabriel & Borges, 2022) e uma corda com uma marcação de 1 em 1 metro (para marcar um raio de 25 metros).

Para além das observações feitas com o método do ponto de audição, foram aproveitados os dados recolhidos através das *camera traps*, utilizadas para capturar imagens dos mamíferos, pois estas armadilhas para além de capturar fotografias de mamíferos também capturam imagens de algumas aves.

Para calcular a abundância das aves capturadas pelas armadilhas fotográficas foi utilizado o índice de abundância relativa, tal como referido e explicado na metodologia do grupo taxonómico dos mamíferos (Lamelas-López & Santos, 2021).

A nomenclatura utilizada segue Melo & Pereira (2022) e a confirmação dos nomes das espécies foi feita no Portal da Biodiversidade dos Açores (<https://azoresbioportal.uac.pt/pt/>).

4.4.5. Inventariação de mamíferos

Os Mamíferos foram inventariados através de armadilhas fotográficas (*camera traps*), tendo os locais sido selecionados aleatoriamente, mas separados por pelo menos 200 metros para garantir a independência dos dados. Montou-se uma armadilha fotográfica em cada local, 30 cm acima do solo, a apontar para o isco (Lamelas-López & Salgado, 2020). As armadilhas fotográficas permaneceram ativas por pelo menos uma semana e registaram a data e hora de

cada fotografia. Junto a estas armadilhas existiram iscos com sardinhas de conserva, aveia e melão de cana, de forma a atrair os mamíferos junto das armadilhas. A sensibilidade do sensor infravermelho foi ajustada para alto para aumentar as taxas de captura fotográfica (Lamelas-López & Salgado, 2020).

A cada oito dias, no mínimo, fez-se a manutenção das câmaras (mudança das pilhas e dos cartões de memória) e dos iscos. Para além disso, mudou-se a localização das armadilhas, de forma a captar informação do máximo possível da área da Matela. Ao fim de 30 locais diferentes, analisaram-se todas as fotografias, de forma a separá-las por espécies, e excluir aquelas que porventura não capturaram nenhuma espécie.

Para calcular a abundância dos mamíferos foi utilizado o índice de abundância relativa (Lamelas-López & Santos, 2021). Esta metodologia pode ser afetada pela taxa de revisitação na armadilha fotográfica e para reduzir esse potencial viés classificam-se os eventos de captura de fotografias e consideram-se independentes apenas quando: (i) a fotografia representa a primeira captura de um mamífero naquela câmara, naquele dia, ou seja, uma espécie registada a cada 24 horas; (ii) no mesmo dia, os indivíduos se conseguem identificar por características morfológicas, por exemplo, tamanho, pelagem ou marcas corporais; ou (iii) vários indivíduos são simultaneamente capturados na mesma fotografia (Lamelas-López & Santos, 2021).

Para além desta metodologia, foi utilizado o método de observação direta para todos os mamíferos que fossem observados durante a recolha de dados. Nesses casos foi registada a espécie, o dia da observação e a localização específica.

A nomenclatura utilizada segue Amorim & Lamelas-López (2022) e a confirmação dos nomes das espécies foi feita no Portal da Biodiversidade dos Açores (<https://azoresbiportal.uac.pt/pt/>).

4.5. Metodologia de análise de dados

Através dos dados recolhidos foram preparadas duas bases de dados no Excel usando as regras *Darwin Core* do GBIF: uma com todos os dados taxonómicos (*Occurrence Table*) e outra com os meta-dados sobre as amostras (*Event Table*). Foi criada uma tabela dinâmica com os dados obtidos de forma a condensar os resultados das duas tabelas e a facilitar a análise desses resultados.

4.5.1. Estatística descritiva

Para cada grupo taxonómico, fez-se uma análise inicial usando a estatística descritiva. A estatística descritiva utiliza técnicas para organizar, apresentar e analisar os dados do presente

estudo (Fisher & Marshall, 2008). Inicialmente foram utilizadas medidas de tendência central, ou seja, a média, a moda (o valor numérico com a maior frequência) e a mediana (a pontuação média de uma distribuição ordenada por classificação) (Fisher & Marshall, 2008). Para além das medidas de tendência central, utilizaram-se medidas de dispersão, tais como a distribuição de frequência (o número de casos por categoria), a amplitude (a distância entre a pontuação mais alta e mais baixa), a distância interquartil (o intervalo dentro do qual cabe os 50% intermediários das pontuações) e o desvio-padrão (a diferença média de cada pontuação para a média) (Fisher & Marshall, 2008).

4.5.2. Análise da diversidade

A diversidade de espécies foi quantificada através dos índices propostos por Hill (1973), até ao terceiro nível, por serem, provavelmente, os de interpretação mais genérica e menos tendencial (Maurer & McGill, 2011). Para calcular estes índices são necessários valores de riqueza (nº de espécies) e abundância (frequência de indivíduos ou da sua cobertura por grupo taxonómico) das espécies.

Índice de Hill 0 – Este índice, S , corresponde ao número total de espécies existentes por amostra em cada grupo taxonómico alvo (Maurer & McGill, 2011).

Índice de Hill 1 – O expoente do índice de Shannon-Wiener (H'), que caracteriza a diversidade de espécies existentes na comunidade e calcula a abundância relativa das espécies presentes, corresponde ao índice Hill de primeira ordem e é utilizado para a análise dos dados, ou seja, quando comparado com o índice Hill de ordem zero percebe-se o quão equilibrada é a comunidade (Magurran, 2004). Quanto maior for a diferença entre esses dois valores menor é a equitabilidade. O Exponente de Shannon-Wiener permite corrigir o valor de Shannon-Wiener (H') porque este índice é aditivo e mais sensível ao esforço de amostragem (Magurran, 2004).

O índice de Shannon-Wiener (H') é calculado a partir da seguinte fórmula (eq.1):

$$H' = - \sum_{i=1}^n \left[\left(\frac{n_i}{N} \right) * \ln \left(\frac{n_i}{N} \right) \right] \quad (\text{eq. 1})$$

n_i = número de indivíduos de cada espécie

N = número total de indivíduos

Índice de Hill 2 – O inverso do índice de Simpson (D) representa uma medida de dominância, uma vez que dá mais peso às espécies comuns (Barros, 2007). De acordo com este índice, a probabilidade de dois indivíduos retirados aleatoriamente de uma comunidade

pertencerem à mesma espécie é dada por:

$$D = \sum_{i=1}^S p_i^2 \quad (\text{eq. 2})$$

p_i = proporção da espécie i na comunidade

S = número total de espécies presentes na comunidade

Índice de Hill 3 – O inverso do índice de Berger-Parker (d) também representa uma medida de dominância e reporta a abundância proporcional apenas das espécies mais abundantes na população (Morris *et al.*, 2014).

$$d = \frac{N_{max}}{N_T} \quad (\text{eq. 3})$$

N_{max} = número de indivíduos da espécie mais abundante

N_T = número de total de indivíduos da amostra

4.5.3. Análise da raridade

Para calcular a raridade de cada espécie foram utilizadas as classes de Rabinowitz. Uma vez atribuída a classificação dos critérios de raridade, de acordo com a lógica definida por Rabinowitz (1981), o objetivo principal foi analisar cada um deles, de modo a poder discutir os padrões observados.

Em relação à distribuição geográfica foram analisadas as espécies num contexto regional (Açores). As espécies são consideradas **restritas** quando são endémicas dos Açores. As restantes espécies são classificadas como **abrangentes**.

Já em relação à abundância foram utilizados os dados recolhidos em 2022, na Matela. Todas as espécies que obtêm um valor inferior à mediana são consideradas como **pouco abundantes** e as restantes como **abundantes**.

Finalmente, em relação à especificidade dos habitats, adaptou-se o método recomendado por Gaston (1994), as espécies que ocorram apenas num habitat são consideradas especialistas (Goulart, 2014). Neste caso, para as aves fez-se o cálculo para quatro tipos de habitat, nomeadamente, a floresta, o antigo eucaliptal, a pastagem e a mata de criptoméria. Para os mamíferos e as plantas vasculares foram analisados três tipos de habitat, a floresta, a mata de criptoméria e o antigo eucaliptal. Para os briófitos, foi calculado também para três tipos de habitat, ou seja, a floresta, o antigo eucaliptal e a pastagem. Para estes quatro grupos taxonómicos, se a espécie estiver presente num único habitat é considerada como **especialista**,

caso esteja presente em duas ou mais é classificada como **generalista**.

Para os artrópodes de solo (*pitfall traps*) e de voo (*SLAM traps*), o cálculo da especificidade dos habitats foi realizado através das armadilhas em que cada espécie se encontrava, ou seja, se a espécie está presente num único tipo de armadilha é considerada como **especialista**, caso se encontre em duas ou mais armadilhas é classificada como **generalista**.

Ainda no sentido de avaliar a probabilidade de extinção de cada espécie, ou seja, a sua vulnerabilidade, foi utilizada a avaliação IUCN de cada uma destas espécies.

4.5.4. Análise temporal da diversidade e raridade

Depois da análise de todos os dados recolhidos em 2022 foi feita uma comparação com dados de anos anteriores de forma a perceber a evolução no local. Para os briófitos, plantas vasculares, aves e mamíferos foi feita uma análise apenas sobre a riqueza das espécies. Neste caso avaliou-se quais as espécies novas que apareceram, quais as que não foram identificadas, se o número de espécies indígenas aumentou ou diminuiu, entre outros aspetos.

Já para os artrópodes, na metodologia das armadilhas *pitfall*, foi realizada uma análise sobre a riqueza e a abundância das espécies e a estrutura da comunidade, onde se comparou os dados de julho de 2002 com 2022. Para a metodologia dos batimentos, foi realizada a mesma análise para as espécies *Erica azorica*, *Laurus azorica* e *Juniperus brevifolia* de agosto de 1999. Ambas as metodologias, de 1999 e 2002, foram realizadas da mesma forma e no mesmo local que a metodologia feita em 2022.

Relativamente ao grupo das plantas vasculares ainda foi feita uma análise para determinar os vários subtipos de vegetação. Realizou-se uma análise de agrupamentos (*cluster analyses*), ou seja, uma análise classificativa hierárquica dos inventários, utilizando como variáveis as percentagens de cobertura das espécies, com recurso ao programa *Community Analysis Package* (CAP). Optou-se por uma classificação aglomerativa de Ward e a dissimilaridade entre inventários foi quantificada através do índice de Bray-Curtis.

Para a cobertura das espécies atribui-se uma percentagem para cada número da escala OTV (*Ordinal Transform Values*), para que o programa pudesse fazer as análises corretamente. A percentagem atribuída foi a média do intervalo correspondente a cada número.

4.5.5. Análise da circularidade das áreas protegidas

O índice de circularidade (IC) tem como objetivo identificar o grau de semelhança da forma do fragmento florestal com a de uma circunferência (Silva *et al.*, 2021). É calculado através da relação entre área e perímetro dos fragmentos florestais, conforme equação abaixo (Fengler

et al., 2015):

$$IC = \frac{2\sqrt{\pi A}}{L} \quad (\text{eq. 4})$$

A = área do fragmento florestal

L = perímetro do fragmento florestal

O índice de circularidade varia de 0 a 1, sendo que a reserva apresentará tendência à forma arredondada quanto mais o valor se aproximar da unidade. Consideram-se valores indicadores de circularidade do fragmento em análise aqueles cujo $IC \geq 0,85$; moderadamente alongados, os que apresentam valores de IC entre 0,65 e 0,84, e alongados sempre que apresentarem valores de $IC < 0,65$ (Fengler *et al.*, 2015; Silva *et al.*, 2021).

CAPÍTULO V – RESULTADOS

Ao analisar a bibliografia encontrada sobre a Matela, percebe-se que já existe alguma informação sobre esta área. No total, foram encontradas 48 referências documentais acerca da Matela, incluindo artigos científicos, livros, trabalhos académicos e teses de mestrado e doutoramento, além de dados disponíveis no GBIF (www.gbif.org/), obtidos a partir do Portal da Biodiversidade dos Açores (<https://azoresbioportal.uac.pt/pt/analise-de-ocorrencias/>), entre 1937 e 2022 (Apêndice 3).

Entre os vários estudos que incluem a Matela como área de estudo, muitos não aprofundam a dimensão da biodiversidade. Exemplificando, entre as 12 referências bibliográficas que mencionam espécies, apenas uma regista a presença de mamíferos para o local, e unicamente uma espécie: o morcego endémico dos Açores, *Nyctalus azoreum* (Thomas, 1901).

A evolução do número de referências para a Matela ao longo do tempo teve um grande significado a partir dos anos 90, onde se consegue observar um aumento de espécies mencionadas (Quadro 5.1). No entanto a década de 2000 foi a que apresentou o maior número de espécies para todas as taxonomias, menos os briófitos que se destacam entre 1990 e 2009.

Quadro 5.1 - Riqueza de espécies referida para a Matela na bibliografia, por década, desde 1930 ao presente

Grupo taxonómico	1930-1939	1940-1949	1950-1959	1960-1969	1970-1979	1980-1989	1990-1999	2000-2009	2010-2019
Briófitos	2	0	0	1	0	3	61	45	2
Plantas vasculares	0	0	0	0	0	0	0	41	0
Artrópodes	0	0	0	0	0	0	41	64	55
Aves	0	0	0	0	0	0	0	17	3
Mamíferos	0	0	0	0	0	0	0	0	1

As listagens de briófitos, plantas vasculares, artrópodes, aves e mamíferos conhecidas da área de estudo antes deste trabalho, vão sendo apresentadas aquando do registo das espécies desses grupos taxonómicos.

5.1. Briófitos

5.1.1. Composição de espécies

A amostragem de briófitos teve início a 26 de agosto de 2022 e terminou a 5 de outubro de 2022, tendo sido avaliados seis substratos (rocha, solo, húmus, matéria orgânica, troncos de árvores e folhas/frondes) em nove quadrats de 2 m x 2m, utilizando três réplicas (*microplots* –

10 cm x 5 cm) por substrato – sempre que possível. A amostragem foi estratificada por habitat, com três quadrats na floresta, três na pastagem e outros três no antigo eucaliptal, tal como se pode observar na Figura 5.1.

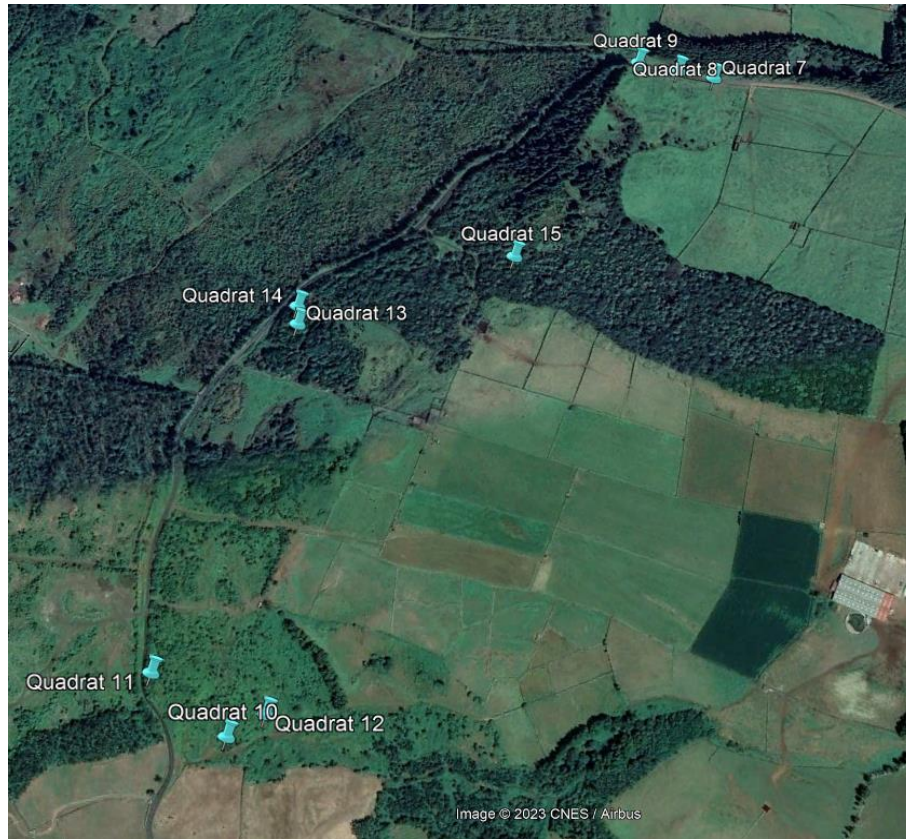


Figura 5.1 - Localização e distribuição dos *quadrats* utilizados para a recolha de dados do grupo taxonómico dos briófitos em 2022, na Matela, ilha Terceira (Açores). Fonte: Google Earth, 2023

No total, foram recolhidos 71 *microplots*, nos nove *quadrats*: 34 *microplots* na floresta, 28 no antigo eucaliptal e nove na pastagem (Quadro 5.2), não havendo grande diferença entre o número de amostras recolhidas no antigo eucaliptal e na floresta, tendo sido recolhidas apenas amostras em rocha na pastagem. Na floresta obtiveram-se amostras de cinco substratos diferentes, nomeadamente rocha, solo, matéria orgânica morta, casca de árvores e folhas/frondes. No antigo eucaliptal também foram amostrados cinco substratos, embora não fosse possível amostras de espécies epífilas, foram obtidas espécies húmicas.

A identificação em laboratório das 71 amostras revelou um total de 77 *taxa* (espécies, subespécies e variedades) pertencentes a duas divisões (Bryophyta, n=45; Marchantiophyta, N=32), 10 ordens e 32 famílias (Quadro 5.3). As hepáticas representam assim 71% da brioflora da Matela.

Quadro 5.2 - Dados obtidos na recolha de dados dos briófitos, em 2022, na Matela, ilha Terceira (Açores) nomeadamente os habitats, os *quadrats* amostrados e os substratos recolhidos em cada *quadrat* (RU = rocha; TE = solo; HU = húmus; LI = matéria orgânica morta; EPa = epífitos dos 0 aos 50 cm; EPb = epífitos dos 50 aos 100 cm; EPc = epífitos dos 100 aos 200 cm; LF = epífilos)

Habitat/Quadrats	Substrato								Total
	RU	TE	HU	LI	EPa	EPb	EPc	LF	
Floresta									34
Q13	3	3		3	1	1	1		12
Q14	3			3	1	1	1		9
Q15	3	1		3	1	1	1	3	13
Eucaliptal									28
Q07	3	3	1	3	1	1	1		13
Q08	3			2	1	1	1		8
Q09	3	2			1	1			7
Pastagem									9
Q10	3								3
Q11	3								3
Q12	3								3

Em relação ao estatuto de colonização, registaram-se quatro espécies endémicas dos Açores, cinco espécies endémicas da Macaronésia, 12 espécies endémicas da Europa, 52 espécies nativas, uma introduzida invasora, e três com estatuto de colonização indeterminado (*Bryum bornholmense*, *Brachythecium campestre* e *Lophocolea* sp.).

A família Brachytheciaceae, entre os musgos e a família Lejeuneaceae, entre as hepáticas, foram as mais diversas, com 10 *taxa* cada, correspondendo a 26% de todos os briófitos observados/identificados.

Quadro 5.3a - Lista de musgos identificados nos *microplots* de 10 cm x 5 cm recolhidos na Matela (ilha Terceira, Açores, Portugal) em 2022. A lista de *taxa* inclui indicação da Divisão, Classe, Ordem e Família, apresentadas por ordem alfabética, bem como o estatuto de colonização (col.) (END_EUR = endémico da Europa; END_MAC = endémico da Macaronésia; END_AZO = endémico dos Açores; NAT = nativo; INT = introduzido; IND = indeterminado) e o número total de *microplots* em que cada espécie está presente (71 *microplots* no total)

Colonização	Taxa	Nº de microplots
Divisão Bryophyta		
Classe Bryopsida		
Ordem Bryales		
Família Bryaceae		
IND	<i>Bryum bornholmense</i> Wink. & R.Ruthe	1
NAT	<i>Bryum ruderale</i> Crundw. & Nyholm	1
Família Mniaceae		
NAT	<i>Plagiomnium undulatum</i> (Hedw.) T.J.Kop.	1
Ordem Dicranales		
Família Dicranaceae		
NAT	<i>Dicranum flagellare</i> Hedw.	1
NAT	<i>Dicranum scottianum</i> Turner	1

Colonização	Taxa	Nº de microplots
Família Ditrichaceae		
NAT	<i>Ceratodon purpureus</i> (Hedw.) Brid. subsp. <i>purpureus</i>	2
Família Fissidentaceae		
NAT	<i>Fissidens asplenioides</i> Hedw.	5
NAT	<i>Fissidens serrulatus</i> Brid.	1
NAT	<i>Fissidens taxifolius</i> Hedw.	4
Família Leucobryaceae		
NAT	<i>Campylopus flexuosus</i> (Hedw.) Brid.	17
INT	<i>Campylopus introflexus</i> (Hedw.) Brid.	3
NAT	<i>Campylopus pilifer</i> Brid.	1
NAT	<i>Campylopus pyriformis</i> (Schultz) Brid. var. <i>azoricus</i>	3
NAT	<i>Campylopus pyriformis</i> (Schultz) Brid. var. <i>pyriformis</i>	1
NAT	<i>Leucobryum glaucum</i> (Hedw.) Ångstr.	1
NAT	<i>Leucobryum juniperoideum</i> (Brid.) Müll.Hal.	12
Ordem Grimmiales		
Família Grimmiaceae		
NAT	<i>Grimmia lisa</i> De Not.	6
Família Ptychomitriaceae		
END_EUR	<i>Ptychomitrium nigrescens</i> (Kunze) Wijk & Margad.	1
END_EUR	<i>Ptychomitrium polyphyllum</i> (Dicks. ex Sw.) Bruch & Schimp.	3
Ordem Hookeriales		
Família Leucomiaceae		
NAT	<i>Tetrastichium virens</i> (Cardot) S.P.Churchill	11
Ordem Hypnales		
Família Brachytheciaceae		
NAT	<i>Brachytheciastrum velutinum</i> (Hedw.) Ignatov & Huttunen	1
IND	<i>Brachythecium campestre</i> (C. Mull.) Schimp.	1
NAT	<i>Brachythecium rutabulum</i> (Hedw.) Schimp.	1
NAT	<i>Brachythecium salebrosum</i> (Hoffm. ex F.Weber & D.Mohr) Schimp.	1
NAT	<i>Kindbergia praelonga</i> (Hedw.) Ochyra var. <i>praelongum</i>	10
NAT	<i>Kindbergia praelonga</i> (Hedw.) Ochyra var. <i>stokesii</i>	10
NAT	<i>Pseudoscleropodium purum</i> (Hedw.) M.Fleisch.	5
END_AZO	<i>Rhynchostegiella azorica</i> Hedenäs & Vanderp.	2
NAT	<i>Rhynchostegium confertum</i> (Dicks.) Schimp.	1
NAT	<i>Sciuro-hypnum populeum</i> (Hedw.) Ignatov & Huttunen	1
Família Echinodiaceae		
END_AZO	<i>Echinodium renauldii</i> (Cardot) Broth.	2
Família Hypnaceae		
NAT	<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw. var. <i>cupressiforme</i>	18
END_EUR	<i>Hypnum uncinulatum</i> Jur.	18
Família Lembophyllaceae		
NAT	<i>Heterocladium flaccidum</i> (Schimp.) A.J.E.Sm.	7
END_MAC	<i>Isothecium prolixum</i> (Mitt.) M.Stech, Sim-Sim, Tangney & D.Quandt	12
Família Myuriaceae		
END_MAC	<i>Andoa berthelotiana</i> (Mont.) Ochyra	13

Colonização	Taxa	Nº de microplots
NAT	<i>Myurium hochstetteri</i> (Schimp.) Kindb.	2
Família Neckeraceae		
END_MAC	<i>Exsertotheca intermedia</i> (Brid.) S.Olsson, Enroth & D.Quandt	1
NAT	<i>Thamnobryum alopecurum</i> (Hedw.) Gangulee	1
NAT	<i>Thamnobryum maderense</i> (Kindb.) Hedenäs	1
END_AZO	<i>Thamnobryum rudolphianum</i> Mastracci	1
Família Plagiotheciaceae		
END_EUR	<i>Pseudotaxiphyllum laetevirens</i> (Dixon & Luisier ex F.Koppe & Düll) Hedenäs	2
Família Thuidiaceae		
NAT	<i>Thuidium tamariscinum</i> (Hedw.) Schimp.	10
Classe Polytrichopsida		
Ordem Polytrichales		
Família Polytrichaceae		
NAT	<i>Atrichum undulatum</i> (Hedw.) P.Beauv.	3
NAT	<i>Polytrichum commune</i> Hedw.	2

Das 43 espécies de musgos agora identificadas para a Matela, as dez mais comuns, todas com mais de seis registos, foram, por ordem decrescente: *Kindbergia praelonga*, *Hypnum cupressiforme*, *Hypnum uncinulatum*, *Campylopus flexuosus*, *Andoa berthelotiana*, *Leucobryum juniperoideum*, *Isothecium prolixum*, *Tetrastichium virens*, *Thuidium tamariscinum*, e *Heterocladium flaccidum*. Dentro destas, apenas duas espécies (*C. flexuosus* e *L. juniperoideum*) são musgos acrocárpicos, correspondendo as outras oito a biótipos pleurocárpicos. Quase metade dos taxa identificados (n=20), foi registado apenas uma vez neste trabalho.

Quadro 5.3b - Lista de hepáticas identificadas através nos microplots de 10 cm x 5 cm recolhidos na Matela (Ilha Terceira, Açores, Portugal) em 2022. A lista de taxa inclui indicação da Divisão, Classe, Ordem e Família, apresentadas por ordem alfabética, bem como o estatuto de colonização (col.) (END_EUR = endémico da Europa; END_MAC = endémico da Macaronésia; END_AZO = endémico dos Açores; NAT = nativo; INT = introduzido; IND = indeterminado) e o número total de microplots em que cada espécie está presente (71 microplots no total)

Colonização	Taxa	N.º de microplots
Divisão Marchantiophyta		
Classe Jungermanniopsida		
Ordem Jungermanniales		
Família Acrobolbaceae		
END_AZO	<i>Acrobolbus azoricus</i> (Grolle & Perss.) Briscoe	3
Família Cephaloziaceae		
NAT	<i>Fuscocephaloziopsis crassifolia</i> (Lindenb. & Gottsche) Váňa & L.Söderstr.	1
NAT	<i>Odontoschisma sphagni</i> (Dicks.) Dumort.	4
Família Geocalycaceae		
NAT	<i>Geocalyx graveolens</i> (Schrad.) Nees	1
Família Lepidoziaceae		

Colonização	Taxa	N.º de microplots
NAT	<i>Telaranea europaea</i> J.J.Engel & G.L.Merr.	4
Família Lophocoleaceae		
END_MAC	<i>Heteroscyphus denticulatus</i> (Mitt.) Schiffn.	26
NAT	<i>Lophocolea fragrans</i> (Moris & De Not.) Gottsche, Lindenb. & Nees	8
NAT	<i>Lophocolea heterophylla</i> (Schrad.) Dumort.	2
IND	<i>Lophocolea</i> sp.	2
Família Plagiochilaceae		
NAT	<i>Plagiochila bifaria</i> (Sw.) Lindenb.	3
NAT	<i>Plagiochila exigua</i> (Taylor) Taylor	3
Família Saccogynaceae		
END_EUR	<i>Saccogyna viticulosa</i> (L.) Dumort.	21
Família Scapaniaceae		
NAT	<i>Scapania gracilis</i> Lindb.	3
NAT	<i>Scapania nemorea</i> (L.) Grolle	6
Ordem Metzgeriales		
Família Metzgeriaceae		
NAT	<i>Metzgeria furcata</i> (L.) Corda	1
Ordem Porellales		
Família Frullaniaceae		
NAT	<i>Frullania acicularis</i> Hentschel & von Konrat	26
END_EUR	<i>Frullania microphylla</i> (Gottsche) Pearson	7
END_EUR	<i>Frullania teneriffae</i> (F.Weber) Nees	1
Família Lejeuneaceae		
NAT	<i>Cololejeunea sintenisii</i> (Steph.) Pócs	6
NAT	<i>Harpalejeunea molleri</i> (Steph.) Grolle	8
NAT	<i>Lejeunea cavifolia</i> (Ehrh.) Lindb.	8
NAT	<i>Lejeunea eckloniana</i> Lindenb.	5
END_EUR	<i>Lejeunea flava</i> subsp. <i>moorei</i> (Lindb.) R.M.Schust.	1
END_EUR	<i>Lejeunea hibernica</i> Bischl., H.A.Mill. & Bonner ex Grolle	1
NAT	<i>Lejeunea lamacerina</i> (Steph.) Schiffn.	18
NAT	<i>Lejeunea patens</i> Lindb.	1
END_EUR	<i>Marchesinia mackaii</i> (Hook.) Gray	9
NAT	<i>Myriocoleopsis minutissima</i> (Sm.) R.L.Zhu, Y.Yu & Pócs	1
Família Porellaceae		
END_EUR	<i>Porella canariensis</i> (F.Weber) Underw.	2
NAT	<i>Porella obtusata</i> (Taylor) Trevis.	3
Família Radulaceae		
END_EUR	<i>Radula carringtonii</i> J.B.Jack	11
END_MAC	<i>Radula wichurae</i> Steph.	3

Das 32 espécies de hepáticas agora identificadas para a Matela, as cinco mais comuns, todas com mais de 10 registos, foram: *Heteroscyphus denticulatus*, *Frullania acicularis*,

Saccogyna viticulosa, *Lejeunea lamacerina*, e *Radula carringtonii*. Um quarto das espécies, foi registada apenas uma vez neste trabalho. Não foram encontradas espécies de hepáticas talosas da Classe Marchantiopsida.

5.1.2. Comparação temporal da composição de espécies

A análise documental, revelou a presença de 92 espécies/subespécies de briófitos na Matela, uma antocerota, 42 hepáticas e 49 musgos. Destas 92 espécies, duas são endémicas dos Açores, nove são endémicas da Macaronésia, 12 são endémicas da Europa e as restantes 69 espécies são nativas (Quadro 5.4).

Ao analisar e comparar estes dados, verificou-se que apesar de a maioria das espécies ser comum entre os dados da análise documental e de campo (54 das espécies), 38 não foram recolhidas em 2022; inversamente, foram registadas 23 espécies neste trabalho que não constavam nos registos documentais.

Enquanto nos registos dos últimos anos só tinham sido identificadas espécies indígenas de briófitos na Matela, em 2022 foi detetada uma espécie introduzida invasora, o musgo *Campylopus introflexus*.

Quadro 5.4 – Dados obtidos através da documentação analisada sobre investigações anteriores acerca do grupo taxonómico dos briófitos na Matela (Ilha Terceira, Açores, Portugal)

Colonização	Taxa	Referência
END_MAC	<i>Alophosia azorica</i>	Gabriel, 1994
END_MAC	<i>Andoa berthelotiana</i>	Gabriel & Bates, 2005; Herbário AZU, 2008
NAT	<i>Anomobryum julaceum</i>	Herbário AZU, 1992
NAT	<i>Anthoceros caucasicus</i>	Herbário AZU, 1992, 1998
NAT	<i>Atrichum undulatum</i>	Herbário AZU, 1998, 2008
NAT	<i>Blepharostoma trichophyllum</i>	Herbário AZU, 1998
NAT	<i>Brachytheciastrum velutinum</i>	Herbário AZU, 2008
NAT	<i>Brachythecium rutabulum</i>	Herbário AZU, 1994
NAT	<i>Calypogeia arguta</i>	Herbário AZU, 2008
NAT	<i>Calypogeia fissa</i>	Herbário AZU, 1998, 2008
NAT	<i>Campylopus cygneus</i>	GBIF, 1937
NAT	<i>Campylopus flexuosus</i>	Herbário AZU, 2008
NAT	<i>Cephalozia bicuspidata</i>	Herbário AZU, 1998
NAT	<i>Ceratodon purpureus</i> subsp. <i>purpureus</i>	Herbário AZU, 1992
NAT	<i>Cololejeunea microscopica</i>	Herbário AZU, 1992, 1998, 2008
NAT	<i>Cololejeunea sintenisii</i>	Herbário AZU, 1992, 1994, 1998, 2008
NAT	<i>Conocephalum conicum</i>	Herbário AZU, 1992, 1998
NAT	<i>Dicranum scottianum</i>	Herbário AZU, 1998
NAT	<i>Diplophyllum albicans</i>	Herbário AZU, 1998
NAT	<i>Drepanolejeunea hamatifolia</i>	Herbário AZU, 1992, 1998, 2008
END_AZO	<i>Echinodium renauldii</i>	Couto, 2010
END_MAC	<i>Exsertotheca intermedia</i>	Herbário AZU, 2017
NAT	<i>Fissidens adianthoides</i>	Herbário AZU, 1992
NAT	<i>Fissidens asplenoides</i>	Herbário AZU, 1987, 1994, 1998, 2008

Colonização	Taxa	Referência
NAT	<i>Fissidens bryoides</i>	Herbário AZU, 2008
END_MAC	<i>Fissidens coacervatus</i>	Herbário AZU, 1998
NAT	<i>Fissidens serrulatus</i>	Herbário AZU, 1998
NAT	<i>Fissidens taxifolius</i>	Herbário AZU, 1998
END_EUR	<i>Frullania azorica</i>	Herbário AZU, 2008
NAT	<i>Frullania fragilifolia</i>	Bates & Gabriel, 1997
END_EUR	<i>Frullania microphylla</i>	Herbário AZU, 1992, 1998, 2006, 2008
NAT	<i>Frullania tamarisci</i>	Gabriel & Bates, 2005; Herbário AZU, 2008
END_EUR	<i>Frullania teneriffae</i>	Herbário AZU, 1992
NAT	<i>Fuscocephaloziaopsis crassifolia</i>	Herbário AZU, 2008
NAT	<i>Harpalejeunea molleri</i>	Herbário AZU, 1992, 1998, 2008
NAT	<i>Heterocladium heteropterum</i>	Herbário AZU, 1998
NAT	<i>Heterocladium wulfsbergii</i>	Bates & Gabriel, 1997; Herbário AZU, 2008
END_MAC	<i>Heteroscyphus denticulatus</i>	Sérgio et al., 1995; Herbário AZU, 2008
NAT	<i>Hycomium armoricum</i>	Herbário AZU, 1992
NAT	<i>Hypnum jutlandicum</i>	Herbário AZU, 1992
END_EUR	<i>Hypnum uncinatum</i>	Herbário AZU, 1992, 1998, 2008
END_MAC	<i>Isothecium prolixum</i>	Gabriel & Bates, 2005; Herbário AZU, 2008
NAT	<i>Kindbergia praelonga</i>	Herbário AZU, 2008
NAT	<i>Lejeunea eckloniana</i>	Herbário AZU, 1998, 2008
END_EUR	<i>Lejeunea flava</i> subsp. <i>moorei</i>	Gabriel, 1994; Herbário AZU, 1998
NAT	<i>Lejeunea lamacerina</i>	Herbário AZU, 1998, 2008
NAT	<i>Lejeunea patens</i>	Herbário AZU, 1998
NAT	<i>Leucobryum glaucum</i>	Herbário AZU, 2008
NAT	<i>Leucobryum juniperoideum</i>	Gabriel & Bates, 2005
NAT	<i>Lophocolea coadunata</i>	Herbário AZU, 1998
NAT	<i>Lophocolea fragrans</i>	Herbário AZU, 1992
END_EUR	<i>Marchesinia mackaii</i>	Gabriel & Bates, 2005; Herbário AZU, 2008
NAT	<i>Marsupella emarginata</i>	GBIF, 1997
NAT	<i>Metzgeria furcata</i>	Herbário AZU, 1992
NAT	<i>Metzgeria leptoneura</i>	Herbário AZU, 1992
NAT	<i>Mnium hornum</i>	Herbário AZU, 1983, 1992
NAT	<i>Myriocoleopsis minutissima</i>	Herbário AZU, 1992, 1998, 2000, 2008
NAT	<i>Myurium hochstetteri</i>	Gabriel & Bates, 2005
NAT	<i>Odontoschisma sphagni</i>	Herbário AZU, 1992, 2008
NAT	<i>Oxyrrhynchium hians</i>	Herbário AZU, 1992, 1994, 1998
NAT	<i>Oxyrrhynchium speciosum</i>	Herbário AZU, 1992
NAT	<i>Pellia epiphylla</i>	Gabriel & Bates, 2005
NAT	<i>Philonotis rigida</i>	GBIF, 1937
NAT	<i>Plagiochila bifaria</i>	Gabriel & Bates, 2005; Herbário AZU, 2008
NAT	<i>Plagiochila exigua</i>	Herbário AZU, 1992, 1998
NAT	<i>Plagiomnium undulatum</i>	Gabriel & Bates, 2005
END_EUR	<i>Porella canariensis</i>	Gabriel & Bates, 2005; Herbário AZU, 2008
NAT	<i>Porella obtusata</i>	Herbário AZU, 1998
NAT	<i>Pseudoscleropodium purum</i>	Herbário AZU, 1992, 1998
NAT	<i>Pseudotaxiphyllum elegans</i>	GBIF, 1965
END_EUR	<i>Ptychomitrium polyphyllum</i>	Herbário AZU, 1992
END_EUR	<i>Radula aquilegia</i>	Herbário AZU, 1998
END_EUR	<i>Radula carringtonii</i>	Gabriel & Bates, 2005; Herbário AZU, 2008
END_EUR	<i>Radula holtii</i>	Herbário AZU, 1998
END_MAC	<i>Radula wichurae</i>	Herbário AZU, 1992, 1998, 2008
END_EUR	<i>Saccogyna viticulosa</i>	Herbário AZU, 1992, 1998
NAT	<i>Scapania gracilis</i>	Herbário AZU, 1992

Colonização	Taxa	Referência
NAT	<i>Scapania nemorea</i>	Sérgio et al., 1995; Herbário AZU, 2008
NAT	<i>Sciuro-hypnum plumosum</i>	Herbário AZU, 2008
NAT	<i>Sciuro-hypnum populeum</i>	Herbário AZU, 1992, 2008
NAT	<i>Sematophyllum substrumulosum</i>	Gabriel & Bates, 2005; Herbário AZU, 2008
NAT	<i>Solenostoma hyalinum</i>	Schumacker & Vána, 1999
NAT	<i>Telaranea europaea</i>	Herbário AZU, 2008
END_MAC	<i>Tetrastichium fontanum</i>	Herbário AZU, 1986
END_MAC	<i>Tetrastichium virens</i>	Herbário AZU, 1992, 1998, 2008
NAT	<i>Thamnobryum alopecurum</i>	Herbário AZU, 1992
NAT	<i>Thamnobryum maderense</i>	Herbário AZU, 2008
END_AZO	<i>Thamnobryum rudolphianum</i>	Herbário AZU, 1992, 1998, 2008
NAT	<i>Thuidium tamariscinum</i>	Gabriel & Bates, 2005; Herbário AZU, 2008
NAT	<i>Tortula muralis</i>	Herbário AZU, 1992
NAT	<i>Tortula solmsii</i>	Gabriel, 1994
NAT	<i>Zygodon viridissimus</i>	Gabriel & Bates, 2005

5.1.3. Diversidade alfa

A partir do índice H0 regista-se o valor de 77 taxa de briófitos observados na Matela (Figura 5.2). O declínio existente do índice H0 para o índice H3 mostra algum desequilíbrio na comunidade, como se pode verificar na Figura 5.2.

Considerando os índices H0 (riqueza) e H1 (expoente de Shannon-Wiener) pode-se observar que o declínio é de 40%, ou seja, a riqueza efetiva é cerca de 60% da riqueza original. O valor do inverso do índice de Simpson (H2), indica que há dominância nessa comunidade, sendo retida 43% da diversidade de briófitos. O inverso do índice de Berger-Parker (H3), relativo à hiperdominância, que pondera o valor da espécie mais dominante, apresenta um valor baixo, sugere que existe uma espécie muito dominante na comunidade. De facto, no caso dos briófitos da Matela, verificamos que duas espécies de hepáticas, *Heteroscyphus denticulatus*, uma espécie endémica da Macaronésia, e *Frullania acicularis*, estão presentes em 26 dos 71 microplots, cada.

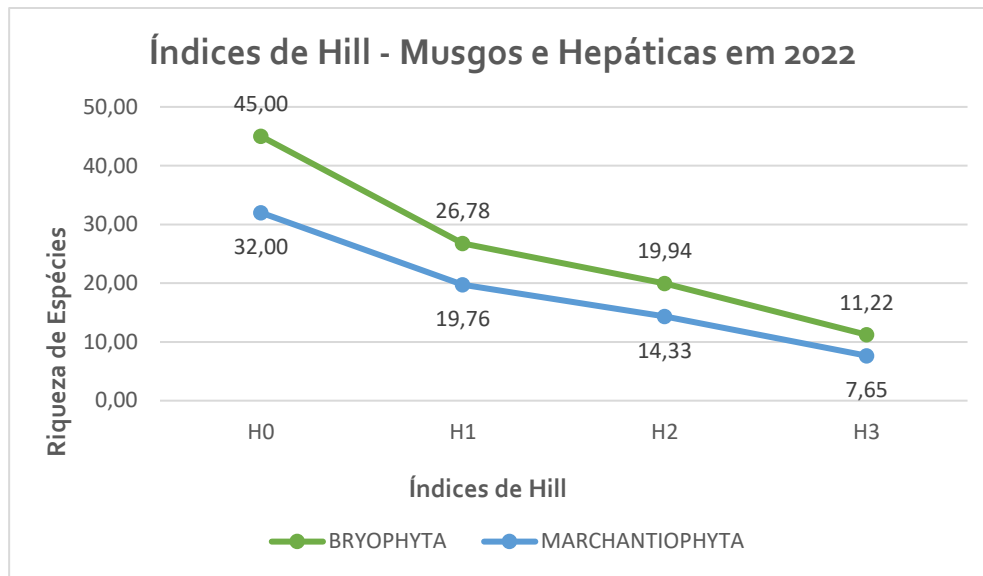


Figura 5.2 – Índices de Hill (H0 = Riqueza de Espécies; H1 = Expoente de Shannon-Wiener; H2 = Simpson e H3 = Berger-Parker) calculados através dos dados obtidos no grupo taxonómico dos briófitos (divisão Bryophyta e Marchantiophyta), na Matela (Ilha Terceira, Açores), em 2022

Na divisão Bryophyta podemos verificar que existe um declínio acentuado no H0 para o H1, o que significa que a riqueza efetiva é cerca de 60% da riqueza original. O valor do inverso do índice de Simpson (H2), indica que há dominância nessa comunidade, sendo retida 44% da diversidade de musgos. A hiperdominância é causada essencialmente por *Hypnum cupressiforme* var *cupressiforme* e *Hypnum uncinulatum*, ambos presentes em 18 *microplots*.

Na divisão Marchantiophyta podemos observar que o declínio é de 38%, ou seja, a riqueza efetiva é cerca de 62% da riqueza original. Através do valor do índice H2, verifica-se que 45% da diversidade de hepáticas é retida.

Podemos observar que a estrutura das duas comunidades (Bryophyta e Marchantiophyta) é muito semelhante, no entanto as hepáticas parecem estar em maior equilíbrio, uma vez que o declínio é mais acentuado nos musgos.

5.1.4. Vulnerabilidade e raridade

Considerando a Lista Vermelha das Espécies Ameaçadas proposta IUCN (<https://www.iucnredlist.org/>), observou-se que das 73 espécies indígenas observadas nos 71 *microplots* realizados, 55 estão classificadas com estatuto “pouco preocupante” (LC), 11 com estatuto “quase ameaçado” (NT), três como “vulnerável” (VU) e quatro como “em perigo” (EN).

As espécies com maior estatuto de vulnerabilidade incluem os musgos pleurocárpicos, *Andoa berthelotiana*, *Exsertotheca intermedia* e *Isothecium prolixum*, classificados como vulneráveis, bem como duas hepáticas folhosas, *Acrobolbus azoricus*, *Cololejeunea sintensisii*, e

dois musgos pleurocárpicos, *Echinodium renauldii* e *Thamnobryum rudolphianum*, os quatro classificados como em perigo.

Ao avaliar biologicamente a raridade, usando os três critérios de Rabinowitz (1981), distribuição geográfica, abundância e especificidade do habitat (Quadro 5.5), verifica-se que existem 73 espécies indígenas, das quais 50 apresentam algum nível de raridade.

Quadro 5.5 - Número de espécies indígenas de briófitos por cada classe de raridade de Rabinowitz

		Distribuição Geográfica			
		Abrangente		Restrita	
Abundância	Abundante	23	15	1	0
	Pouco abundante	4	27	0	3
		Generalista	Especialista	Generalista	Especialista
		Especificidade de Habitat			

No Quadro 5.6, apresenta-se a lista de espécies consideradas comuns a partir dos dados analisados, em 2022, na Matela. Das 73 espécies indígenas registadas em 2022, pode-se observar que 23 espécies são comuns nas três dimensões propostas por Rabinowitz.

Existem quatro espécies raras na dimensão da abundância, dadas como pouco abundantes, na Matela, em 2022, como se pode verificar no Quadro 5.6. Já na dimensão da especificidade do habitat, existem 15 espécies raras, dadas como especialistas. Foram registadas 27 espécies duplamente raras, nas dimensões de abundância e habitat como se pode observar no Quadro 5.6. Apenas uma espécie tem a distribuição restrita, que simultaneamente é abundante e generalista, *Acrobolbus azoricus*. Esta espécie está imediatamente acima da linha de corte para a abundância, tendo sido recolhida em três microplots – enquanto as espécies consideradas pouco abundantes foram recolhidas em apenas uma ou duas amostras.

Nos briófitos, no que diz respeito às espécies consideradas triplamente raras, por apresentarem uma distribuição geográfica restrita, pouca abundância e habitat específico, pode verificar-se que ocorrem três espécies (Quadro 5.6).

Quadro 5.6 – Lista das espécies indígenas de briófitos pelos critérios de raridade de Rabinowitz considerando os dados recolhidos na Matela, em 2022 (Col. – Estatuto de Colonização; END_AZO – Endémico dos Açores; END_MAC – Endémico da Macaronésia; END_EUR – Endémico da Europa; NAT – Nativo)

Col.	Espécies	Categoria de Raridade
Comum		
END_MAC	<i>Andoa berthelotiana</i>	
NAT	<i>Campylopus flexuosus</i>	

Col.	Espécies	Categoria de Raridade
NAT	<i>Cololejeunea sintensisii</i>	
NAT	<i>Fissidens asplenioides</i>	
NAT	<i>Fissidens taxifolius</i>	
NAT	<i>Frullania acicularis</i>	
END_EUR	<i>Frullania microphylla</i>	
NAT	<i>Harpalejeunea molleri</i>	
END_MAC	<i>Heteroscyphus denticulatus</i>	
NAT	<i>Hypnum cupressiforme</i> var <i>cupressiforme</i>	
END_EUR	<i>Hypnum uncinulatum</i>	
END_MAC	<i>Isothecium prolixum</i>	
NAT	<i>Kindbergia praelonga</i> var <i>praelongum</i>	
NAT	<i>Kindbergia praelonga</i> var <i>stokesii</i>	
NAT	<i>Lejeunea eckloniana</i>	
NAT	<i>Lejeunea lamacerina</i>	
NAT	<i>Lophocolea fragrans</i>	
NAT	<i>Pseudoscleropodium purum</i>	
END_EUR	<i>Ptychomitrium polyphyllum</i>	
END_EUR	<i>Radula carringtonii</i>	
END_MAC	<i>Radula wichurae</i>	
END_EUR	<i>Saccogyna viticulosa</i>	
NAT	<i>Tetrastichium virens</i>	
Rara		
END_AZO	<i>Acrobolbus azoricus</i>	Distribuição
NAT	<i>Atrichum undulatum</i>	Habitat
NAT	<i>Campylopus pyriformis</i>	Habitat
NAT	<i>Ceratodon purpureus</i>	Abundância
NAT	<i>Grimmia lisae</i>	Habitat
NAT	<i>Heterocladium flaccidum</i>	Habitat
NAT	<i>Lejeunea cavifolia</i>	Habitat
NAT	<i>Leucobryum juniperoideum</i>	Habitat
END_EUR	<i>Marchesinia mackaii</i>	Habitat
NAT	<i>Myriocoleopsis minutissima</i>	Abundância
NAT	<i>Myurium hochstetteri</i>	Abundância
NAT	<i>Odontoschisma sphagni</i>	Habitat
NAT	<i>Plagiochila bifaria</i>	Habitat
NAT	<i>Plagiochila exigua</i>	Habitat
NAT	<i>Porella obtusata</i>	Habitat
END_EUR	<i>Ptychomitrium nigrescens</i>	Abundância
NAT	<i>Scapania gracilis</i>	Habitat
NAT	<i>Scapania nemorea</i>	Habitat
NAT	<i>Telaranea europaea</i>	Habitat
NAT	<i>Thuidium tamariscinum</i>	Habitat
Duplamente rara		
NAT	<i>Brachytheciastrum velutinum</i>	Abundância e Habitat
NAT	<i>Brachythecium rutabulum</i>	Abundância e Habitat
NAT	<i>Brachythecium salebrosum</i>	Abundância e Habitat
NAT	<i>Bryum ruderae</i>	Abundância e Habitat
NAT	<i>Campylopus pilifer</i>	Abundância e Habitat
NAT	<i>Campylopus pyriformis</i>	Abundância e Habitat
NAT	<i>Dicranum flagellare</i>	Abundância e Habitat
NAT	<i>Dicranum scottianum</i>	Abundância e Habitat
END_MAC	<i>Exsertotheca intermedia</i>	Abundância e Habitat
NAT	<i>Fissidens serrulatus</i>	Abundância e Habitat

Col.	Espécies	Categoria de Raridade
END_EUR	<i>Frullania teneriffae</i>	Abundância e Habitat
NAT	<i>Fuscocephaloziopsis crassifolia</i>	Abundância e Habitat
NAT	<i>Geocalyx graveolens</i>	Abundância e Habitat
END_EUR	<i>Lejeunea flava</i> subsp. <i>moorei</i>	Abundância e Habitat
END_EUR	<i>Lejeunea hibernica</i>	Abundância e Habitat
NAT	<i>Lejeunea patens</i>	Abundância e Habitat
NAT	<i>Leucobryum glaucum</i>	Abundância e Habitat
NAT	<i>Lophocolea heterophylla</i>	Abundância e Habitat
NAT	<i>Metzgeria furcata</i>	Abundância e Habitat
NAT	<i>Plagiomnium undulatum</i>	Abundância e Habitat
NAT	<i>Polytrichum commune</i>	Abundância e Habitat
END_EUR	<i>Porella canariensis</i>	Abundância e Habitat
END_EUR	<i>Pseudotaxiphyllum laetevirens</i>	Abundância e Habitat
NAT	<i>Rhynchostegium confertum</i>	Abundância e Habitat
NAT	<i>Sciuro-hypnum populeum</i>	Abundância e Habitat
NAT	<i>Thamnobryum alopecurum</i>	Abundância e Habitat
NAT	<i>Thamnobryum maderense</i>	Abundância e Habitat
Triplamente rara		
END_AZO	<i>Echinodium renauldii</i>	Distribuição, Abundância e Habitat
END_AZO	<i>Rhynchostegiella azorica</i>	Distribuição, Abundância e Habitat
END_AZO	<i>Thamnobryum rudolphianum</i>	Distribuição, Abundância e Habitat

5.2. Plantas vasculares

5.2.1. Composição de espécies

A recolha de dados foi realizada em outubro de 2022, tendo sido amostrados 29 sub-plots (indicados a verde na Figura 5.3). No entanto, tal como referido na metodologia, foram também utilizados dados recolhidos com a mesma metodologia na zona nordeste da Matela, em 2015 (16 sub-plots assinalados a branco), e em junho de 2022 (27 sub-plots assinalados a vermelho). Os 29 novos sub-plots foram localizados nas zonas com menor densidade de dados, de forma a cobertura da área total da Matela. Nesta análise foram utilizados 72 sub-plots de 5 m x 5 m, cobrindo a maior parte da área da Matela, tal como se pode observar na Figura 5.3.

Utilizando esta metodologia, foram observadas um total de 54 espécies e subespécies pertencentes a três grandes grupos de plantas vasculares: plantas vasculares sem semente (n = 15), gimnospérmicas (n = 2) e angiospérmicas (n = 37) (Quadro 5.7), englobando 22 ordens e 38 famílias.

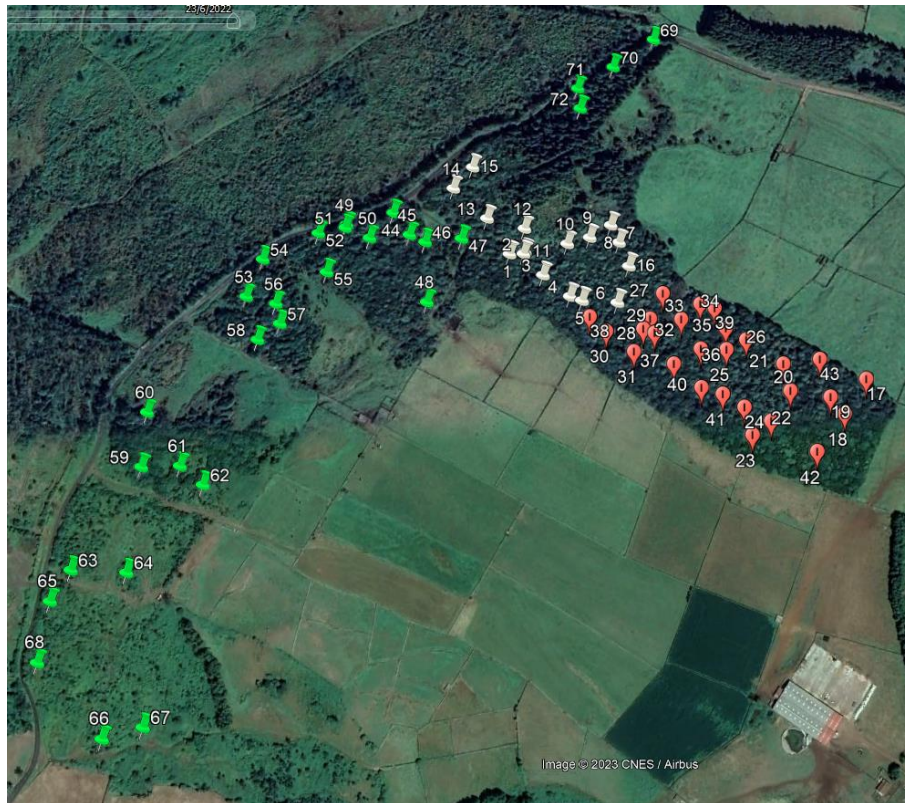


Figura 5.3 - Localização e distribuição dos pontos de observação utilizados para a recolha de dados do grupo taxonómico das plantas vasculares em 2022, na Matela, ilha Terceira (Açores) (verde = dados de outubro de 2022; vermelho = dados de junho de 2022; branco = dados de 2015). Fonte: Google Earth, 2023

Em relação ao estatuto de colonização, registou-se que 15 são espécies endémicas, 13 são nativas, 16 introduzidas e 10 invasoras, ou seja, existem 28 espécies indígenas e 26 espécies exóticas (Quadro 5.7).

Quadro 5.7 – Riqueza de espécies dos três grandes grupos de plantas vasculares (Angio = angiospérmicas; Gimn = gimnospérmicas e P.V.S.S = plantas vasculares sem semente) total e por cada estatuto de colonização (END = endémica; NAT = nativa; INT = introduzida; INV = invasora) e as suas respetivas percentagens

	END	NAT	INT	INV	Total	% END	% NAT	% INT	% INV	% Total
Angio.	10	4	14	9	37	27,03	10,81	37,84	24,32	100
Gimn.	1	0	1	0	2	50	0	50	0	100
P.V.S.S.	4	9	1	1	15	26,67	60	6,67	6,67	100
Total	15	13	16	10	54	27,78	24,07	29,63	18,52	100

No Quadro 5.7, podemos observar que nas angiospérmicas quase um quarto (24%) são exóticas invasoras e que as espécies exóticas se destacam com mais de 50% das espécies. Nas gimnospérmicas observa-se apenas duas espécies, uma endémica e outra introduzida (*Juniperus brevifolia* e *Cryptomeria japonica*, respetivamente). Nas plantas vasculares sem semente, as espécies indígenas destacam-se com 86,67%.

As famílias Dryopteridaceae (Divisão Pteridophyta) e Lauraceae (Divisão Magnoliophyta)

foram as mais diversas, com cinco espécies cada, e correspondem a 31,3% de todas as espécies de plantas vasculares observadas (Quadro 5.8). A estas duas famílias também pertencem as duas espécies endémicas mais frequentes na Matela, o feto *Dryopteris azorica* está presente em 64 dos 72 sub-plots (88,9%) enquanto o louro-da-terra, *Laurus azorica*, foi registado em 63 dos 72 sub-plots (87,5%). A terceira espécie mais frequente é uma espécie exótica invasora, da família Pittosporaceae, *Pittosporum undulatum*, que se encontra em 54 dos 72 sub-plots (64%).

Quadro 5.8 - Dados totais das plantas vasculares observadas/identificadas através das áreas de 5 m x 5 m na Matela, na ilha Terceira (Açores), em 2015 e 2022, incluindo a ordem e a família das espécies, o seu estatuto de colonização (END = endémico; NAT = nativo; INT = introduzido; INV = invasora), o número total de cada espécie obtida pelo número de áreas em que cada espécie está presente (72 áreas)

Col.	Espécies	Abundância
Plantas Vasculares Sem Semente		
Ordem Cyatheales		
Família Cyatheaceae		
INV	<i>Sphaeropteris cooperi</i> (F. Muell.) R.M.Tryon	4
Ordem Hymenophyllales		
Família Hymenophyllaceae		
NAT	<i>Hymenophyllum tunbrigense</i> (L.) Sm.	11
NAT	<i>Vandenboschia speciosa</i> (Willd.) G.Kunkel	1
Ordem Polypodiales		
Família Aspleniaceae		
END	<i>Asplenium azoricum</i> (Milde) Lovis, Rasbach & Reichst.	7
NAT	<i>Asplenium scolopendrium</i> L.	25
Família Blechnaceae		
INT	<i>Doodia caudata</i> (Cav.) R.Br.	2
NAT	<i>Struthiopteris spicant</i> (L.) Weis	6
Família Dennstaedtiaceae		
NAT	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	23
Família Dryopteridaceae		
NAT	<i>Dryopteris aemula</i> (Aiton) Kuntze	14
NAT	<i>Dryopteris affinis</i> (Lowe) Fraser-Jenk	10
END	<i>Dryopteris azorica</i> (Christ) Alston	64
END	<i>Dryopteris crispifolia</i> Rasbach, Reichst. & Vida	2
Família Polypodiaceae		
END	<i>Polypodium macaronesicum</i> subsp. <i>azoricum</i> (Vasc.) Rumsey, Carine & Robba	16
Família Pteridaceae		
NAT	<i>Pteris incompleta</i> Cav.	11
Ordem Selaginellales		
Família Selaginellaceae		
NAT	<i>Selaginella kraussiana</i> (Kunze) A.Braun	28
Gimnospérmicas		
Ordem Pinales		
Família Cupressaceae		
INT	<i>Cryptomeria japonica</i> D.Don	6
END	<i>Juniperus brevifolia</i> (Hochst. ex Seub.) Antoine subsp. <i>brevifolia</i>	2
Eudicotiledóneas		
Ordem Apiales		
Família Araliaceae		

Col.	Espécies	Abundância
END	<i>Hedera azorica</i> Carrière	6
Família Pittosporaceae		
INV	<i>Pittosporum undulatum</i> Vent.	54
Ordem Aquifoliales		
Família Aquifoliaceae		
END	<i>Ilex azorica</i> Gand.	3
Ordem Asparagales		
Família Asparagaceae		
INT	<i>Ruscus aculeatus</i> L.	9
Ordem Asterales		
Família Asteraceae		
INT	<i>Erigeron canadensis</i> L.	3
INT	<i>Roldana petasitis</i> (Sims) H.Rob. & Brettell	1
Ordem Caryophyllales		
Família Phytolaccaceae		
INV	<i>Phytolacca americana</i> L.	4
Família Polygonaceae		
INV	<i>Persicaria capitata</i> (Buch.-Ham. Ex D.Don) H.Gross	4
Ordem Ericales		
Família Ericaceae		
NAT	<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull	1
END	<i>Erica azorica</i> Hochst. ex Seub.	46
END	<i>Vaccinium cylindraceum</i> Sm.	1
Família Myrsinaceae		
END	<i>Myrsine retusa</i> Aiton	5
Família Primulaceae		
INT	<i>Lysimachia arvensis</i> (L.) U.Manns & Anderb. subsp. <i>arvensis</i>	2
END	<i>Lysimachia azorica</i> Hornem. ex Hook.	30
Ordem Fabales		
Família Fabaceae		
INT	<i>Lotus pedunculatus</i> Cav.	2
INT	<i>Quercus robur</i> L.	1
INT	<i>Trifolium repens</i> L.	1
Família Myricaceae		
NAT	<i>Morella faya</i> (Aiton) Wilbur	1
Ordem Gentianales		
Família Apocynaceae		
INT	<i>Vinca difformis</i> Pourr.	2
Família Rubiaceae		
END	<i>Rubia agostinhoi</i> Dansereau & P.Silva	2
Ordem Lamiales		
Família Lamiaceae		
INT	<i>Marrubium vulgare</i> L.	2
INV	<i>Mentha suaveolens</i> Ehrh.	5
Família Oleaceae		
END	<i>Picconia azorica</i> (Tutin) Knobl.	9
Família Plantaginaceae		
INT	<i>Plantago lanceolata</i> L.	2
Família Scrophulariaceae		
INV	<i>Digitalis purpurea</i> L.	4
Família Stilbaceae		
INT	<i>Halleria lucida</i> L.	12

Col.	Espécies	Abundância
Ordem Laurales		
Família Lauraceae		
END	<i>Laurus azorica</i> (Seub.) Franco	63
Ordem Liliales		
Família Smilacaceae		
INT	<i>Smilax aspera</i> L.	1
Ordem Myrtales		
Família Myrtaceae		
INT	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	4
INT	<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	1
Ordem Rosales		
Família Rhamnaceae		
END	<i>Frangula azorica</i> Grubov	4
Família Rosaceae		
NAT	<i>Fragaria vesca</i> L.	3
INV	<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	49
Ordem Saxifragales		
Família Crassulaceae		
NAT	<i>Umbilicus rupestris</i> (Salisb.) Dandy	4
Ordem Solanales		
Família Solanaceae		
INV	<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	2
Monocotiledóneas		
Ordem Alismatales		
Família Araceae		
INV	<i>Zantedeschia aethiopica</i> Spreng.	1
Ordem Zingiberales		
Família Zingiberaceae		
INV	<i>Hedychium gardnerianum</i> Sheppard ex Ker-Gawl.	43

Para além das espécies observadas nos 72 sub-plots, foi realizada uma lista com todas as espécies observadas no local, de forma a conseguir uma listagem mais completa de todas as plantas vasculares existentes na Matela. Nesta listagem ad-hoc foram identificadas 83 espécies de plantas vasculares, 16 endémicas, 20 nativas, 29 introduzidas e 18 invasoras. Considerando a listagem total de espécies eleva-se o número de espécies exóticas para 47 espécies (Apêndice 2) e o de espécies indígenas para 36 espécies (Apêndice 1), aumentando a proporção de espécies introduzidas entre as plantas vasculares da Matela.

5.2.2. Comparação temporal da composição de espécies

A análise das referências bibliográficas permitiu registar a presença de 41 espécies de plantas vasculares na Matela (CMAH, 2007). Ao analisar e comparar estes dados, verificou-se que 40 das espécies identificadas no trabalho de campo integram as duas listagens, tendo-se adicionado o registo de 43 novas espécies (Quadro 5.9). A espécie exótica invasora *Leycesteria*

formosa Wall., anteriormente registada na Matela não foi observada durante este estudo.

Anteriormente, foram identificadas 14 espécies endémicas, 14 nativas, quatro introduzidas e nove invasoras, tendo esses valores sido alterados em 2022 como se segue: 16 endémicas, 20 nativas, 29 introduzidas e 18 invasoras.

Quadro 5.9 – Lista de espécies e estatuto de colonização obtida através da bibliografia analisada (CMAH, 2007) compilando investigações anteriores acerca das plantas vasculares na Matela, ilha Terceira (Açores)

Col.	Espécies
INV	<i>Acacia melanoxylon</i> R. Br.
END	<i>Asplenium azoricum</i> (Milde) Lovis, Rasbach & Reichstein
NAT	<i>Asplenium scolopendrium</i> L.
NAT	<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull
NAT	<i>Culcita macrocarpa</i> C. Presl
NAT	<i>Dryopteris aemula</i> (Aiton) Kuntze
NAT	<i>Dryopteris affinis</i> (Lowe) Fraser-Jenkins subsp. <i>affinis</i>
END	<i>Dryopteris azorica</i> (Christ) Alston
END	<i>Erica azorica</i> Hochst. ex Seub.
INT	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.
END	<i>Frangula azorica</i> Grubov
END	<i>Hedera azorica</i> Carrière
INV	<i>Hedychium gardnerianum</i> Sheppard ex Ker Gawl.
END	<i>Holcus rigidus</i> Hochst. ex Seub.
NAT	<i>Hymenophyllum tunbrigense</i> (L.) Sm.
END	<i>Ilex azorica</i> Gand.
NAT	<i>Juncus effusus</i> L.
END	<i>Juniperus brevifolia</i> (Seub.) Antoine
END	<i>Laurus azorica</i> (Seub.) Franco
INV	<i>Leycesteria formosa</i> Wall.
END	<i>Lysimachia azorica</i> Hornem. ex Hook.
INT	<i>Marrubium vulgare</i> L.
NAT	<i>Morella faya</i> (Aiton) Wilbur
INV	<i>Phytolacca americana</i> L.
END	<i>Picconia azorica</i> (Tutin) Knobl.
INV	<i>Pittosporum undulatum</i> Vent.
END	<i>Polypodium macaronesicum</i> subsp. <i>azoricum</i> (Vasc.) Rumsey, Carine & Robba
NAT	<i>Potentilla anglica</i> Laichrd.
INT	<i>Potentilla indica</i> (Andrews) T.Wolf
NAT	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn
NAT	<i>Pteris incompleta</i> Cav.
END	<i>Rubia agostinhoi</i> Dansereau & P. Silva
INV	<i>Rubus ulmifolius</i> Schott
NAT	<i>Selaginella kraussiana</i> (Kunze) A. Braun
INV	<i>Solanum mauritianum</i> Scop.
INV	<i>Sphaeropteris cooperi</i> (F. Muell.) R.M. Tryon
NAT	<i>Struthiopteris spicant</i> (L.) Weis
INV	<i>Ulex europaeus</i> L. subsp. <i>europaeus</i>
END	<i>Vaccinium cylindraceum</i> Sm.
NAT	<i>Vandenboschia speciosa</i> (Willd.) G.Kunkel
INT	<i>Vinca difformis</i> Pourr.

5.2.3. Diversidade alfa

A riqueza taxonómica de plantas vasculares na Matela, índice H0, correspondeu ao valor de 54 espécies e subespécies (Figura 5.4). O declínio existente do índice H0 para o índice H3 mostra um declínio muito grande na comunidade, tal como se pode observar na Figura 5.4.

Considerando os índices H0 (riqueza) e H1 (expoente de Shannon-Wiener) pode-se observar que o declínio existente é de 52%, ou seja, a riqueza efetiva é de apenas 48% da riqueza original. O valor do inverso do índice de Simpson (H2), indica que há dominância nessa comunidade, sendo retida 33% da diversidade de plantas vasculares. O inverso do índice de Berger-Parker (H3), relativo à hiperdominância, que pondera o valor da espécie mais dominante, apresenta um valor baixo, sugere que existe uma espécie muito dominante na comunidade. No caso das plantas vasculares da Matela, verificamos que existem duas espécies endémicas dominantes, *Dryopteris azorica* e *Laurus azorica*, que estão presentes em 64 e 63 *sub-plots* dos 72, respetivamente.

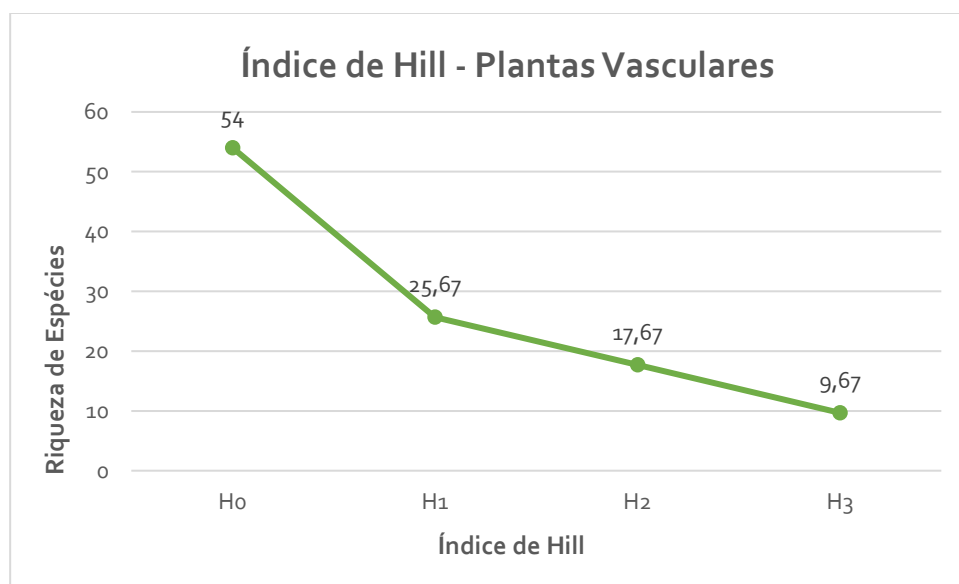


Figura 5.4 – Índices de Hill (H0 = Riqueza de Espécies; H1 = Expoente de Shannon-Wiener; H2 = Inverso de Simpson e H3 = Inverso de Berger-Parker) calculados através dos dados obtidos no grupo taxonómico das plantas vasculares, na Matela, ilha Terceira (Açores), em 2015 e 2022

5.2.4. Composição dos subtipos de vegetação

Realizou-se um dendrograma com base nas similaridades entre os vários pontos de amostragem (72 inventários) de modo a registar-se quantos e quais os subtipos de vegetação existentes na Matela.

Através do dendrograma representado na Figura 5.5, registaram-se sete agrupamentos. Cada grupo resulta de uma análise estatística, que utiliza a abundância das espécies, ou seja, a

sua cobertura vegetal, em que se utiliza um método quantitativo que leva á formação de agrupamentos, organizados posteriormente de ordem hierárquica.

Primeiro grupo é dominado por *Laurus azorica*, *Hedychium gardnerianum* e *Pittosporum undulatum* e compõe 22 inventários, ou seja, 30,6% do total de registos (Apêndice 4).

O segundo grupo é dominado por *Laurus azorica* e *Dryopteris azorica* e é composto por 12 *sub-plots*, isto é 17% do total de áreas inventariadas (Apêndice 5).

O terceiro grupo é representado por *Pittosporum undulatum*, *Dryopteris azorica*, *Laurus azorica* e é formado por 21 inventários, isto significa 29,2% do total de registos (Apêndice 6).

O quarto grupo é dominado por *Rubus ulmifolius*, *Erica azorica* e *Dryopteris azorica* e é composto por 17 *sub-plots*, ou melhor, 23,6% do total (Apêndice 7).

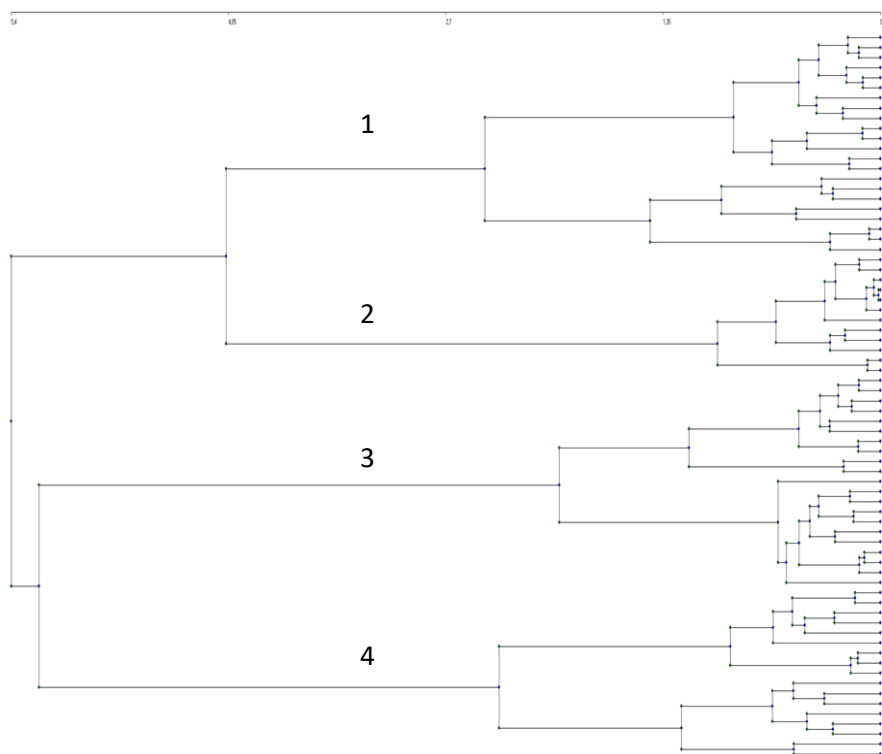


Figura 5.5 – Análise de Cluster Aglomerativo de Ward (utilizando o índice de dissimilaridade de Bray-Curtis), de uma matriz de 57 espécies e 72 inventários, do grupo taxonómico das plantas vasculares, dados de 2015 e 2022, na Matela, ilha Terceira (Açores). Grupos de Cluster (1 - *Laurus azorica*, *Hedychium gardnerianum* e *Pittosporum undulatum*; 2 - *Laurus azorica* e *Dryopteris azorica*; 3 – *Pittosporum undulatum*, *Laurus azorica* e *Dryopteris azorica* e 4 – *Rubus ulmifolius*, *Erica azorica* e *Dryopteris azorica*)

O grupo que contém mais inventários é o grupo um (22 inventários) e assim conclui-se que uma grande parte da Matela é dominada por *Hedychium gardnerianum*, *Laurus azorica* e *Pittosporum undulatum*. Isto significa que duas das espécies com mais abundância na Matela são espécies invasoras. Para além disto, *Pittosporum undulatum* e *Laurus azorica* são as espécies mais dominantes de toda a área de estudo, porque estão representados como dominantes nos

dois subtipos de vegetação com mais inventários (grupo 1 com 22 e grupo 3 com 21).

Foi calculado para cada grupo a frequência relativa das espécies dentro de cada subtipo de vegetação, ou seja, em quantas áreas cada espécie ocorreu. No primeiro grupo apenas uma espécie registou 100% de frequência, *Laurus azorica*. No segundo grupo as duas espécies com 100% foram *Laurus azorica* e *Dryopteris azorica*. No terceiro grupo, com 100% de frequência, uma espécie invasora, *Pittosporum undulatum*. No quarto grupo o *Rubus ulmifolius* foi a única espécie a observar-se em todas as áreas realizadas.

Quanto à riqueza de espécies existente em cada subtipo de vegetação, observa-se que o Grupo 1 e 4 são os que apresentam o maior número de espécies, enquanto os Grupos 2 e 3 registam o menor número de espécies (Figura 5.6).

Relativamente ao número de espécies indígenas e exóticas presentes em cada grupo, verifica-se que quase todos os grupos têm mais espécies indígenas do que exóticas, menos o Grupo 4 que é dominado por *Rubus ulmifolius*, *Erica azorica* e *Dryopteris azorica* (Figura 5.6).

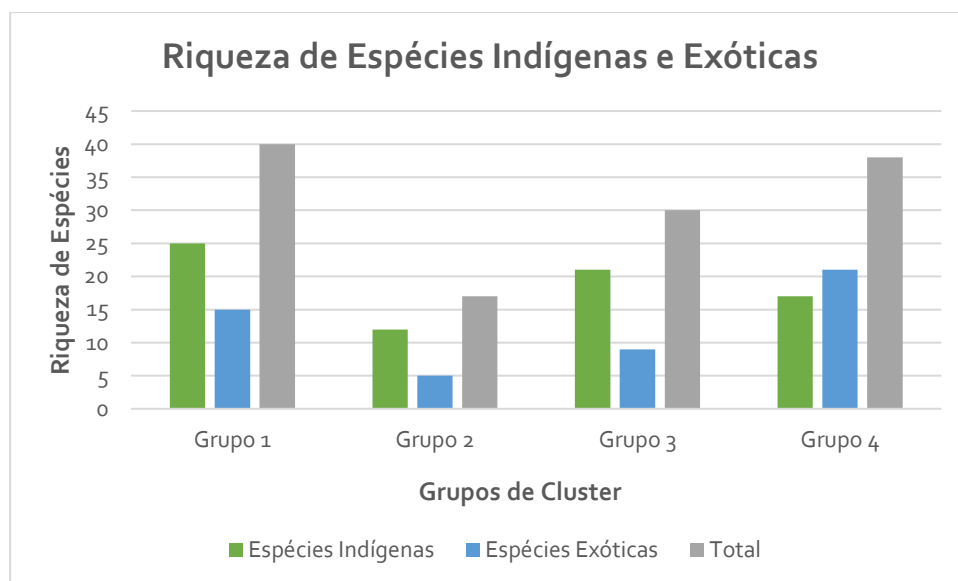


Figura 5.6 – Riqueza de espécies indígenas e exóticas de plantas vasculares de cada grupo com os subtipos de vegetação, de uma matriz de 57 espécies e 72 inventários, dados de 2015 e 2022, na Matela, ilha Terceira (Açores)

5.2.5. Vulnerabilidade e raridade

Através das categorias descritas pela IUCN, observou-se que das 36 espécies indígenas observadas nos 72 inventários realizados, 21 estão classificadas como pouco preocupante (LC), duas como quase ameaçado (NT) e uma como vulnerável (VU). No entanto, 12 das 36 espécies indígenas observadas neste estudo não foram classificadas de acordo com os critérios da Lista Vermelha da IUCN. A espécie classificada como vulnerável é *Juniperus brevifolia*.

Ao avaliar biologicamente a raridade, usando os três critérios de Rabinowitz (1981),

distribuição geográfica, abundância e especificidade do habitat (Quadro 5.10) verifica-se que das 28 espécies indígenas de plantas vasculares, 21 apresentam pelo menos um critério de raridade.

Quadro 5.10 - Número de espécies indígenas de plantas vasculares por cada classe de raridade de Rabinowitz

		Distribuição Geográfica			
		Abrangente		Restrita	
Abundância	Abundante	7	1	8	3
	Pouco abundante	1	3	2	3
		Generalista	Especialista	Generalista	Especialista
		Especificidade de Habitat			

O Quadro 5.11 apresenta uma lista das espécies consideradas comuns a partir dos dados analisados, em 2022, na Matela. Das 28 espécies indígenas registadas em 2015 e 2022, pode-se observar que sete espécies são comuns nas três dimensões de Rabinowitz.

Existe uma espécie rara na dimensão da abundância, dada como pouco abundante, na Matela, em 2015 e 2022, como se pode verificar no Quadro 5.11. Na dimensão da especificidade do habitat, existe uma espécie rara, dada como especialista, na Matela, na zona de floresta.

Foram registadas três espécies duplamente raras, nas dimensões de abundância e habitat. Estas três espécies apareceram apenas na floresta. Na dimensão da distribuição geográfica, dadas como restritas, existem oito espécies raras na Matela, em 2015 e 2022 (Quadro 5.11). Quanto às espécies duplamente raras, nas dimensões de distribuição e abundância, registou-se duas espécies endémicas, *Dryopteris crispifolia* e *Rubia agostinhoi*. Ainda existem espécies duplamente raras nas dimensões de distribuição e habitat, como se pode observar no Quadro 5.11, onde contabilizou-se três espécies.

Nas plantas vasculares, no que diz respeito às espécies consideradas triplamente raras, por apresentarem uma distribuição geográfica restrita, pouca abundância e habitat específico, pode verificar-se que ocorrem três espécies (Quadro 5.11).

Quadro 5.11 – Lista das espécies indígenas de plantas vasculares pelos critérios de raridade de Rabinowitz considerando os dados recolhidos na Matela, em 2022 (Col. – Estatuto de Colonização; END – Endémico; NAT – Nativo)

Col.	Espécies	Categoria de Raridade
Comum		
NAT	<i>Asplenium scolopendrium</i>	
NAT	<i>Dryopteris aemula</i>	
NAT	<i>Dryopteris affinis</i>	
NAT	<i>Hymenophyllum tunbrigense</i>	
NAT	<i>Pteridium aquilinum</i>	
NAT	<i>Struthiopteris spicant</i>	
NAT	<i>Umbilicus rupestris</i>	

Col.	Espécies	Categoria de Raridade
Rara		
END	<i>Dryopteris azorica</i>	Distribuição
NAT	<i>Fragaria vesca</i>	Abundância
END	<i>Hedera azorica</i>	Distribuição
END	<i>Laurus azorica</i>	Distribuição
END	<i>Lysimachia azorica</i>	Distribuição
END	<i>Myrsine retusa</i>	Distribuição
END	<i>Picconia azorica</i>	Distribuição
END	<i>Polypodium macaronesicum</i> subsp. <i>azoricum</i>	Distribuição
NAT	<i>Pteris incompleta</i>	Habitat
NAT	<i>Selaginella kraussiana</i>	Distribuição
Duplamente rara		
END	<i>Asplenium azoricum</i>	Distribuição e Habitat
NAT	<i>Calluna vulgaris</i>	Abundância e Habitat
END	<i>Dryopteris crispifolia</i>	Distribuição e Abundância
END	<i>Erica azorica</i>	Distribuição e Habitat
END	<i>Frangula azorica</i>	Distribuição e Habitat
NAT	<i>Morella faya</i>	Abundância e Habitat
END	<i>Rubia agostinhoi</i>	Distribuição e Abundância
NAT	<i>Vandenboschia speciosa</i>	Abundância e Habitat
Triplamente rara		
END	<i>Ilex azorica</i>	Distribuição, Abundância e Habitat
END	<i>Juniperus brevifolia</i>	Distribuição, Abundância e Habitat
END	<i>Vaccinium cylindraceum</i>	Distribuição, Abundância e Habitat

5.3. Artrópodes

5.3.1. Armadilhas de queda (*Pitfall traps*)

5.3.1.1. Composição de espécies

Para os artrópodes do solo colocou-se um conjunto de 30 armadilhas de queda (*pitfall traps*), onde 15 continham solução anticongelante de etilenoglicol e outras 15 com uma solução atrativa (Turquin) (Figura 5.7). A amostragem teve início no dia 14 de julho de 2022 e terminou no dia 28 de julho de 2022.

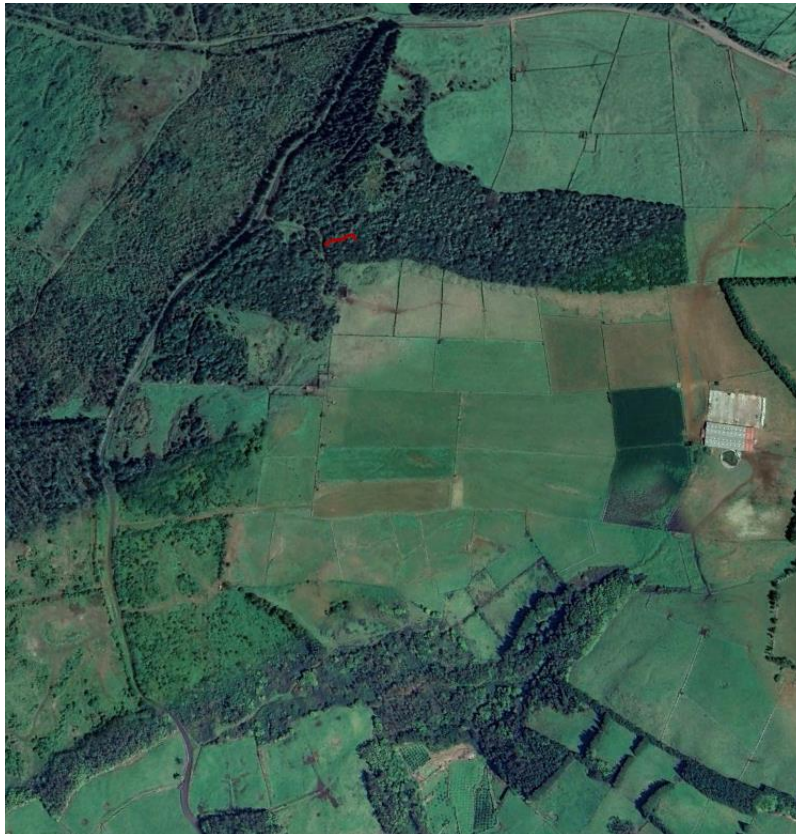


Figura 5.7 - Localização do transepto, indicado a vermelho, utilizado para a recolha de dados dos artrópodes do solo, na metodologia de *Pitfall*, em 2022, na Matela, ilha Terceira, Açores. Fonte: Google Earth, 2023

Utilizando a metodologia do *Pitfall* foram capturados 1708 indivíduos (Quadro 5.12) e identificadas um total de 33 espécies e morfoespécies de artrópodes pertencentes a nove ordens e 17 famílias. A espécie dominante, *Stelidota geminata* (Say, 1825), com 934 indivíduos é uma espécie de escaravelho saprófaga que se alimenta de frutos e vegetação em decomposição.

Destas espécies e morfoespécies, oito (24%) são nativas e 25 (76%) são introduzidas ou de estatuto de colonização indeterminado. Das 33 espécies e morfoespécies, 16 são predadoras, 11 são saprófagas, cinco herbívoras e uma predadora/herbívoras.

A solução que capturou um maior número de taxa foi o Turquin com um total de 25 espécies e morfoespécies, ou seja, 76% do total e o Etilenoglicol capturou 20 dos taxa.

Quadro 5.12 - Dados obtidos através das armadilhas de queda (*Pitfall traps*) dos artrópodes na Matela, ilha Terceira (Açores), em 2022, incluindo a ordem e a família de cada morfoespécie (MF), o seu nome científico, o seu estatuto de colonização (NAT = nativo; INT = introduzido; IND = indeterminado), o número de indivíduos observados/identificados por morfoespécie e o número e a percentagem total dos locais de presença (30 armadilhas), no Turquin (TUR) (15 armadilhas) e no Etilenoglicol (ET) (15 armadilhas)

Col.	MF	Nome científico	Nº Ind.	Locais de Presença		
				TUR	ET	Total
Ordem Araneae						

Col.	MF	Nome científico	Nº Ind.	Locais de Presença		
				TUR	ET	Total
Família Linyphiidae						
NAT	20	<i>Palliduphantes schmitzi</i> (Kulczynski, 1899)	49	12 (80%)	8 (53%)	20 (67%)
NAT	2	<i>Tenuiphantes miguelensis</i> (Wunderlich, 1992)	1	1 (7%)	0	1 (3%)
INT	21	<i>Tenuiphantes tenuis</i> (Blackwall, 1852)	5	3 (20%)	2 (13%)	5 (17%)
Ordem Coleoptera						
Família Curculionidae						
INT	120	<i>Coccotrypes carpophagus</i> (Hornung, 1842)	1	1 (7%)	0	1 (3%)
Família Hydrophilidae						
INT	40	<i>Cercyon haemorrhoidalis</i> (Fabricius, 1775)	2	0	2 (13%)	2 (7%)
Família Nitidulidae						
INT	62	<i>Brachypeplus mauli</i> Gardner & Classey, 1962	1	1 (7%)	0	1 (3%)
INT	61	<i>Epuraea biguttata</i> (Thunberg, 1784)	4	4 (27%)	0	4 (13%)
INT	462	<i>Phenolia limbata tibialis</i> (Boheman, 1851)	5	5 (33%)	0	5 (17%)
INT	308	<i>Stelidota geminata</i> (Say, 1825)	934	15 (100%)	11 (73%)	26 (87%)
Família Staphylinidae						
IND	264	<i>Anotylus nitidifrons</i> (Wollaston, 1871)	11	7 (47%)	1 (7%)	8 (27%)
IND	57	<i>Atheta aeneicollis</i> (Sharp, 1869)	1	1 (7%)	0	1 (3%)
IND	41	<i>Ocypus aethiops</i> (Waltl, 1835)	1	0	1 (7%)	1 (3%)
IND	23	<i>Phloeonomus punctipennis</i> C.G.Thomson, 1867	2	2 (13%)	0	2 (7%)
IND	1770	Staphylinidae	1	1 (7%)	0	1 (3%)
IND	1772	Staphylinidae	1	0	1 (7%)	1 (3%)
IND	1773	Staphylinidae	1	0	1 (7%)	1 (3%)
IND	1774	Staphylinidae	1	0	1 (7%)	1 (3%)
Ordem Hemiptera						
Família Coccidae						
INT	156	Coccidae	1	0	1 (7%)	1 (3%)
Família Delphacidae						
NAT	254	<i>Megamelodes quadrimaculatus</i> (Signoret, 1865)	1	0	1 (7%)	1 (3%)
Família Triozidae						
NAT	195	<i>Trioza laurisilvae</i> Hodkinson, 1990	1	0	1 (7%)	1 (3%)
Ordem Hymenoptera						
Família Formicidae						
NAT	F1	<i>Lasius grandis</i> Forel, 1909	50	8 (53%)	7 (47%)	15 (50%)
Ordem Julida						
Família Blaniulidae						
INT	48	<i>Blaniulus guttulatus</i> (Fabricius, 1798)	161	12 (80%)	4 (27%)	16 (53%)
INT	49	<i>Nopoiulus kochii</i> (Gervais, 1847)	79	13 (87%)	2 (13%)	15 (50%)
Família Julidae						
INT	62	<i>Brachyiulus pusillus</i> (Leach, 1814)	2	2 (13%)	0	2 (7%)
INT	282	<i>Cylindroiulus propinquus</i> (Porat, 1870)	15	4 (27%)	4 (27%)	8 (27%)
INT	9	<i>Ommatoiulus moreleti</i> (Lucas, 1860)	3	3 (20%)	0	3 (10%)
Ordem Lithobiomorpha						
Família Lithobiidae						
NAT	27	<i>Lithobius pilicornis pilicornis</i> Newport, 1844	1	1 (7%)	0	1 (3%)
Ordem Opiliones						
Família Leiobunidae						
NAT	6	<i>Leiobunum blackwalli</i> Meade, 1861	16	8 (53%)	3 (20%)	11 (37%)
Família Sclerosomatidae						
NAT	33	<i>Homalenotus coriaceus</i> (Simon, 1879)	1	1 (7%)	0	1 (3%)

Col.	MF	Nome científico	Nº Ind.	Locais de Presença		
				TUR	ET	Total
Ordem Polydesmida						
Família Paradoxosomatidae						
INT	71	<i>Oxidus gracilis</i> (C.L. Koch, 1847)	260	14 (93%)	7 (47%)	21 (70%)
Família Polydesmidae						
INT	37	<i>Polydesmus coriaceus</i> Porat, 1870	94	13 (87%)	4 (27%)	17 (57%)
Ordem Pseudoscorpiones						
Família Chthoniidae						
INT	38	<i>Chthonius ischnocheles</i> (Hermann, 1804)	1	1 (7%)	0	1 (3%)
INT	103	<i>Ephippiochthonius tetrachelatus</i> (Preysslér, 1790)	1	1 (7%)	0	1 (3%)

5.3.1.2. Comparação temporal da composição de espécies

Em 2002 foram identificadas seis espécies e morfoespécies endémicas, 14 nativas e 17 introduzidas/indeterminadas. Já em 2022 foram registadas oito espécies ou morfoespécies nativas, 25 introduzidas/indeterminadas e como se pode observar no Quadro 5.13, nenhum táxon endémico foi observado. Em ambos os anos (2002 e 2022) a metodologia utilizada foi realizada no mesmo local e no mesmo mês (julho) de forma a garantir o melhor resultado.

Relativamente à abundância de espécies verifica-se uma alteração considerável em todos os estatutos de colonização. Em 2002 contabilizou-se 43 indivíduos endémicos, 489 nativos e 129 introduzidos. Em 2022, os nativos diminuíram para 120 indivíduos e os introduzidos aumentaram para 1588 indivíduos.

Quadro 5.13 - Dados obtidos através das armadilhas de queda (*Pitfall traps*) dos artrópodes na Matela, ilha Terceira (Açores), em 2002 e 2022, incluindo a morfoespécie (MF), o seu nome científico, o estatuto de colonização e o número de indivíduos observados/identificados por *taxa*

MF	Nome científico	2002	2022
		Nº Ind.	
Endémicas			
19	<i>Argyresthia atlanticella</i> Rebel, 1940	20	
50	<i>Canariphantes acorensis</i> (Wunderlich, 1992)	18	
116	<i>Scoparia coecimaculalis</i> Warren, 1905	1	
136	<i>Athous azoricus</i> Platia & Gudenzi, 2002	1	
144	<i>Trigoniophthalmus borgesii</i> Mendes, Gaju, Bach & Molero, 2000	2	
176	<i>Ascotis fortunata azorica</i> Pinker, 1971	1	
Nativas			
2	<i>Tenuiphantes miguelensis</i> (Wunderlich, 1992)	8	1
6	<i>Leiobunum blackwalli</i> Meade, 1861	17	16
10	<i>Mythimna unipuncta</i> (Haworth, 1809)	2	
13	<i>Hoplothrips corticis</i> (De Geer, 1773)	1	
20	<i>Palliduphantes schmitzi</i> (Kulczynski, 1899)		49
27	<i>Lithobius pilicornis pilicornis</i> Newport, 1844	3	1
33	<i>Homalenotus coriaceus</i> (Simon, 1879)	4	1
59	<i>Zetha simonyi</i> (Krauss, 1892)	1	
78	<i>Anaspis proteus</i> Wollaston, 1854	2	

MF	Nome científico	2002	2022
		Nº Ind.	
118	<i>Scolopostethus decoratus</i> (Hahn, 1833)	1	
126	<i>Chrysodeixis chalcites</i> (Esper, 1789)	1	
195	<i>Trioza laurisilvae</i> Hodkinson, 1990	1	1
254	<i>Megamelodes quadrimaculatus</i> (Signoret, 1865)		1
303	<i>Pterostichus aterrimus aterrimus</i> (Herbst, 1784)	3	
354	<i>Orthochaetes insignis</i> (Aubé, 1863)	2	
F1	<i>Lasius grandis</i> Forel, 1909	443	50
Introduzidas			
23	<i>Phloeonomus punctipennis</i> C.G.Thomson, 1867		2
41	<i>Ocytus aethiops</i> (Waltl, 1835)	4	1
52	<i>Cordalia obscura</i> (Gravenhorst, 1802)	1	
57	<i>Atheta aeneicollis</i> (Sharp, 1869)		1
98	<i>Placonotus</i> sp.	1	
247	<i>Aleochara bipustulata</i> (Linnaeus, 1760)	1	
264	<i>Anotylus nitidifrons</i> (Wollaston, 1871)	18	11
364	Noctuidae	1	
1770	Staphylinidae		1
1772	Staphylinidae		1
1773	Staphylinidae		1
1774	Staphylinidae		1
9	<i>Ommatoiulus moreleti</i> (Lucas, 1860)	34	3
21	<i>Tenuiphantes tenuis</i> (Blackwall, 1852)	8	5
28	<i>Dysdera crocata</i> C.L.Koch, 1838	9	
37	<i>Polydesmus coriaceus</i> Porat, 1870	14	94
38	<i>Chthonius ischnocheles</i> (Hermann, 1804)		1
40	<i>Cercyon haemorrhoidalis</i> (Fabricius, 1775)		2
48	<i>Blaniulus guttulatus</i> (Fabricius, 1798)	8	161
49	<i>Nopoiulus kochii</i> (Gervais, 1847)		79
61	<i>Epuraea biguttata</i> (Thunberg, 1784)	9	4
62	<i>Brachyiulus pusillus</i> (Leach, 1814)		2
71	<i>Oxidus gracilis</i> (C.L. Koch, 1847)		260
103	<i>Ephippiochthonius tetrachelatus</i> (Preyssler, 1790)	1	1
120	<i>Coccotrypes carpophagus</i> (Hornung, 1842)	14	1
122	<i>Clubiona terrestris</i> Westring, 1851	1	
156	Coccidae		1
237	<i>Xyleborinus alni</i> Nijima, 1909	3	
282	<i>Cylindroiulus propinquus</i> (Porat, 1870)		15
308	<i>Stelidota geminata</i> (Say, 1825)		934
352	<i>Euborellia annulipes</i> (Lucas, 1847)	2	
398	<i>Brachypeplus maui</i> Gardner & Classey, 1962		1
462	<i>Phenolia limbata tibialis</i> (Boheman, 1851)		5

5.3.1.3. Diversidade alfa

A partir do índice H0 regista-se o valor de 38 espécies e morfoespécies de artrópodes observados na Matela, em 2002 e 33 em 2022. Em ambos os anos se observou uma queda abrupta da diversidade, devido à existência de uma espécie dominante, *Lasius grandis*, uma espécie nativa, com 443 indivíduos em 2002 e uma espécie introduzida, *Stelidota geminata* com 934 indivíduos em 2022 (Figura 5.8).

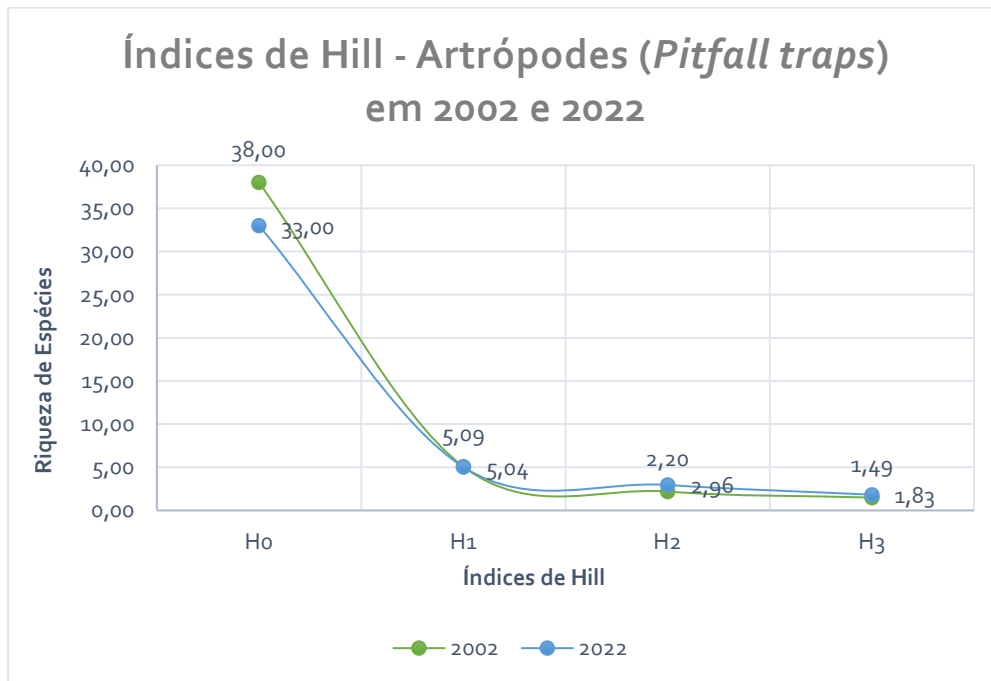


Figura 5.8 – Índices de Hill (H0 = Riqueza de Espécies; H1 = Expoente de Shannon-Wiener; H2 = Inverso de Simpson e H3 = Inverso de Berger-Parker) calculados através dos dados obtidos do grupo taxonómico dos artrópodes, nas armadilhas de queda (*Pitfall traps*), na Matela, ilha Terceira (Açores), em 2002 e 2022

5.3.2. Batimentos

5.3.2.1. Composição de espécies

Para os artrópodes das copas das árvores foi selecionado o transepto indicado na Figura 5.9, porque é o único local na Matela onde existem árvores de *Juniperus brevifolia* e, a partir daí, foram escolhidas 10 árvores de quatro espécies diferentes (*Laurus azorica*, *Erica azorica*, *Juniperus brevifolia* e *Pittosporum undulatum*). A amostragem decorreu no dia 21 de setembro de 2022.

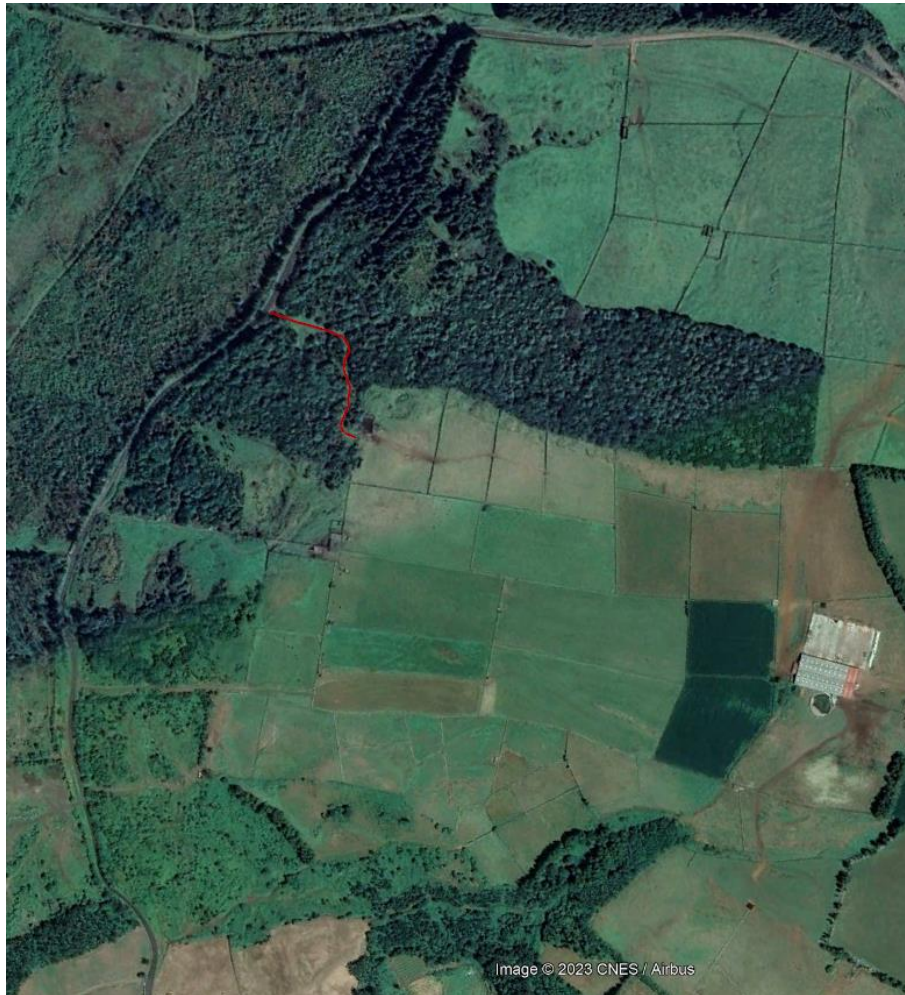


Figura 5.9 - Localização do transepto, indicado a vermelho, utilizado para a recolha de dados dos artrópodes da copa, na metodologia dos batimentos, em 2022, na Matela, ilha Terceira, Açores. Fonte: Google Earth, 2023

Utilizando a metodologia dos batimentos foram capturados 1021 indivíduos (Quadro 5.14) e identificadas um total de 54 espécies e morfoespécies pertencentes a 12 ordens e 38 famílias.

Um total de 17 taxa (31,5%) são endémicos, 19 são nativos (35,2%) e 18 (33,3%) são introduzidas ou indeterminadas. A espécie com maior dominância, ou seja, com o maior número de indivíduos é *Lasius grandis* com 206 indivíduos. Das 54 espécies e morfoespécies, 26 são predadoras, 18 são herbívoros, nove saprófagas e uma predadora/herbívora.

A espécie de árvore que obteve o maior número de espécies foi *Juniperus brevifolia* com um total de 34 taxa, a seguir *Erica azorica* com 30, *Laurus azorica* com 24 e por fim *Pittosporum undulatum* com 15 espécies ou morfoespécies.

Quadro 5.14 - Dados obtidos sobre os artrópodes das copas através do método de batimentos na Matela, ilha Terceira (Açores), em 2022, incluindo a ordem e a família de cada espécie ou morfoespécie, o seu estatuto de colonização (END = endémico; NAT = nativo; INT = introduzido; IND = indeterminado), o número de indivíduos observados/identificados táxon, o número e a percentagem total dos locais de presença (40 árvores) e por cada espécie de árvore (10 indivíduos de cada espécie; ERI = *Erica azorica*; JUN = *Juniperus brevifolia*; LAU = *Laurus azorica*; PIT = *Pittosporum undulatum*)

Col.	Morfoespécies	Nº Ind.	Locais de Presença				
			ERI	JUN	LAU	PIT	Total
Ordem Araneae							
Família Araneidae							
END	<i>Gibbaranea occidentalis</i> Wunderlich, 1989	15	5 (50%)	3 (30%)	3 (30%)	0	11 (28%)
INT	<i>Mangora acalypha</i> (Walckenaer, 1802)	2	0	2 (20%)	0	0	2 (5%)
INT	<i>Zygiella x-notata</i> (Clerck, 1757)	2	0	2 (20%)	0	0	2 (5%)
Família Cheiracanthidae							
INT	<i>Cheiracanthium erraticum</i> (Walckenaer, 1802)	57	5 (50%)	6 (60%)	8 (80%)	7 (70%)	26 (65%)
Família Clubionidae							
INT	<i>Clubiona terrestris</i> Westring, 1851	1	0	0	1 (10%)	0	1 (3%)
NAT	<i>Porrhoclubiona decora</i> (Blackwall, 1859)	61	6 (60%)	7 (70%)	5 (50%)	5 (50%)	23 (58%)
Família Dictynidae							
END	<i>Emblyna açorensis</i> Wunderlich, 1992	65	9 (90%)	5 (50%)	2 (20%)	2 (20%)	18 (45%)
NAT	<i>Lathys dentichelis</i> (Simon, 1883)	177	9 (90%)	10 (100%)	4 (40%)	0	23 (58%)
INT	<i>Nigma puella</i> (Simon, 1870)	2	1 (10%)	1 (10%)	0	0	2 (5%)
Família Linyphiidae							
NAT	<i>Entelecara schmitzi</i> Kulczynski, 1905	6	0	0	3 (30%)	1 (10%)	4 (10%)
INT	<i>Erigone atra</i> Blackwall, 1833	1	1 (10%)	0	0	0	1 (3%)
INT	<i>Pelecopsis parallela</i> (Wider, 1834)	18	2 (20%)	6 (60%)	0	0	8 (20%)
END	<i>Savigniorhipis açorensis</i> Wunderlich, 1992	17	0	4 (40%)	1 (10%)	0	5 (13%)
NAT	<i>Tenuiphantes miguelensis</i> (Wunderlich, 1992)	1	0	0	1 (10%)	0	1 (3%)
Família Salticidae							
NAT	<i>Macaroeris cata</i> (Blackwall, 1867)	32	8 (80%)	8 (80%)	2 (20%)	0	18 (45%)
NAT	<i>Macaroeris diligens</i> (Blackwall, 1867)	12	0	0	5 (50%)	3 (30%)	8 (20%)
Família Tetragnathidae							
END	<i>Leucognatha açorensis</i> Wunderlich, 1992	1	0	0	1 (10%)	0	1 (3%)
Família Theridiidae							
END	<i>Rugathodes açorensis</i> Wunderlich, 1992	3	2 (20%)	1 (10%)	0	0	3 (8%)
NAT	<i>Steatoda nobilis</i> (Thorell, 1875)	1	0	0	1 (10%)	0	1 (3%)
Família Thomisidae							
NAT	<i>Xysticus cor</i> Canestrini, 1873	1	0	1 (10%)	0	0	1 (3%)
Ordem Archaeognatha							
Família Machilidae							
NAT	<i>Dilta saxicola</i> (Womersley, 1930)	4	2 (20%)	1 (10%)	0	1 (10%)	4 (10%)
Ordem Blattodea							
Família Corydiidae							
NAT	<i>Zetha simonyi</i> (Krauss, 1892)	69	5 (50%)	9 (90%)	4 (40%)	2 (20%)	20 (50%)
Ordem Coleoptera							
Família Chrysomelidae							
INT	<i>Longitarsus kutscherai</i> (Rye, 1872)	1	1 (10%)	0	0	0	1 (3%)

Col.	Morfoespécies	Nº Ind.	Locais de Presença					Total
			ERI	JUN	LAU	PIT		
Família Corylophidae								
INT	<i>Sericoderus lateralis</i> (Gyllenhal, 1827)	1	0	0	1 (10%)	0	1 (3%)	
Família Curculionidae								
END	<i>Calacalles subcarinatus</i> (Israelson, 1984)	3	0	0	0	2 (20%)	2 (5%)	
END	<i>Pseudophloeophagus tenax borgesii</i> Stüben, 2022	2	1 (10%)	1 (10%)	0	0	2 (5%)	
Família Nitidulidae								
INT	<i>Brachypeplus maui</i> Gardner & Classey, 1962	1	0	0	0	1 (10%)	1 (3%)	
INT	<i>Stelidota geminata</i> (Say, 1825)	1	0	1 (10%)	0	0	1 (3%)	
Família Silvanidae								
INT	<i>Cryptomorpha desjardinsii</i> (Guérin-Méneville, 1844)	2	1 (10%)	0	0	1 (10%)	2 (5%)	
Família Staphylinidae								
IND	<i>Aleochara bipustulata</i> (Linnaeus, 1760)	2	0	1 (10%)	1 (10%)	0	2 (5%)	
Ordem Dermaptera								
Família Forficulidae								
INT	<i>Forficula auricularia</i> Linnaeus, 1758	3	1 (10%)	1 (10%)	1 (10%)	0	3 (8%)	
Ordem Hemiptera								
Família Aphididae								
NAT	<i>Cinara juniperi</i> (De Geer, 1773)	7	0	4 (40%)	1 (10%)	0	5 (13%)	
Família Cixiidae								
END	<i>Cixius azoterceirae</i> Remane & Asche, 1979	11	3 (30%)	1 (10%)	2 (20%)	2 (20%)	8 (20%)	
Família Flatidae								
NAT	<i>Cyphopterum adscendens</i> (Herrich-Schäffer, 1835)	1	0	0	0	1 (10%)	1 (3%)	
Família Liviidae								
END	<i>Strophingia harteni</i> Hodkinson, 1981	1	1 (10%)	0	0	0	1 (3%)	
Família Lygaeidae								
NAT	<i>Kleidocerys ericae</i> (Horváth, 1909)	9	5 (50%)	1 (10%)	0	1 (10%)	7 (18%)	
Família Miridae								
END	<i>Pinalitus oromii</i> J. Ribes, 1992	1	0	1 (10%)	0	0	1 (3%)	
Família Pentatomidae								
NAT	<i>Piezodorus lituratus</i> (Fabricius, 1794)	6	0	2 (20%)	0	0	2 (5%)	
Família Triozidae								
NAT	<i>Trioza laurisilvae</i> Hodkinson, 1990	4	0	0	3 (30%)	0	3 (8%)	
Ordem Hymenoptera								
Família Formicidae								
NAT	<i>Lasius grandis</i> Forel, 1909	206	5 (50%)	4 (40%)	2 (20%)	1 (10%)	12 (30%)	
INT	<i>Tetramorium caldarium</i> (Roger, 1857)	7	0	3 (30%)	0	0	3 (8%)	
Ordem Julida								
Família Julidae								
INT	<i>Ommatoiulus moreleti</i> (Lucas, 1860)	2	1 (10%)	1 (10%)	0	0	2 (5%)	
Ordem Lepidoptera								
Família Argyresthiidae								
END	<i>Argyresthia atlanticella</i> Rebel, 1940	26	6 (60%)	4 (40%)	2 (20%)	0	12 (30%)	
Família Crambidae								
END	<i>Scoparia coecimaculalis</i> Warren, 1905	1	1 (10%)	0	0	0	1 (3%)	
Família Geometridae								
END	<i>Ascotis fortunata azorica</i> Pinker, 1971	4	3 (30%)	0	0	0	3 (8%)	
END	<i>Cyclophora azorensis</i> (Prout, 1920)	20	8 (80%)	0	0	0	8 (20%)	

Col.	Morfoespécies	Nº Ind.	Locais de Presença				
			ERI	JUN	LAU	PIT	Total
Família Noctuidae							
NAT	<i>Autographa gamma</i> (Linnaeus, 1758)	1	0	0	0	1 (10%)	1 (3%)
Ordem Opiliones							
Família Leiobunidae							
NAT	<i>Leiobunum blackwalli</i> Meade, 1861	6	3 (30%)	2 (20%)	0	0	5 (13%)
Ordem Psocodea							
Família Ectopsocidae							
INT	<i>Ectopsocus briggsi</i> McLachlan, 1899	17	1 (10%)	4 (40%)	2 (20%)	0	7 (18%)
NAT	<i>Ectopsocus strauschi</i> Enderlein, 1906	6	0	1 (10%)	0	0	1 (3%)
Família Elipsocidae							
END	<i>Elipsocus brincki</i> Badonnel, 1963	1	0	1 (10%)	0	0	1 (3%)
Família Psocidae							
END	<i>Atlantopsocus adustus</i> (Hagen, 1865)	5	2 (20%)	1 (10%)	0	0	3 (7,5%)
Família Trogiidae							
END	<i>Cerobasis</i> sp.	110	3 (30%)	7 (70%)	1 (10%)	0	11 (28%)
Ordem Thysanoptera							
Família Thripidae							
INT	<i>Heliothrips haemorrhoidalis</i> (Bouché, 1833)	5	3 (30%)	0	0	0	3 (8%)

5.3.2.2. Comparação temporal da composição de espécies

Nos padrões de comparação de espécies entre 1999 e 2022 foram apenas utilizados os dados de três espécies de árvores, *Erica azorica*, *Juniperus brevifolia* e *Laurus azorica*, porque nos dados de 1999 não havia registos sobre *Pittosporum undulatum* e assim sendo este será avaliado à parte.

Em 1999, foram identificadas 12 espécies e morfoespécies endémicas, 19 nativas e 17 introduzidas/indeterminadas. Já em 2022 foram registadas 14 espécies e morfoespécies endémicas, 18 nativas e 17 introduzidas/indeterminadas (Quadro 5.15).

Relativamente à abundância, em 2002, contabilizou-se 231 indivíduos endémicos, 493 indivíduos nativos e 104 introduzidos. Em 2022, as espécies endémicas diminuíram para 163, as nativas aumentaram para 595 indivíduos e as introduzidas também aumentaram para 219 indivíduos.

Quadro 5.15 - Dados obtidos sobre os artrópodes das copas das espécies *Erica azorica*, *Laurus azorica* e *Juniperus brevifolia*, através do método de batimentos na Matela, ilha Terceira (Açores), em 1999 e 2022, incluindo a morfoespécie (MF), o seu nome científico, o seu estatuto de colonização e o número de indivíduos observados/identificados por morfoespécie

MF	Nome científico	1999	2022
		Nº Ind.	
Endémico			
5	<i>Rugathodes acorensis</i> Wunderlich, 1992		3
7	<i>Cixius azoterceirae</i> Remane & Asche, 1979	9	8
19	<i>Argyresthia atlanticella</i> Rebel, 1940	118	26
90	<i>Cyclophora azorensis</i> (Prout, 1920)	1	20

MF	Nome científico	1999	2022
		Nº Ind.	
102	<i>Pseudophloeophagus tenax borgesii</i> Stüben, 2022	1	2
116	<i>Scoparia coecimaculalis</i> Warren, 1905		1
134	<i>Gibbaranea occidentalis</i> Wunderlich, 1989	45	15
137	<i>Pinalitus oromii</i> J. Ribes, 1992	1	1
144	<i>Trigoniophthalmus borgesii</i> Mendes, Gaju, Bach & Molero, 2000	1	
176	<i>Ascotis fortunata azorica</i> Pinker, 1971	6	4
179	<i>Leucognatha açorensis</i> Wunderlich, 1992		1
181	<i>Savigniorrhapis açorensis</i> Wunderlich, 1992	11	17
208	<i>Lasaeola oceanica</i> Simon, 1883	4	
370	<i>Elipsocus brincki</i> Badonnel, 1963	3	1
539	<i>Emblyna açorensis</i> Wunderlich, 1992	31	63
172	<i>Cerobasis</i> sp.		110
557	<i>Strophingia harteni</i> Hodkinson, 1981		1
Nativo			
2	<i>Tenuiphantes miguelensis</i> (Wunderlich, 1992)	1	1
3	<i>Xysticus cor</i> Canestrini, 1873		1
6	<i>Leiobunum blackwalli</i> Meade, 1861	1	6
13	<i>Hoplothrips corticis</i> (De Geer, 1773)	1	
42	<i>Orthonama obstipata</i> (Fabricius, 1794)	2	
44	<i>Cinara juniperi</i> (De Geer, 1773)	14	7
59	<i>Zetha simonyi</i> (Krauss, 1892)	48	67
117	<i>Lathys dentichelis</i> (Simon, 1883)	17	177
124	<i>Cyphopterus adscendens</i> (Herrich-Schäffer, 1835)	4	
167	<i>Kleidocerys ericae</i> (Horváth, 1909)	6	8
195	<i>Trioza laurisilvae</i> Hodkinson, 1990	19	4
198	<i>Macaroeris cata</i> (Blackwall, 1867)	4	32
205	<i>Atlantopsocus adustus</i> (Hagen, 1865)	30	5
218	<i>Ectopsocus strauchii</i> Enderlein, 1906		6
279	<i>Dilta saxicola</i> (Womersley, 1930)		3
476	<i>Monalocoris filicis</i> (Linnaeus, 1758)	1	
478	<i>Trichopsocus clarus</i> (Banks, 1908)	1	
516	<i>Porrhoclubiona decora</i> (Blackwall, 1859)	20	53
521	<i>Brachysteles parvicornis</i> (A. Costa, 1847)	1	
535	<i>Heterotoma planicornis</i> (Pallas, 1772)	4	
536	<i>Peripsocus phaeopterus</i> (Stephens, 1836)	21	
651	<i>Piezodorus lituratus</i> (Fabricius, 1794)		6
789	<i>Entelecara schmitzi</i> Kulczynski, 1905		4
793	<i>Macaroeris diligens</i> (Blackwall, 1867)		9
869	<i>Steatoda nobilis</i> (Thorell, 1875)		1
F1	<i>Lasius grandis</i> Forel, 1909	298	205
Introduzido			
183	<i>Psocodea</i> sp.	6	
247	<i>Aleochara bipustulata</i> (Linnaeus, 1760)		2
469	<i>Lepidoptera</i> sp.	1	
548	<i>Psocodea</i> sp.	1	
9	<i>Ommatoiulus moreleti</i> (Lucas, 1860)	6	2
21	<i>Tenuiphantes tenuis</i> (Blackwall, 1852)	3	
34	<i>Erigone atra</i> Blackwall, 1833	3	1
56	<i>Forficula auricularia</i> Linnaeus, 1758		3
65	<i>Sericoderus lateralis</i> (Gyllenhal, 1827)		1
108	<i>Cryptomorpha desjardinsii</i> (Guérin-Méneville, 1844)		1
121	<i>Ectopsocus briggsi</i> McLachlan, 1899	51	17

MF	Nome científico	1999	2022
		Nº Ind.	
122	<i>Clubiona terrestris</i> Westring, 1851		1
127	<i>Steatoda grossa</i> (C. L. Koch, 1838)	1	
140	<i>Ero furcata</i> (Villers, 1789)	1	
228	<i>Mangora acalypha</i> (Walckenaer, 1802)		2
235	<i>Pelecopsis parallela</i> (Wider, 1834)		18
246	<i>Erigone dentipalpis</i> (Wider, 1834)	1	
276	<i>Heliothrips haemorrhoidalis</i> (Bouché, 1833)	1	5
308	<i>Stelidota geminata</i> (Say, 1825)		1
363	<i>Popillia japonica</i> Newman, 1838	7	
440	<i>Rhopobota naevana</i> (Hübner, 1817)	5	
519	<i>Tortricidae</i> sp.	10	
534	<i>Aphis aurantii</i> Boyer de Fonscolombe, 1841	1	
537	<i>Empicoris rubromaculatus</i> (Blackburn, 1889)	5	
547	<i>Trichadenotecnum castum</i> Betz, 1983	1	
618	<i>Nigma puella</i> (Simon, 1870)		2
702	<i>Longitarsus kutscherai</i> (Rye, 1872)		1
927	<i>Cheiracanthium erraticum</i> (Walckenaer, 1802)		50
1057	<i>Zygiella x-notata</i> (Clerck, 1757)		2

5.3.2.3. Diversidade alfa

Na Figura 5.10, pode-se observar os dados de três árvores (*Laurus azorica*, *Erica azorica* e *Juniperus bervifolia*) em conjunto, em 1999 e 2022. A partir do índice H0 regista-se o valor de 48 espécies e morfoespécies de artrópodes observados na Matela, em 1999 e 54 em 2022. A taxa de declínio da diversidade com a contribuição das espécies raras (H1) e dominantes (H2 e H3) é semelhante nos dois períodos de amostragem (Figura 5.10).

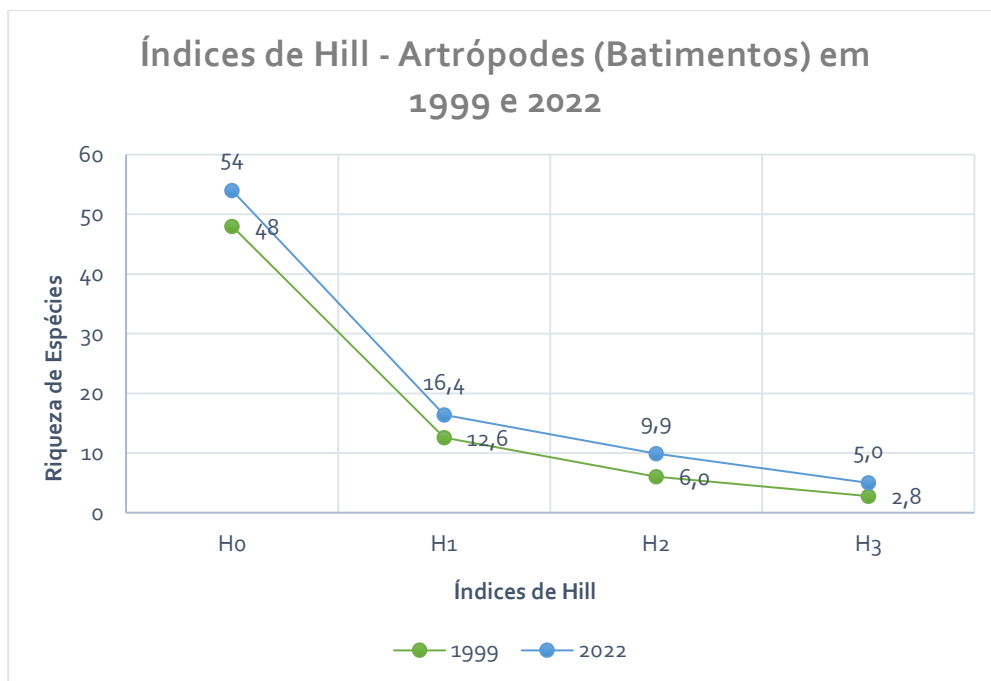


Figura 5.10 – Índices de Hill (H0 = Riqueza de Espécies; H1 = Expoente de Shannon-Wiener; H2 = Inverso de Simpson

e H3 = Inverso de Berger-Parker) calculados através dos dados obtidos no grupo taxonómico dos artrópodes, nos batimentos, presentes nas copas de *Laurus azorica*, *Erica azorica* e *Juniperus brevifolia*, na Matela, ilha Terceira (Açores), em 1999 e 2022

Relativamente às morfoespécies encontradas apenas na copa de *Erica azorica*, observa-se igualmente que não houve grandes alterações na estrutura desta comunidade, tal como se pode verificar na Figura 5.11. Em 1999, houve um declínio de 56% e em 2022 foi de 55%. Através do índice de Simpson, verifica-se que apenas 26% da diversidade é que é retida em 1999 e em 2022 é de 29%. O índice de Berger-Parker é baixo em ambos os anos, em 1999 a espécie dominante é *Argyresthia atlanticella*, uma espécie endémica, com 109 indivíduos e em 2022, a espécie dominante é *Lasius grandis*, uma espécie nativa, com 77 indivíduos.

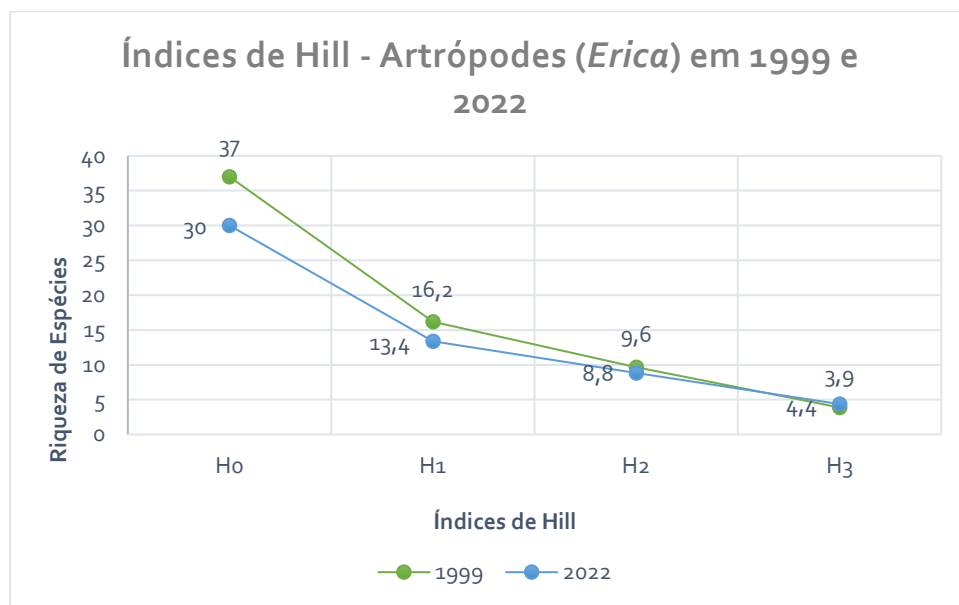


Figura 5.11 – Índices de Hill (H0 = Riqueza de Espécies; H1 = Expoente de Shannon-Wiener; H2 = Inverso de Simpson e H3 = Inverso de Berger-Parker) calculados através dos dados obtidos no grupo taxonómico dos artrópodes, nos batimentos, presentes na copa de *Erica azorica*, na Matela, ilha Terceira (Açores), em 1999 e 2022

Na copa de *Juniperus brevifolia*, pode observar-se que houve grandes alterações na estrutura desta comunidade, tal como se pode verificar na Figura 5.12, principalmente na riqueza de espécies, que passou de 12 espécies e morfoespécies para 34.

Em 1999 houve um declínio de 81% e em 2022 foi de 67%. Através do índice de Simpson, verifica-se que apenas 12% da diversidade é que é retida em 1999 e em 2022 é de 21%. Ainda assim, mesmo que os valores tenham melhorado de 1999 para 2022, continua a existir um desequilíbrio nesta comunidade. O índice de Berger-Parker é baixo em ambos os anos, tanto em 1999 como em 2022, a espécie dominante é *Lasius grandis*, uma espécie nativa, com 274 e 126 indivíduos, respetivamente.

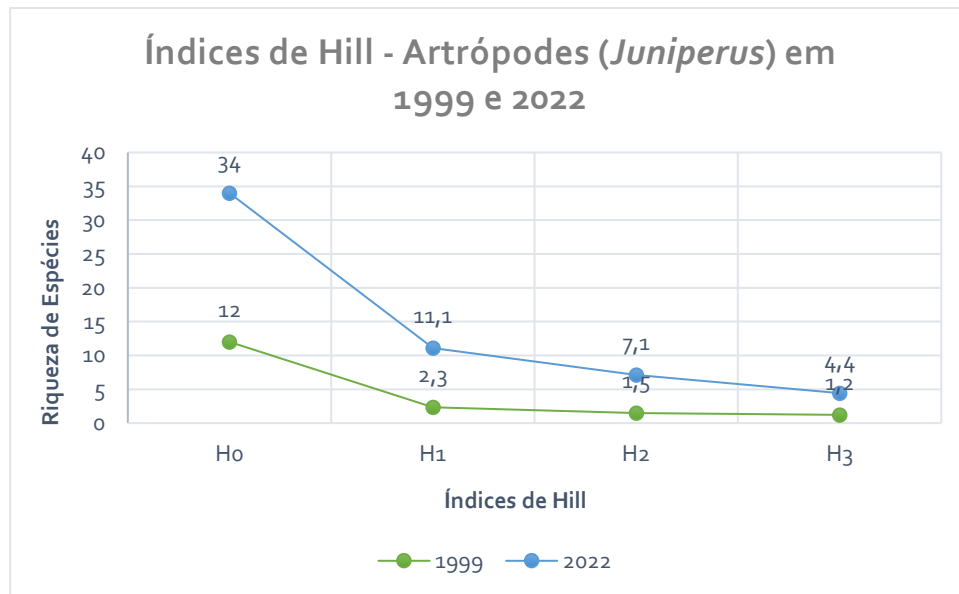


Figura 5.12 – Índices de Hill (H0 = Riqueza de Espécies; H1 = Expoente de Shannon-Wiener; H2 = Inverso de Simpson e H3 = Inverso de Berger-Parker) calculados através dos dados obtidos no grupo taxonómico dos artrópodes, nos batimentos, presentes na copa de *Juniperus brevifolia*, na Matela, ilha Terceira (Açores), em 1999 e 2022

Relativamente às morfoespécies encontradas na copa de *Laurus azorica*, observa-se que não houve grandes alterações na estrutura desta comunidade, tal como se pode verificar na Figura 5.13. Em 1999 houve um declínio de 46% e em 2022 foi de 39%. Através do índice de Simpson, verifica-se que apenas 35% da diversidade é que é retida em 1999 e em 2022 é de 41%. O índice de Berger-Parker é baixo em ambos os anos. Em 1999 as espécies dominantes são *Gibbaranea occidentalis*, uma espécie de aranha endémica, e *Trioza laurisilvae*, uma espécie de hemíptero nativa, ambas com 15 indivíduos. Em 2022, a espécie dominante é *Cheiracanthium erraticum*, uma espécie de aranha introduzida, com 20 indivíduos.

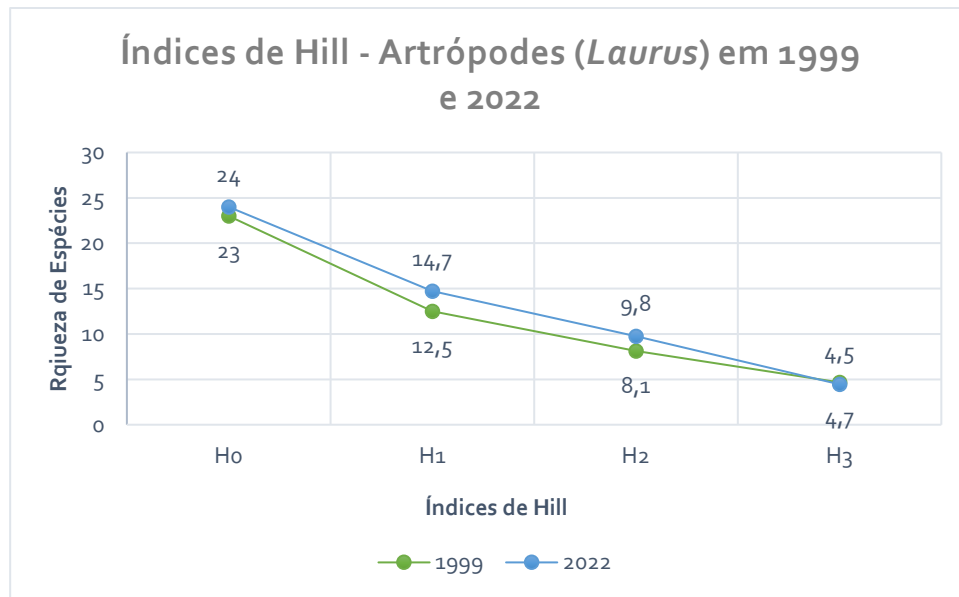


Figura 5.13 – Índices de Hill (H0 = Riqueza de Espécies; H1 = Expoente de Shannon-Wiener; H2 = Inverso de Simpson e H3 = Inverso de Berger-Parker) calculados através dos dados obtidos no grupo taxonómico dos artrópodes, nos batimentos, presentes nas copas de *Laurus azorica*, na Matela, ilha Terceira (Açores), em 1999 e 2022

Quanto às espécies e morfoespécies observadas na copa de *Pittosporum undulatum*, verifica-se que através do índice H0 regista-se o valor de 15 taxa. A descida existente do índice H0 para o índice H3 mostra um declínio abrupto da diversidade, tal como se pode observar na Figura 5.14.

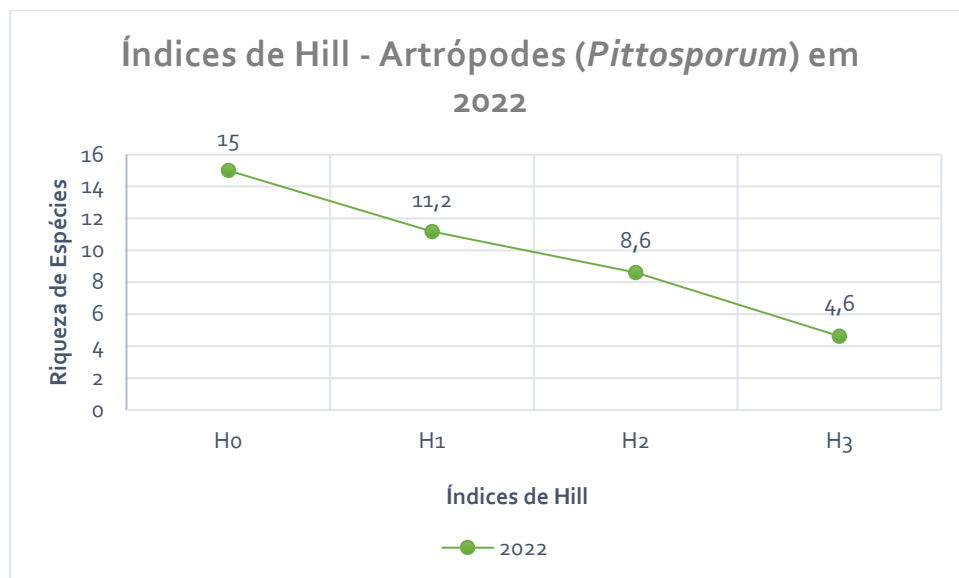


Figura 5.14 – Índice de Hill (H0 = Riqueza de Espécies; H1 = Expoente de Shannon-Wiener; H2 = Inverso de Simpson e H3 = Inverso de Berger-Parker) calculados através dos dados obtidos no grupo taxonómico dos artrópodes, nos batimentos, presentes nas copas de *Pittosporum undulatum*, na Matela, ilha Terceira (Açores), em 2022

5.3.3. Armadilha de interceção de voo (SLAM traps)

5.3.3.1. Composição de espécies

Para os artrópodes voadores ou com grande capacidade de dispersão passiva foi colocada uma armadilha de interceção de voo (SLAM traps) (Figura 5.15). A amostragem teve início a 12 março de 2022 e terminou a 12 de setembro de 2022, ou seja, uma duração de seis meses.

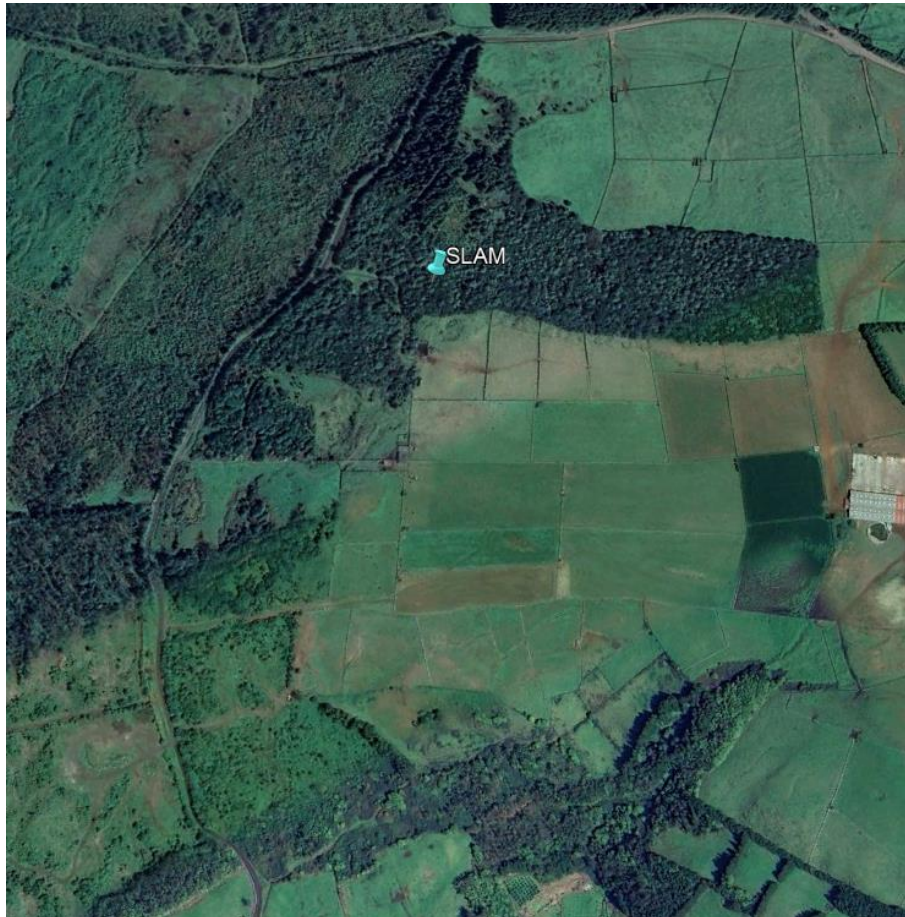


Figura 5.15 – Localização da armadilha SLAM, utilizado para a recolha de dados dos artrópodes de interceção de voo, em 2022, na Matela, ilha Terceira, Açores. Fonte: Google Earth, 2023

Foram observadas e identificadas, utilizando a metodologia armadilha SLAM, um total de 39 espécies e morfoespécies pertencentes a 10 ordens e 34 famílias. Desta forma, obteve-se um total de 145 indivíduos (Quadro 5.16).

Um total de cinco taxa (13%) são endémicos, 19 são nativos (49%) e 15 (38%) são introduzidos ou indeterminados. A espécie com maior dominância, ou seja, com o maior número de indivíduos é a do gorgulho endémico *Pseudophloeophagus tenax borgesii* com uma abundância de 29 indivíduos. Das 39 espécies e morfoespécies, 19 são predadoras, 14 são herbívoras, cinco saprófagas e uma predadora/herbívora.

Quadro 5.16 - Dados obtidos através das armadilhas de voo (SLAM traps) dos artrópodes na Matela, ilha Terceira (Açores), em 2022, incluindo a ordem e a família de cada morfoespécie, o seu nome científico, o seu estatuto de colonização (END = endémico; NAT = nativo; INT = introduzido; IND = indeterminado) e o número de indivíduos observados/identificados por morfoespécie

Col.	Espécies	Nº Ind.
Ordem Araneae		
Família Araneidae		
END	<i>Gibbaranea occidentalis</i> Wunderlich, 1989	3
Família Cheiracanthiidae		
INT	<i>Cheiracanthium erraticum</i> (Walckenaer, 1802)	1
Família Clubionidae		
INT	<i>Clubiona terrestris</i> Westring, 1851	3
Família Dysderidae		
INT	<i>Dysdera crocata</i> C.L.Koch, 1838	1
Família Linyphiidae		
NAT	<i>Palliduphantes schmitzi</i> (Kulczynski, 1899)	1
NAT	<i>Tenuiphantes migueleensis</i> (Wunderlich, 1992)	3
INT	<i>Tenuiphantes tenuis</i> (Blackwall, 1852)	24
Família Salticidae		
NAT	<i>Macaroeris diligens</i> (Blackwall, 1867)	1
Família Tetragnathidae		
NAT	<i>Metellina merianae</i> (Scopoli, 1763)	1
Família Theridiidae		
INT	<i>Cryptachaea blattea</i> (Urquhart, 1886)	2
NAT	<i>Theridion musivivum</i> Schmidt, 1956	1
Ordem Blattodea		
Família Corydiidae		
NAT	<i>Zetha simonyi</i> (Krauss, 1892)	2
Ordem Coleoptera		
Família Carabidae		
NAT	<i>Ocys harpaloides</i> (Audinet-Serville, 1821)	2
Família Chrysomelidae		
INT	<i>Epitrix hirtipennis</i> (Melsheimer, 1847)	1
Família Curculionidae		
END	<i>Pseudophloeophagus tenax borgesii</i> Stüben, 2022	29
Família Dryopidae		
NAT	<i>Dryops algiricus</i> (Lucas, 1846)	1
Família Leiodidae		
NAT	<i>Catops coracinus</i> Kellner, 1846	4
Família Rutelidae		
INT	<i>Popillia japonica</i> Newman, 1838	1
Família Scaphitidae		
NAT	<i>Anaspis proteus</i> Wollaston, 1854	1
Família Staphylinidae		
IND	<i>Rugilus orbiculatus</i> (Paykull, 1789)	1
IND	<i>Tachyporus nitidulus</i> (Fabricius, 1781)	2
Família Throscidae		
IND	Throscidae	1
Ordem Hemiptera		
Família Cicadellidae		
IND	Cicadellidae	1
Família Cixiidae		
END	<i>Cixius azoterceirae</i> Remane & Asche, 1979	12

Col.	Espécies	Nº Ind.
Família Flatidae		
NAT	<i>Cyphopterus adscendens</i> (Herrich-Schäffer, 1835)	1
INT	<i>Siphanta acuta</i> (Walker, 1851)	3
Família Miridae		
NAT	<i>Campyloneura virgula</i> (Herrich-Schaeffer, 1835)	1
Família Saldidae		
NAT	<i>Saldula palustris</i> (Douglas, 1874)	1
Família Triozidae		
NAT	<i>Trioza laurisilvae</i> Hodkinson, 1990	4
Ordem Hymenoptera		
Família Apidae		
NAT	<i>Bombus terrestris</i> (Linnaeus, 1758)	2
Família Formicidae		
NAT	<i>Lasius grandis</i> Forel, 1909	7
Ordem Julida		
Família Julidae		
INT	<i>Ommatoiulus moreleti</i> (Lucas, 1860)	2
Ordem Neuroptera		
Família Hemerobiidae		
END	<i>Hemerobius azoricus</i> Tjeder, 1948	1
Ordem Opiliones		
Família Leiobunidae		
NAT	<i>Leiobunum blackwalli</i> Meade, 1861	19
Ordem Phasmida		
Família Phasmatidae		
INT	<i>Carausius morosus</i> (Sinéty, 1901)	1
Ordem Pseudoscorpiones		
Família Chthoniidae		
INT	<i>Ephippiochthonius tetrachelatus</i> (Preyssler, 1790)	1
Ordem Psocodea		
Família Caeciliusidae		
NAT	<i>Valenzuela flavidus</i> (Stephens, 1836)	1
Família Elipsocidae		
END	<i>Elipsocus azoricus</i> Meinander, 1975	1
Família Trichopsocidae		
NAT	<i>Trichopsocus clarus</i> (Banks, 1908)	1

5.3.3.2. Diversidade alfa

A partir do índice H0 regista-se o valor de 39 morfoespécies de artrópodes observados na Matela (Figura 5.16).

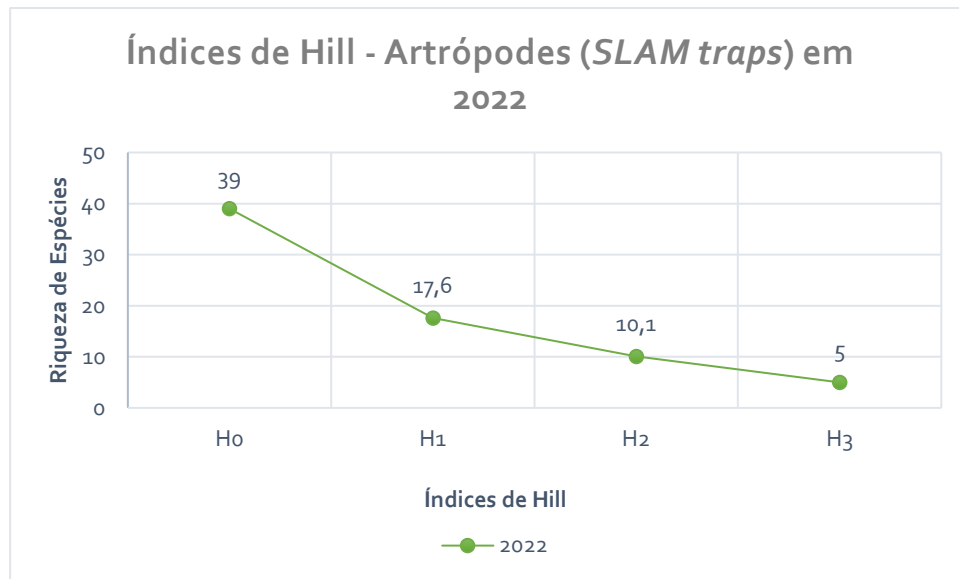


Figura 5.16 – Índices de Hill (H0 = Riqueza de Espécies; H1 = Expoente de Shannon-Wiener; H2 = Inverso de Simpson e H3 = Inverso de Berger-Parker) calculados através dos dados obtidos no grupo taxonómico dos artrópodes, nas armadilhas de voo (SLAM traps) na Matela, ilha Terceira (Açores), em 2022

5.3.4. Vulnerabilidade e raridade

Através das categorias descritas pela IUCN, observou-se que das 51 espécies indígenas observadas nas três armadilhas, sete como pouco preocupantes (LC), quatro como quase ameaçados (NT) e três como vulneráveis (VU). No entanto, 37 das 51 espécies indígenas observadas neste estudo não foram classificadas de acordo com os critérios da Lista Vermelha da IUCN. As espécies classificadas como vulneráveis são *Cixius azoterceirae*, *Leucognatha acoreensis* e *Savigniorrhapis acoreensis*.

Ao avaliar biologicamente a raridade, usando os três critérios de Rabinowitz (1981), distribuição geográfica, abundância e especificidade do habitat (Quadro 5.17), verifica-se que existem 52 espécies indígenas e que 45 destas espécies apresentam algum nível de raridade.

Quadro 5.17 - Número de espécies indígenas de artrópodes por cada classe de raridade de Rabinowitz

		Distribuição Geográfica			
		Abrangente		Restrita	
Abundância	Abundante	7	14	3	8
	Pouco abundante	0	13	0	7
		Generalista	Especialista	Generalista	Especialista
		Especificidade de Habitat			

Das 52 espécies indígenas registadas em 2022, pode-se observar que sete espécies são comuns nas três dimensões de Rabinowitz. Já na dimensão da especificidade do habitat, existem 14 espécies raras, dadas como especialistas, na Matela, em 2022, como se pode verificar no

Quadro 5.18. Foram registadas 13 espécies duplamente raras de artrópodes, nas dimensões de abundância e habitat. Existem três espécies raras na dimensão da distribuição, dadas como restritas, na Matela, em 2022, como se pode verificar no Quadro 5.18. Nas dimensões de distribuição e habitat foram registadas oito espécies duplamente raras de artrópodes. No que diz respeito às espécies consideradas triplamente raras, por apresentarem uma distribuição geográfica restrita, pouca abundância e habitat específico, pode-se verificar que ocorrem sete espécies (Quadro 5.18).

Quadro 5.18 – Lista das espécies indígenas de artrópodes pelos critérios de raridade de Rabinowitz considerando os dados recolhidos na Matela, em 2022 (Col. – Estatuto de Colonização; END – Endémico; NAT – Nativo)

Col.	Espécies	Categoria de Raridade
Comum		
NAT	<i>Cyphopterus adscendens</i>	
NAT	<i>Lasius grandis</i>	
NAT	<i>Leiobunum blackwalli</i>	
NAT	<i>Macaroeris diligens</i>	
NAT	<i>Pallidiphantes schmitzi</i>	
NAT	<i>Tenuiphantes miguelensis</i>	
NAT	<i>Zetha simonyi</i>	
Rara		
NAT	<i>Atlantopsocus adustus</i>	Habitat
NAT	<i>Bombus terrestris</i>	Habitat
NAT	<i>Catops coracinus</i>	Habitat
NAT	<i>Cinara juniperi</i>	Habitat
END	<i>Cixius azoterceirae</i>	Distribuição
NAT	<i>Dilta saxicola</i>	Habitat
NAT	<i>Ectopsocus strauchii</i>	Habitat
NAT	<i>Entelecara schmitzi</i>	Habitat
END	<i>Gibbaranea occidentalis</i>	Distribuição
NAT	<i>Kleidocerys ericae</i>	Habitat
NAT	<i>Lathys dentichelis</i>	Habitat
NAT	<i>Macaroeris cata</i>	Habitat
NAT	<i>Ocys harpaloides</i>	Habitat
END	<i>Piezodorus lituratus</i>	Habitat
NAT	<i>Porrhoclubiona decora</i>	Habitat
END	<i>Pseudophloeophagus tenax borgesii</i>	Distribuição
NAT	<i>Trioza laurisilvae</i>	Habitat
Duplamente rara		
NAT	<i>Anaspis proteus</i>	Abundância e Habitat
END	<i>Argyresthia atlanticella</i>	Distribuição e Habitat
END	<i>Ascotis fortunata azorica</i>	Distribuição e Habitat
NAT	<i>Autographa gamma</i>	Abundância e Habitat
END	<i>Calacalles subcarinatus</i>	Distribuição e Habitat
NAT	<i>Campyloneura virgula</i>	Abundância e Habitat
END	<i>Cerobasis</i> sp.	Distribuição e Habitat
END	<i>Cyclophora azorensis</i>	Distribuição e Habitat
NAT	<i>Dryops algericus</i>	Abundância e Habitat
END	<i>Emblyna acorensis</i>	Distribuição e Habitat
NAT	<i>Homalenotus coriaceus</i>	Abundância e Habitat

Col.	Espécies	Categoria de Raridade
NAT	<i>Lithobius pilicornis pilicornis</i>	Abundância e Habitat
NAT	<i>Megamelodes quadrimaculatus</i>	Abundância e Habitat
END	<i>Rugathodes acorensis</i>	Distribuição e Habitat
NAT	<i>Saldula palustris</i>	Abundância e Habitat
END	<i>Savigniorrhapis acorensis</i>	Distribuição e Habitat
NAT	<i>Steatoda nobilis</i>	Abundância e Habitat
NAT	<i>Theridion musivivum</i>	Abundância e Habitat
NAT	<i>Trichopsocus clarus</i>	Abundância e Habitat
NAT	<i>Valenzuela flavidus</i>	Abundância e Habitat
NAT	<i>Xysticus cor</i>	Abundância e Habitat
Triplamente rara		
END	<i>Elipsocus azoricus</i>	Distribuição, Abundância e Habitat
END	<i>Elipsocus brincki</i>	Distribuição, Abundância e Habitat
END	<i>Hemerobius azoricus</i>	Distribuição, Abundância e Habitat
END	<i>Leucognatha acorensis</i>	Distribuição, Abundância e Habitat
END	<i>Pinalitus oromii</i>	Distribuição, Abundância e Habitat
END	<i>Scoparia coecimaculalis</i>	Distribuição, Abundância e Habitat
END	<i>Strophiingia harteni</i>	Distribuição, Abundância e Habitat

5.4. Aves

5.4.1. Composição de espécies

Os resultados obtidos para o grupo taxonómico das aves foram conseguidos através de duas técnicas distintas: (i) método do ponto de audição e (ii) armadilhas fotográficas.

As espécies observadas neste estudo foram captadas em 25 locais diferentes na Matela, de acordo com a Figura 5.17, utilizando-se o método do ponto de audição, que decorreu entre o dia 23 de agosto de 2022 e o dia 26 de outubro de 2022.

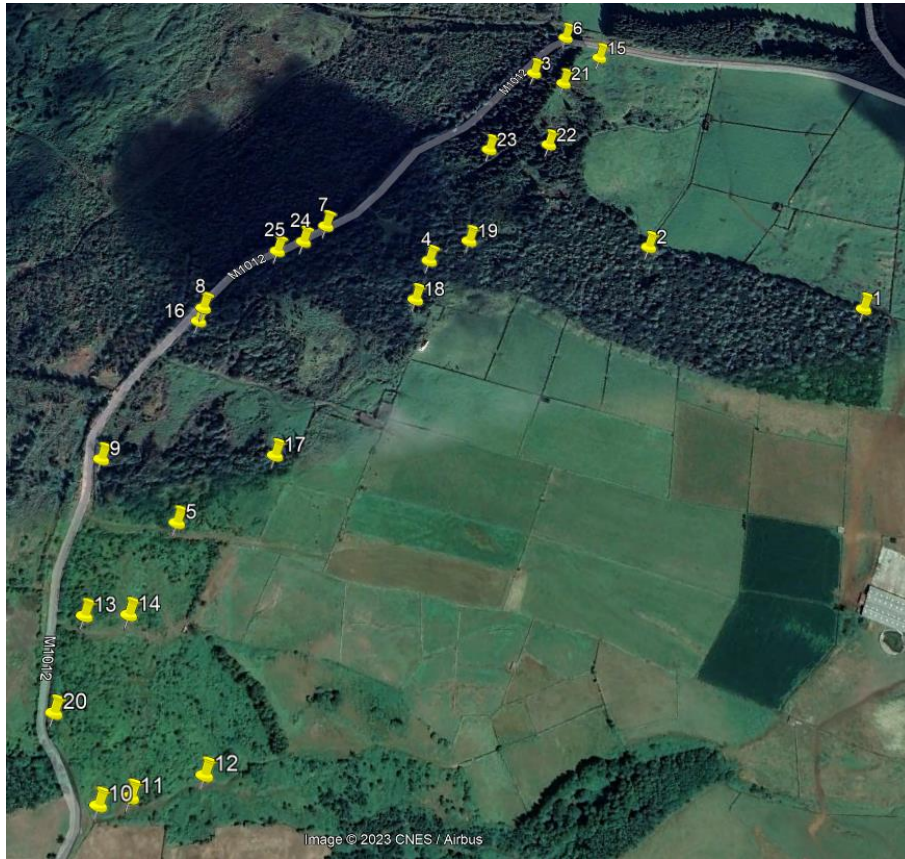


Figura 5.17 - Localização e distribuição dos pontos de observação utilizados para a recolha de dados no grupo taxonómico das aves, através do método do ponto de audição na Matela, ilha Terceira (Açores), em 2022. Fonte: Google Earth, 2023

Foram observadas e identificadas, utilizando a metodologia do ponto de audição, um total de 13 espécies e subespécies pertencentes a quatro ordens e 10 famílias. Desta forma, obteve-se um total de 298 indivíduos de aves (Quadro 5.19). Das 13 espécies identificadas, nove (69%) são endémicas, três (23%) são nativas e apenas uma (8%) introduzida.

A família Fringilidae foi a mais diversa, com duas espécies/subespécies, e corresponde a 39,2% de todas as aves observadas/identificadas. Dentro desta família, *Fringilla coelebs moreletti*, não só foi a espécie com o maior número de indivíduos como também foi a única espécie vista em todos os pontos de observação.

Quadro 5.19 - Dados do método do ponto de audição das aves na Matela, ilha Terceira (Açores), em 2022, incluindo a ordem e a família de cada espécie, o seu estatuto de colonização (END = endémico; NAT = nativo; INT = introduzido), o número e a percentagem dos locais de presença (25 locais) e o número de indivíduos observados/identificados por espécie

Col.	Espécies	L. Presença	Nº de ind.
Ordem Accipitriformes			
Família Accipitridae			
END	<i>Buteo buteo rothschildi</i> Swann, 1919	3 (12%)	6
Ordem Charadriiformes			

Col.	Espécies	L. Presença	Nº de ind.
Família Laridae			
END	<i>Larus michahellis atlantis</i> Dwight, 1922	4 (16%)	4
Ordem Columbiformes			
Família Columbidae			
END	<i>Columba palumbus azorica</i> Hartert, E, 1905	18 (72%)	34
Ordem Passeriformes			
Família Fringilidae			
END	<i>Fringilla coelebs moreletti</i> Pucheran, 1859	25 (100%)	104
NAT	<i>Serinus canaria</i> (Linnaeus, 1758)	9 (36%)	13
Família Motacillidae			
END	<i>Motacilla cinerea patriciae</i> Vaurie, 1957	9 (36%)	24
Família Muscicapidae			
NAT	<i>Oenanthe oenanthe leucorhoa</i> (Gmelin, JF, 1789)	16 (64%)	19
Família Passeridae			
INT	<i>Passer domesticus</i> Linnaeus, 1758	13 (52%)	16
Família Sturnidae			
END	<i>Sturnus vulgaris granti</i> Hartert, E, 1905	8 (32%)	12
Família Sylviidae			
END	<i>Sylvia atricapilla gularis</i> Alexander, 1898	6 (24%)	6
END	<i>Regulus regulus inermis</i> Murphy & Chapin, 1929	6 (24%)	6
Família Turdidae			
END	<i>Turdus merula azorensis</i> Hartert, E, 1905	15 (60%)	52
NAT	<i>Erithacus rubecula</i> (Linnaeus, 1758)	2 (8%)	2

Através das armadilhas fotográficas (*camâra traps*) foram amostrados um total de 30 locais. O período de amostragem decorreu entre o dia 26 de julho de 2022 e o dia 15 de novembro de 2022.

Através da metodologia das armadilhas fotográficas e após excluir todas as fotografias que não captaram nenhuma ave, adquiriu-se um total de 728 fotografias. Desta forma, ao aplicar o índice de abundância relativa para as aves capturadas pelas armadilhas fotográficas e adicionar os indivíduos observados, obteve-se uma amostra total de 187 indivíduos pertencentes a cinco espécies distintas, como se pode observar no Quadro 5.20. Destas espécies quatro são endémicas e uma é nativa.

Quadro 5.20 - Dados das armadilhas fotográficas das aves observadas na Matela, ilha Terceira (Açores), em 2022, incluindo a ordem e a família das espécies, o seu estatuto de colonização (END = endémico; NAT = nativo), o número de fotografias totais, o número e a percentagem dos locais de presença (30 locais) e o número de indivíduos por espécie calculado através do índice de abundância relativa (RAI)

Col.	Espécies	Nº fotografias	L. Presença	Nº de ind. (RAI)
Ordem Columbiformes				
Família Columbidae				
END	<i>Columba palumbus azorica</i> Hartert, E, 1905	219	18 (60%)	58
Ordem Passeriformes				
Família Fringilidae				
END	<i>Fringilla coelebs moreletti</i> Pucheran, 1859	47	8 (26,7%)	24
Família Sylviidae				

Col.	Espécies	Nº fotografias	L. Presença	Nº de ind. (RAI)
END	<i>Sylvia atricapilla gularis</i> Alexander, 1898	3	2 (6,7%)	8
Família Turdidae				
END	<i>Turdus merula azorensis</i> Hartert, E, 1905	423	19 (63,3%)	82
NAT	<i>Erithacus rubecula</i> (Linnaeus, 1758)	36	8 (26,7%)	15

No total, foram identificadas 13 espécies e subespécies pertencentes a quatro ordens e 10 famílias. Assim, foram registados 485 indivíduos de aves. Destes indivíduos, 278 foram observados na floresta, 42 na pastagem, 69 na mata de criptoméria e 87 no antigo eucaliptal.

A abundância apresenta uma média de 37 indivíduos por espécie, com um desvio-padrão de 45,4, a moda são seis indivíduos e a mediana são 16. Nas aves o máximo de indivíduos por espécie foi de 134 e o mínimo de quatro indivíduos.

As duas espécies com maior abundância correspondem a 54% da totalidade de indivíduos identificados (*Fringilla coelebs moreletti* Pucheran, 1859 e *Turdus merula azorensis* Hartert, 1903), tal como se pode verificar na Quadro 5.21.

Quadro 5.21 - Dados totais das aves observadas/identificadas na Matela, ilha Terceira (Açores), em 2022, incluindo a ordem e a família das espécies, o seu estatuto de colonização (END = endémico; NAT = nativo; INT = introduzido) e o número de indivíduos por espécie

Col.	Espécies	Nº de ind.
Ordem Accipitriformes		
Família Accipitridae		
END	<i>Buteo buteo rothschildi</i> Swann, 1919	6
Ordem Charadriiformes		
Família Laridae		
END	<i>Larus michahellis atlantis</i> Dwight, 1922	4
Ordem Columbiformes		
Família Columbidae		
END	<i>Columba palumbus azorica</i> Hartert, E, 1905	92
Ordem Passeriformes		
Família Fringilidae		
END	<i>Fringilla coelebs moreletti</i> Pucheran, 1859	128
NAT	<i>Serinus canaria</i> (Linnaeus, 1758)	13
Família Motacillidae		
END	<i>Motacilla cinerea patriciae</i> Vaurie, 1957	24
Família Muscipidae		
NAT	<i>Oenanthe oenanthe leucorhoa</i> (Gmelin, JF, 1789)	19
Família Passeridae		
INT	<i>Passer domesticus</i> Linnaeus, 1758	16
Família Sturnidae		
END	<i>Sturnus vulgaris granti</i> Hartert, E, 1905	12
Família Sylviidae		
END	<i>Sylvia atricapilla gularis</i> Alexander, 1898	14
END	<i>Regulus regulus inermis</i> Murphy & Chapin, 1929	6
Família Turdidae		
END	<i>Turdus merula azorensis</i> Hartert, E, 1905	134

Col.	Espécies	Nº de ind.
NAT	<i>Erithacus rubecula</i> (Linnaeus, 1758)	17

5.4.2. Comparação temporal da composição de espécies

A Câmara Municipal de Angra do Heroísmo, em 2007, registou a presença de 10 espécies de aves na Matela e o *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF), no seu portal de dados de biodiversidade de Portugal, registou 10 espécies de aves na Matela entre 2005 e 2014, como se constata no Quadro 5.22. Ao analisar e comparar estes dados, verificou-se que 10 espécies já identificadas continuam a ser atualmente observadas na área acima identificada e acrescentou-se o registo de duas novas espécies (ambas nativas) que não constavam nos registos bibliográficos anteriores, nomeadamente *Oenanthe oenanthe leucorhoa* e *Serinus canaria*.

No entanto, nove espécies identificadas anteriormente não foram observadas em 2022, na Matela, nomeadamente *Anas platyrhynchos*, *Carduelis carduelis parva*, *Columba livia*, *Coturnix coturnix*, *Delichon urbicum*, *Estrilda astrild*, *Gallinago gallinago* e *Scolopax rusticola*.

Quadro 5.22 - Dados obtidos através da bibliografia analisada sobre investigações anteriores sobre as aves na Matela, ilha Terceira (Açores), com indicação do nome científico das espécies, o seu estatuto de colonização (END = endémico; NAT = nativo; INT = introduzido; IND = indeterminado; MO = migrante ocasional) e a referência bibliográfica onde cada uma foi referida

Col.	Espécies	Ref. Bibliográfica
IND	<i>Anas platyrhynchos</i> Linnaeus, 1758	GBIF, 2005
END	<i>Buteo buteo rothschildi</i> (Swann, 1919)	CMAH, 2007
INT	<i>Carduelis carduelis parva</i> Tschusi, 1901	GBIF, 2005
INT	<i>Chloris chloris aurantiiventris</i> (Cabanis, 1851)	GBIF, 2005
INT	<i>Columba livia</i> Gmelin, JF, 1789	GBIF, 2005
END	<i>Columba palumbus azorica</i> Hartert, 1905	CMAH, 2007
IND	<i>Coturnix coturnix</i> (Linnaeus, 1758)	GBIF, 2005
MO	<i>Delichon urbicum</i> (Linnaeus, 1758)	GBIF, 2011
NAT	<i>Erithacus rubecula</i> (Linnaeus, 1758)	CMAH, 2007
INT	<i>Estrilda astrild</i> (Linnaeus, 1758)	GBIF, 2010
END	<i>Fringilla coelebs moreletti</i> Pucheran, 1859	CMAH, 2007
NAT	<i>Gallinago gallinago</i> (Linnaeus, 1758)	GBIF, 2005
END	<i>Larus michahellis atlantis</i> Dwight, 1922	GBIF, 2014
END	<i>Motacilla cinerea patriciae</i> Vaurie, 1957	CMAH, 2007
INT	<i>Passer domesticus</i> Linnaeus, 1758	CMAH, 2007
END	<i>Regulus regulus inermis</i> Murphy & Chapin, 1929	CMAH, 2007
NAT	<i>Scolopax rusticola</i> Linnaeus, 1758	GBIF, 2005
END	<i>Sturnus vulgaris granti</i> Hartert, 1903	CMAH, 2007
END	<i>Sylvia atricapilla gularis</i> Alexander, 1898	CMAH, 2007
END	<i>Turdus merula azorensis</i> Hartert, 1905	CMAH, 2007

5.4.3. Diversidade alfa

A partir do índice H0 regista-se o valor de 13 espécies de aves observadas na Matela. O

declínio existente do índice H0 para o índice H3 mostra um desequilíbrio na comunidade, como se pode verificar na Figura 5.18. Através do índice H1 (expoente de Shannon-Wiener) pode-se observar que o declínio presente é de 45%, ou seja, a riqueza efetiva é de 55% da riqueza original, um pouco mais da metade. Através destes dados, confirma-se que existe um desequilíbrio nesta comunidade.

Através do índice de Simpson, verifica-se que apenas 40% da diversidade das aves é retida. Já o índice de H3, por apresentar um valor tão baixo, significa que existe uma espécie muito dominante na comunidade, neste caso é *Turdus merula azorensis*, uma subespécie endémica, com 134 indivíduos.

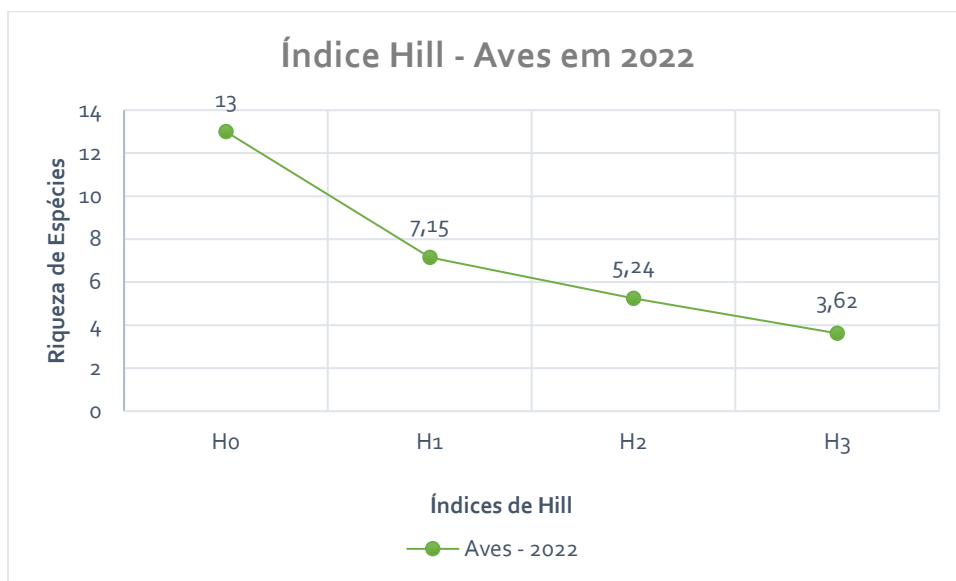


Figura 5.18 – Índices de Hill (H0 = Riqueza de Espécies; H1 = Expoente de Shannon-Wiener; H2 = Inverso de Simpson e H3 = Inverso de Berger-Parker) calculados através dos dados obtidos no grupo taxonómico das aves, na Matela, ilha Terceira (Açores), em 2022

5.4.4. Vulnerabilidade e raridade

Através das categorias descritas pela IUCN, observou-se que das 12 espécies indígenas observadas na Matela, todas estão classificadas como pouco preocupantes (LC).

Existem oito classes na Tabela de Rabinowitz, uma das classes inclui apenas as espécies que são caracterizadas como comuns porque apresentam uma distribuição abrangente, são abundantes e generalistas, as outras sete são consideradas espécies raras (uma dimensão), duplamente (duas dimensões) ou triplamente raras (três dimensões). No grupo taxonómico das aves, observa-se que das 12 espécies indígenas, 10 estão classificadas com pelo menos um critério de raridade de Rabinowitz (Quadro 5.23).

Quadro 5.23 - Número de espécies indígenas de aves por cada classe de raridade de Rabinowitz

		Distribuição Geográfica			
		Abrangente		Restrita	
Abundância	Abundante	2	0	4	0
	Pouco abundante	0	0	5	1
		Generalista	Especialista	Generalista	Especialista
		Especificidade de Habitat			

No Quadro 5.24. pode-se verificar que das 12 espécies indígenas registadas em 2022, duas espécies são comuns nas três dimensões de Rabinowitz. Existem quatro espécies raras na dimensão de distribuição, dadas como restritas na Matela, em 2022, como se pode verificar no Quadro 5.24. Estas espécies ainda podem ser consideradas duplamente raras, ou seja, apresentam raridade em duas dimensões diferentes. Nas aves foram registadas cinco espécies duplamente raras, nas dimensões de distribuição e abundância (Quadro 5.24). No que diz respeito às espécies consideradas triplamente raras, por apresentarem uma distribuição geográfica restrita, pouca abundância e habitat específico, pode-se verificar que ocorre uma espécie, *Buteo buteo rothschildi*.

Quadro 5.24 - Lista das espécies indígenas de aves pelos critérios de raridade de Rabinowitz considerando os dados recolhidos na Matela, em 2022

Col.	Espécies	Categoria de Raridade
Comum		
NAT	<i>Erithacus rubecula</i>	
NAT	<i>Oenanthe oenanthe leucorhoa</i>	
Rara		
END	<i>Columba palumbus azorica</i>	Distribuição
END	<i>Fringilla coelebs moreletti</i>	Distribuição
END	<i>Motacilla cinerea patriciae</i>	Distribuição
END	<i>Turdus merula azorensis</i>	Distribuição
Duplamente rara		
END	<i>Larus michahellis atlantis</i>	Disitrbuição e Abundância
END	<i>Regulus regulus inermis</i>	Disitrbuição e Abundância
END	<i>Serinus canaria</i>	Disitrbuição e Abundância
END	<i>Sturnus vulgaris granti</i>	Disitrbuição e Abundância
END	<i>Sylvia atricapilla gularis</i>	Disitrbuição e Abundância
Triplamente rara		
END	<i>Buteo buteo rothschildi</i>	Disitrbuição, Abundância e Habitat

5.5. Mamíferos

5.5.1. Composição de espécies

Para o grupo taxonómico dos mamíferos os resultados foram obtidos através de duas técnicas diferentes: (i) armadilhas fotográficas e (ii) observação direta.

Foram amostradas um total de 30 estações com armadilhas fotográficas na Matela,

como se pode observar na Figura 5.19. Todas as câmaras estavam totalmente funcionais durante o período de amostragem decorrido entre o dia 26 de julho de 2022 até ao dia 15 de novembro de 2022. Ao eliminar as fotografias onde não foi possível observar nenhum mamífero, obtiveram-se 7151 fotografias, identificando sete espécies.



Figura 5.19 - Localização e distribuição das armadilhas fotográficas utilizadas para a recolha de dados no grupo taxonómico dos mamíferos, na Matela, ilha Terceira (Açores), em 2022. Fonte: Google Earth, 2023

Tal como esperado, a ordem mais abundante foi a Rodentia (6614 fotografias; 92,49%), seguida da Carnívora (525 fotografias; 7,34%) e Lagomorpha (12 fotografias; 0,17%). Entre os carnívoros destaca-se *Mustela nivalis* com 393 registos, de seguida *Canis lupus familiaris* com 101 fotografias, *Felis silvestris catus* com 24 e sete de *Mustela furo*. Dos 6614 registos de roedores, 6046 pertencem a *Rattus rattus* e 568 a *Mus musculus* e por fim 12 da espécie *Oryctolagus cuniculus* (Quadro 5.25).

Desta forma, ao aplicar o índice de abundância relativa para os mamíferos capturados pelas armadilhas fotográficas, obteve-se uma amostra total de 284 indivíduos pertencentes a sete espécies distintas, como se pode observar no Quadro 5.25. Do total de espécies observadas todas são introduzidas.

Para além da espécie *Rattus rattus* ser a mais abundante, também se destaca por ser a espécie que surgiu em 29 locais dos 30 pontos de amostragem.

Quadro 5.25 - Dados das armadilhas fotográficas dos mamíferos na Matela, ilha Terceira (Açores), em 2022, incluindo a ordem e a família das espécies, o seu estatuto de colonização (INT = introduzido), o número e a percentagem dos locais de presença (30 locais), o número de fotografias totais e o número de indivíduos por espécie calculado através do índice de abundância relativa (RAI)

Col.	Nome da Espécie	L. de Presença	Nº de Fotografias	Nº de Ind. (RAI)
Ordem Carnivora				
Família Canidae				
INT	<i>Canis lupus familiaris</i> (Linnaeus, 1758)	4 (13,3%)	101	4
Família Felidae				
INT	<i>Felis silvestris catus</i> (Linnaeus, 1758)	1 (3,3%)	24	1
Família Mustelidae				
INT	<i>Mustela furo</i> Linnaeus, 1758	3 (10%)	7	3
INT	<i>Mustela nivalis</i> Linnaeus, 1766	6 (20%)	393	15
Ordem Lagomorpha				
Família Leporidae				
INT	<i>Oryctolagus cuniculus</i> (Linnaeus, 1758)	4 (13,3%)	12	6
Ordem Rodentia				
Família Muridae				
INT	<i>Mus musculus</i> Linnaeus, 1758	10 (33,3%)	568	32
INT	<i>Rattus rattus</i> (Linnaeus, 1758)	29 (96,7%)	6046	223

Ao utilizar o método de observação direta, ao longo de toda a recolha de dados, ou seja, desde o dia 26 de julho até ao dia 15 de novembro de 2022, foram observados três indivíduos da espécie *Nyctalus azoreum* e dois indivíduos da espécie *Bos taurus* no dia 23 de agosto de 2022 (Quadro 5.26).

Quadro 5.26 - Dados totais dos mamíferos observadas/identificadas na Matela, ilha Terceira (Açores), em 2022, incluindo a ordem e a família das espécies, o seu estatuto de colonização (END = endémico; INT = introduzido) e o número de indivíduos por espécie

Col.	Nome da Espécie	Data da Obs.	Nº de Ind.
Ordem Chiroptera			
Família Vespertilionidae			
END	<i>Nyctalus azoreum</i> (Thomas, 1901)	23/ago/22	3
Ordem Artiodactyla			
Família Bovidae			
INT	<i>Bos taurus</i> Linnaeus, 1758	23/ago/22	2

No total, foram identificados 289 mamíferos referentes a cinco ordens e sete famílias, incluindo nove espécies e subespécies (Quadro 5.27). Destas espécies oito são introduzidas e uma é endémica. Dos 289 indivíduos observados, 203 foram registados na floresta, 78 na mata de criptoméria e 8 no antigo eucaliptal.

A abundância apresenta uma média de 32 indivíduos por espécie, com um desvio-padrão de 68,1, a moda são três indivíduos e a mediana são quatro. Nos mamíferos o máximo

de indivíduos por espécie foi de 223 e o mínimo de apenas um indivíduo.

A ordem Carnivora (quatro espécies/subespécies) foi a mais diversa, no entanto uma espécie da ordem Rodentia destaca-se e corresponde a 77% da totalidade de indivíduos identificados (*Rattus rattus*), como se pode observar na Quadro 5.27.

Quadro 5.27 - Dados totais dos mamíferos observadas/identificadas na Matela, ilha Terceira (Açores), em 2022, incluindo a ordem e a família das espécies, o seu estatuto de colonização (END = endémico; INT = introduzido) e o número de indivíduos por espécie

Col.	Nome da Espécie	Nº de Ind.
Ordem Artiodactyla		
Família Bovidae		
INT	<i>Bos taurus</i> Linnaeus, 1758	2
Ordem Carnivora		
Família Canidae		
INT	<i>Canis lupus familiaris</i> (Linnaeus, 1758)	4
Família Felidae		
INT	<i>Felis silvestris catus</i> (Linnaeus, 1758)	1
Família Mustelidae		
INT	<i>Mustela furo</i> Linnaeus, 1758	3
INT	<i>Mustela nivalis</i> Linnaeus, 1766	15
Ordem Chiroptera		
Família Vespertilionidae		
END	<i>Nyctalus azoreum</i> (Thomas, 1901)	3
Ordem Lagomorpha		
Família Leporidae		
INT	<i>Oryctolagus cuniculus</i> (Linnaeus, 1758)	6
Ordem Rodentia		
Família Muridae		
INT	<i>Mus musculus</i> Linnaeus, 1758	32
INT	<i>Rattus rattus</i> (Linnaeus, 1758)	223
Total		289

5.5.2. Comparação temporal da composição de espécies

A Câmara Municipal de Angra do Heroísmo, em 2007, registou a presença de apenas uma espécie de mamífero na Matela. Deste modo, verificou-se que a espécie já identificada continua a ser atualmente observada nesta área e acrescentou-se o registo de oito novas, todas elas introduzidas, que não constavam nos registos bibliográficos anteriores.

5.5.3. Diversidade alfa

A partir do índice H0 regista-se o valor de nove espécies de mamíferos observados na Matela. O declínio presente do índice H0 para o índice H3 indica que existe um desequilíbrio muito grande na comunidade (Figura 5.20). Através do H1 pode-se observar que o declínio é de 73%, ou seja, a riqueza efetiva é apenas 27% da riqueza original. Através destes dados, confirma-

se que existe um desequilíbrio muito grande na comunidade.

Através do índice de Simpson, verifica-se que apenas 18% da diversidade é retida. Já o índice de Berger-Parker indica que existe uma espécie que predomina nesta comunidade, tendo em conta o seu valor baixo. A espécie dominante nos mamíferos é *Rattus rattus*, uma espécie introduzida, com 223 indivíduos.

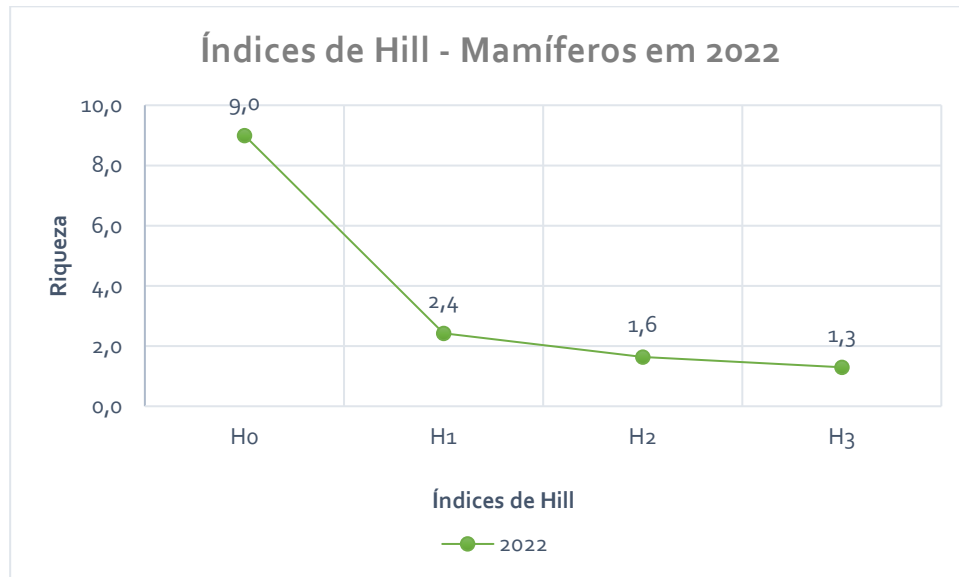


Figura 5.20 – Índices de Hill (H0 = Riqueza de Espécies; H1 = Expoente de Shannon-Wiener; H2 = Inverso de Simpson e H3 = Inverso de Berger-Parker) calculados através dos dados obtidos no grupo taxonómico dos mamíferos, na Matela, ilha Terceira (Açores), em 2022

5.5.4. Vulnerabilidade e raridade

Através das categorias descritas pela IUCN, observou-se que a única espécie indígena observada na Matela, é classificada como vulnerável, *Nyctalus azoreum* e tal como podemos observar no Quadro 5.2 também é considerada uma espécie triplamente rara em 2022.

Quadro 5.28 - Número de espécies indígenas de mamíferos por cada classe de raridade de Rabinowitz

		Distribuição Geográfica			
		Abrangente		Restrita	
Abundância	Abundante	0	0	0	0
	Pouco abundante	0	0	0	1
		Generalista	Especialista	Generalista	Especialista
		Especificidade de Habitat			

CAPÍTULO VI – DISCUSSÃO

A atual crise de biodiversidade é visível em todos os ecossistemas, mas alguns, nomeadamente as ilhas, estão a sofrer erosão da biodiversidade a taxas desproporcionais (Borges *et al.*, 2019). Os resultados do presente estudo confirmam o impacto negativo das espécies de plantas invasoras e das espécies de artrópodes exóticas nas florestas nativas dos Açores. Tal como observado por Borges (2020) para as florestas nativas de altitude na ilha Terceira, também na Matela se está a observar um aumento da diversidade de artrópodes exóticos, particularmente no solo.

6.1. Quais são as espécies dos vários grupos taxonómicos e estatutos de colonização, incluindo plantas (briófitos e plantas vasculares) e animais (artrópodes, aves e mamíferos), que se encontram atualmente presentes na Matela? Qual a sua abundância?

No grupo taxonómico dos briófitos foram registadas 77 espécies e um total de 401 registos. Quanto aos estatutos de colonização foram observadas quatro espécies endémicas dos Açores (8 registos), cinco espécies endémicas da Macaronésia (55 registos), 12 espécies endémicas da Europa (77 registos), 52 espécies nativas (254 registos), uma espécie introduzida (três registos) e três espécies dadas como indeterminadas (4 registos). Estes resultados estão de acordo com o que seria de esperar para uma flora de briófitos numa floresta nativa dos Açores (Gabriel & Bates, 2005; Borges *et al.*, 2010; Gabriel *et al.* 2010), pelo que pelo menos para os Bryophyta as comunidades da Matela parecem estar num bom estado de conservação.

No entanto, a espécie de Bryophyta assinalada para o Top 100 invasoras nos Açores, *Campylopus introflexus* (Silva *et al.*, 2008) foi encontrada na Matela, em 2022 o que indica um início de processo de invasão na Matela por esta espécie.

Para as plantas vasculares foram registadas, através das áreas 5 x 5 m, 54 espécies com um total de 619 indivíduos. Foram analisadas 15 espécies endémicas (260 indivíduos), 13 espécies nativas (138 indivíduos), 16 espécies introduzidas (51 indivíduos) e 10 espécies invasoras (170 indivíduos). Pode-se observar que o rácio é quase 50/50% de espécies indígenas e exóticas, tendo as espécies indígenas 51,85% e as exóticas 48,15%. É de realçar que nas angiospérmicas 10 em 37 espécies e nas plantas vasculares quatro em 15 são endémicas.

No total, a partir da listagem com todas as espécies observadas no local, contabilizou-se 83 espécies de plantas vasculares, das quais 16 são endémicas, 20 são nativas, 29 são

introduzidas e 18 são invasoras.

Particularmente preocupante é o facto de que 14 das 58 (55 angiospérmicas e três plantas vasculares sem semente) espécies de plantas vasculares classificadas como Top 100 invasoras nos Açores e que ocorrem na ilha Terceira (Silva *et al.*, 2008), estão presentes na Matela, nomeadamente, *Hedychium gardnerianum*, *Pittosporum undulatum*, *Rubus ulmifolius*, *Lotus pedunculatus*, *Mentha suaveolens*, *Persicaria capitata*, *Sphaeropteris cooperi*, *Erigeron karvinskianus*, *Solanum mauritianum*, *Zantedeschia aethiopica*, *Acacia melanoxylon*, *Ageratina adenophora*, *Ulex europaeus* e *Erigeron canadensis*. Quase 1/4 das espécies invasoras estão na lista das Top 100 estão atualmente presentes na Matela (24,14%).

Ainda nas plantas vasculares foi feita uma análise Cluster que permitiu perceber as diversas espécies dominantes e os subtipos de vegetação existentes ao longo da área. Foram selecionados quatro grupos cluster, como se pode observar na Figura 5.5. O grupo 1 é dominado por *Laurus azorica*, *Hedychium gardnerianum* e *Pittosporum undulatum* (Apêndice 4), o segundo por *Laurus azorica* e *Dryopteris azorica* (Apêndice 5), o terceiro por *Pittosporum undulatum* (Apêndice 6), *Dryopteris azorica* e *Laurus azorica* e o quarto por *Rubus ulmifolius*, *Erica azorica* e *Dryopteris azorica* (Apêndice 7).

Nestes quatro grupos podemos verificar que um grupo é dominado por apenas espécies endémicas (*Laurus azorica* e *Dryopteris azorica*), sendo assim o grupo mais natural existente na Matela e que contempla 12 inventários na sua constituição. Todos os outros grupos têm na sua dominância espécies invasoras.

No grupo 3 verifica-se que uma espécie invasora está presente em todos os inventários, nomeadamente *Pittosporum undulatum* e no grupo 4 o mesmo acontece, no entanto com *Rubus ulmifolius*. Estes dois grupos representam 38 dos 72 inventários, ou seja, 53%.

De um modo geral podemos observar que existem seis espécies dominantes na Matela, três espécies endémicas, *Laurus azorica*, *Dryopteris azorica* e *Erica azorica* e três espécies invasoras, *Pittosporum undulatum*, *Rubus ulmifolius* e *Hedychium gardnerianum*.

No que diz respeito ao grupo taxonómico dos artrópodes, nas armadilhas de queda (*Pitfall*) foram observadas 33 espécies com um total de 1708 indivíduos. Na amostragem efetuada em 2022 não foram registadas espécies endémicas nos artrópodes do solo e observou-se oito espécies nativas (120 indivíduos) e 25 introduzidas ou indeterminadas (1588 indivíduos). Nos artrópodes do solo é notória a grande presença das espécies exóticas, não só na riqueza como também na sua abundância, facto preocupante e que confirma o aumento da diversidade de espécies exóticas nas florestas nativas da ilha Terceira (Borges, 2020).

Nos artrópodes da copa, a partir da metodologia dos batimentos, foram identificadas

54 espécies e 1021 indivíduos, sendo de assinalar que neste habitat, tal como já tinha sido assinalado por Gaspar *et al.* (2008) e Florencio *et al.* (2016), dominam as espécies endémicas e nativas não endémicas. De facto, quanto aos estatutos de colonização foram registadas 17 espécies endémicas (286 indivíduos), 19 espécies nativas não endémicas (610 indivíduos) e 18 introduzidas (125 indivíduos). Individualmente, na espécie arbórea urze *Erica azorica*, uma espécie endémica, foram observadas 30 espécies (336 indivíduos), onde 11 são endémicas (124 indivíduos), nove nativas não endémicas (177 indivíduos) e 10 introduzidas (35 indivíduos). No cedro-do-mato *Juniperus brevifolia*, também endémico dos Açores, foram registadas 34 espécies e 559 indivíduos e identificou-se 10 espécies endémicas (135 indivíduos), 13 espécies nativas não endémicas (370 indivíduos) e 11 espécies introduzidas ou indeterminadas (54 indivíduos). Outra espécie endémica analisada foi o louro *Laurus azorica*, onde se registou um total de 24 espécies e 89 indivíduos. Destas 24 espécies (14 indivíduos), sete são endémicas, 11 nativas não endémicas (48 indivíduos) e seis introduzidas ou indeterminadas (27 indivíduos). Por último, foram feitas amostras de uma planta vascular invasora, o incenso *Pittosporum undulatum* e identificou-se 15 espécies e 37 indivíduos na totalidade, onde três são endémicas (oito indivíduos), nove nativas não endémicas (20 indivíduos) e três introduzidas (nove indivíduos). Nos artrópodes da copa, observa-se claramente que a espécie que menos registou espécies e indivíduos de artrópodes foi a planta vascular invasora *Pittosporum undulatum*.

Nos artrópodes voadores ou com grande capacidade de dispersão passiva foram identificadas 39 espécies e 145 indivíduos nas armadilhas *SLAM*. Nestas 39 espécies registou-se cinco espécies endémicas (46 indivíduos), 19 espécies nativas não endémicas (54 indivíduos) e 15 espécies introduzidas (45 indivíduos), sendo notória uma presença de espécies exóticas com boa capacidade de dispersão e que se estarão a expandir na Matela.

Em suma, no grupo taxonómico dos artrópodes identificou-se 103 espécies, nas quais 18 são endémicas, 34 nativas e 51 introduzidas. Nos Top 100 invasoras, existem cinco artrópodes presentes na ilha Terceira (Silva *et al.*, 2008) e podemos observar que destas cinco espécies, duas estão atualmente presentes na Matela (*Ommatoiulus moreleti* e *Dysdera crocata*), demonstrando o poder de expansão destas espécies nos Açores.

Para o grupo taxonómico das aves foram registadas 13 espécies e um total de 485 indivíduos. Quanto aos estatutos de colonização foram observadas dez espécies endémicas (433 indivíduos), duas espécies nativas não endémicas (36 indivíduos), uma espécie introduzida (16 indivíduos), sendo notável a dominância de espécies indígenas e a presença de todas as aves endémicas registadas para a ilha Terceira nesta pequena mancha florestal.

Para os mamíferos foram registadas, através das armadilhas de câmaras e observação

direta, nove espécies com um total de 289 indivíduos. Foram observadas uma espécie endémica (três indivíduos) e oito espécies invasoras (286 indivíduos). Na listagem dos Top 100 invasoras (Silva *et al.*, 2008), três mamíferos estão registados para a ilha Terceira e dois deles estão presentes na Matela atualmente (*Rattus rattus* e *Oryctolagus cuniculus*).

Tal como se pode observar na Figura 6.1, o grupo taxonómico que registou mais espécies foram os artrópodes, com 103 espécies. No que diz respeito às espécies indígenas, o grupo taxonómico dos briófitos foi que apresentou um maior número (73 espécies indígenas), representando 94,81% da amostra total de briófitos. O grupo taxonómico das aves foi o segundo grupo com a maior percentagem de espécies indígenas (92,31%).

As plantas vasculares e os artrópodes registam em média o mesmo número de espécies indígenas e exóticas, apresentando respetivamente, 51, 85% e 50,49% de espécies indígenas. No entanto, o grupo taxonómico dos mamíferos é o que apresenta o número mais baixo de espécies, registando apenas uma espécie indígena (11,11%) e conseqüente o que apresenta uma maior percentagem de espécies exóticas (88,89%).

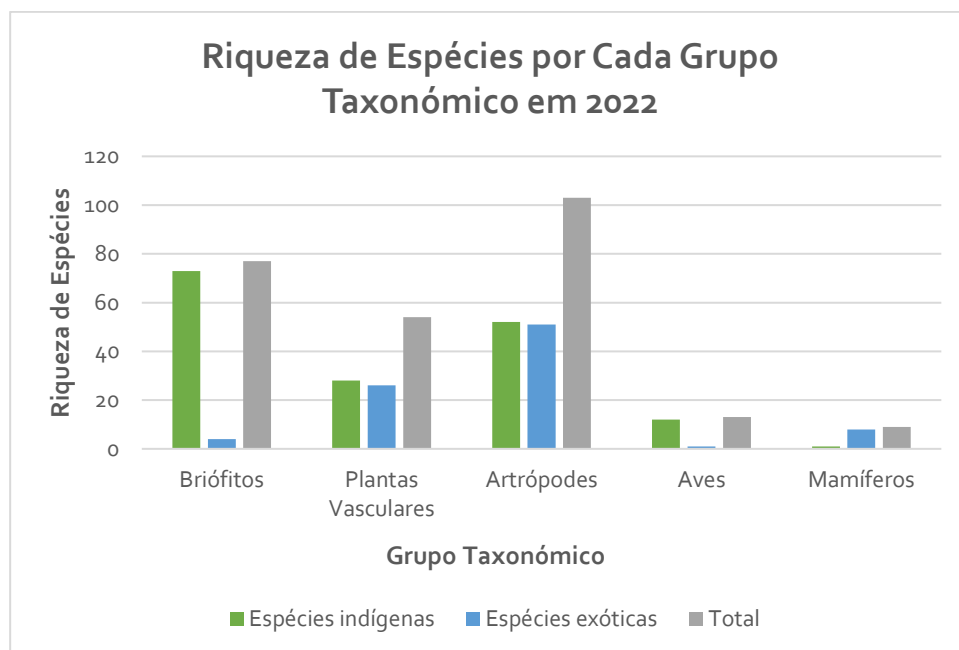


Figura 6.1 – Riqueza de espécies totais, indígenas e exóticas por cada um dos grupos taxonómicos em estudo (briófitos, plantas vasculares, artrópodes, aves e mamíferos) na Matela, ilha Terceira, em 2022

6.2. Quais destas espécies já tinham sido identificadas no local de estudo? Que alterações houve nos últimos anos em relação à sua presença, riqueza e abundância?

No grupo taxonómico dos briófitos, ao analisar e comparar os dados dos últimos anos e os dados recolhidos em 2022, verificou-se que 54 das espécies já identificadas continuam a ser atualmente observadas na Matela, no entanto, em 2022, não se encontrou registos de 38 espécies anteriormente observadas.

Dos últimos anos para 2022, o número de espécies totais diminuiu de 92 para 77 espécies. As espécies endémicas dos Açores aumentaram de duas para quatro espécies, as espécies endémicas da Macaronésia reduziram de 10 para cinco espécies e as espécies endémicas da Europa manteve o número de espécies (12). As espécies nativas tiveram uma redução de 16 espécies em 2022.

Enquanto nos registos dos últimos anos só foram identificadas espécies indígenas de briófitos, em 2022, a situação altera-se e observou-se uma espécie introduzida na Matela, *Campylopus introflexus*.

No entanto, acrescentou-se o registo de 23 novas espécies que não constavam nos registos bibliográficos anteriores.

Ao examinar e equiparar os dados das plantas vasculares, verificou-se que 40 das espécies já identificadas continuam a ser atualmente observadas na Matela, apenas uma espécie introduzida (*Leycesteria formosa*) não foi identificada desde 2015 até 2022. Acrescentou-se o registo de 43 novas espécies que não constavam nos registos bibliográficos anteriores.

Dos últimos anos para 2022, o número de espécies de plantas vasculares totais aumentou de 41 para 83 espécies. Ao nível do estatuto de colonização houve um aumento a todos os níveis, destacando as espécies introduzidas e invasoras, que aumentou mais de 50%, facto muito preocupante.

Quanto aos artrópodes do solo, comparando a amostragem de 2002 com a de 2022, o número de espécies totais diminuiu de 37 para 33 espécies. O valor mais preocupante foi a diminuição das espécies indígenas, de 20 para 8. Observou-se claramente que as espécies e morfoespécies endémicas não foram observadas em 2022 e que houve uma diminuição das espécies e morfoespécies nativas não endémicas. Observou-se um aumento dramático da riqueza e da abundância das espécies introduzidas: em 2002 foram registadas 17 espécies introduzidas com um total de 129 indivíduos, enquanto em 2022, as espécies exóticas aumentaram para 25 e o número de indivíduos passou para 1588. Esta alteração na abundância

das espécies introduzidas exóticas foi muito relevante, principalmente com o aumento da abundância de duas espécies saprófagas, o escaravelho *Stelidota geminata* (Insecta, Coleoptera, Nitidulidae) com 934 indivíduos e o diplópode *Oxidus gracilis* (Diplopoda, Polydesmida, Paradoxosomatidae) com 260 indivíduos.

A descida observada nos índices das séries de Hill, em 2002, mostra um grande desequilíbrio nesta comunidade, como se pode verificar através da Figura 5.8. A partir do expoente de Shannon-Wiener observa-se que o declínio existente é de 87%, ou seja, a riqueza efetiva é apenas 13% da riqueza original. Através destes dados, confirma-se que existe um grande desequilíbrio na comunidade com uma inflação de espécies com valores de abundância baixos. Ainda nesta comunidade, através do índice de Simpson, verifica-se que apenas 6% da diversidade é que é retida. O índice de Berger-Parker apresenta um valor muito baixo, isto é, existe uma espécie muito dominante nesta comunidade e desta forma não existe um equilíbrio na abundância das morfoespécies. Neste caso a morfoespécie mais dominante é *Lasius grandis*, uma espécie nativa, com 443 indivíduos.

Em 2022, a situação é idêntica à 2002, tal como se pode verificar na Figura 5.8. Em 2022, a comunidade apresenta um declínio de 85% e a diversidade que é retida, através do índice de Simpson, é apenas de 9%. No entanto o índice de Berger-Parker é baixo devido à dominância de uma espécie introduzida, *Stelidota geminata* com 934 indivíduos.

Pode-se observar que não houve alterações significativas na estrutura da comunidade dos artrópodes do solo. Esta comunidade manteve-se mais ou menos igual desde 2002 até 2022, tendo-se alterado a composição das espécies. Verifica-se através dos padrões de composição de espécies, que as espécies endémicas não foram observadas e as introduzidas tiveram um grande aumento, em 2022.

No que diz respeito aos artrópodes da copa, o total de espécies aumentou de 48 (828 indivíduos) para 54 espécies (1021 indivíduos). Nas espécies nativas o aumento da abundância deve-se essencialmente a duas espécies, *Lasius grandis* (205 indivíduos) e *Lathys dentichelis* (177 indivíduos). Nas espécies introduzidas, a morfoespécie com o maior número de indivíduos é a aranha exótica *Cheiracanthium erraticum* (50 indivíduos) que se tem expandido os Açores (Cardoso *et al.*, 2010). A descida existente do índice H0 para o índice H3, em 1999, mostra um grande desequilíbrio nesta comunidade, como se pode verificar na Figura 5.10. Através do expoente de Shannon-Wiener, observa-se que o declínio presente é de 74%, ou seja, a riqueza efetiva é apenas 26% da riqueza original. Através destes dados, confirma-se que existe um grande desequilíbrio na comunidade com uma inflação de espécies com valores de abundância baixos. Através do índice de Simpson, verifica-se que apenas 13% da diversidade é que é retida.

Tendo um H3 muito baixo, isto significa que existe uma espécie muito dominante nesta comunidade e que não existe um equilíbrio na abundância das espécies. Neste caso a espécie mais dominante é a formiga *Lasius grandis*, uma espécie nativa, com 298 indivíduos.

Em 2022, a situação é semelhante à 1999, tal como se pode verificar na Figura 5.10. Em 2022, existe um declínio de 70% e a diversidade que é retida, através do índice de Simpson, é apenas 18%. O índice de Berger-Parker é baixo devido à dominância da mesma espécie de 2002. Pode-se observar que não houve alterações significativas na estrutura da comunidade dos artrópodes presentes nas copas das árvores, esta comunidade manteve-se mais ou menos igual desde 1999 até 2022.

No que diz respeito ao grupo taxonómico das aves, nos últimos anos, foram identificadas nove espécies endémicas, três nativas, sete introduzidas/indeterminadas e 1 migrante ocasional. Em 2022, observou-se 10 espécies endémicas, duas nativas e apenas uma introduzida. Observa-se que não existem mudanças na riqueza de espécies indígenas das aves e deste modo a comunidade mantém-se mais ou menos igual. Introduziu-se o registo de duas novas espécies e não foram observadas outras duas, nomeadamente *Gallinago gallinago* e *Scolopax rusticola*.

Quanto às espécies introduzidas, uma delas manteve-se (*Passer domesticus*) e seis espécies identificadas entre 2005 e 2007 não foram registadas em 2022 na Matela, nem a espécie migrante ocasional.

Para o grupo taxonómico dos mamíferos, nos últimos anos só houve o registo de uma espécie endémica na Matela, o morcego *Nyctalus azoreum*. Assim sendo, em 2022, houve uma grande contribuição para o conhecimento dos mamíferos existentes na Matela. Em 2022, encontrou-se a mesma espécie que já estava identificada para a Matela e acrescentou-se o registo de oito espécies introduzidas.

Desde os últimos anos até 2022 três grupos taxonómicos, nomeadamente as plantas vasculares, os artrópodes e os mamíferos, aumentaram o número de espécies, tanto indígenas como exóticas, como se pode observar na Figura 6.2. No entanto, os outros dois grupos, briófitos e aves, apresentaram uma diminuição no número total de espécies. Nos briófitos as espécies indígenas diminuíram em 2022 e surgiu uma espécie introduzida. Já nas aves, o número de espécies indígenas manteve-se e a diminuição ocorreu na riqueza de espécies exóticas (no passado existiam oito espécies, em 2022 apenas uma) (Figura 6.2).

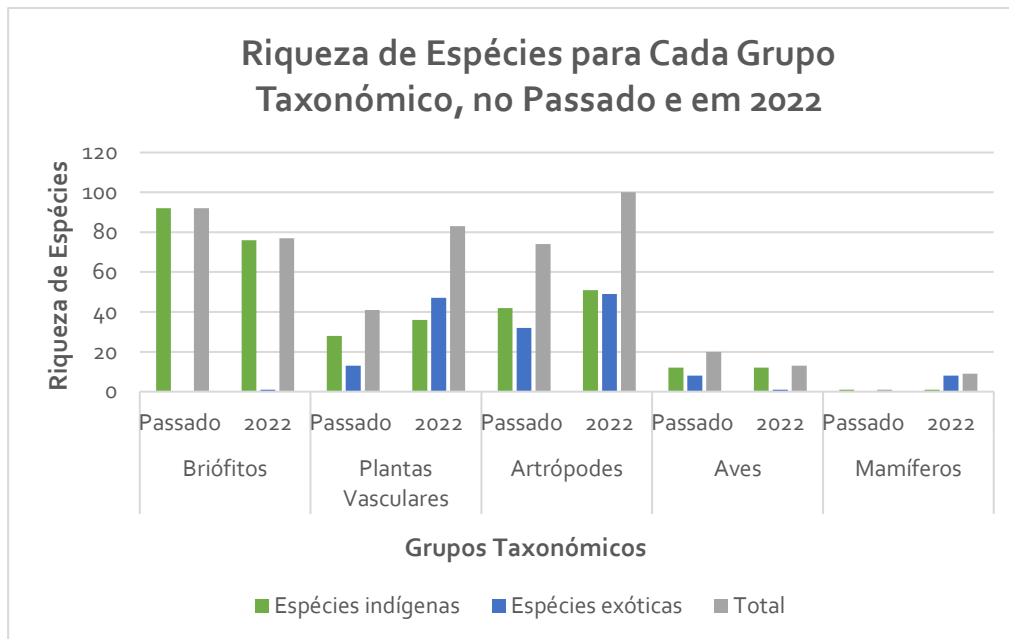


Figura 6.2 – Riqueza de totais, indígenas e exóticas por cada um dos grupos taxonómicos em estudo (briófitos, plantas vasculares, artrópodes, aves e mamíferos) na Matela, ilha Terceira, no passado e em 2022

6.3. Quais são as espécies raras, com base nos critérios de Rabinowitz (1981), existentes na Matela em 2022? Qual é a proporção de espécies classificadas como vulneráveis ou ameaçadas pela IUCN na Matela em comparação com a ilha Terceira? E com os Açores?

A pesquisa sobre espécies raras é importante. Isto porque estas espécies podem ser extintas mais facilmente e ter impactos imprevisíveis na dinâmica dos ecossistemas dos quais são componentes-chave, ou seja, nos serviços que nos prestam (Goulard, 2014). Portanto, ao nível das espécies, é importante realizar atividades de restauração que garantam a conservação biológica, a restauração do habitat, a conservação sustentável e a restauração das necessidades básicas das espécies (Goulard, 2014).

Das 166 espécies indígenas (endémicas e nativas não endémicas) identificadas na Matela, em 2022, dos cinco grupos taxonómicos, 39 espécies (23 briófitos, sete plantas vasculares, sete artrópodes e duas aves), o equivalente a 23,2% das espécies indígenas em estudo, não são consideradas raras, pois pertencem à célula correspondente a uma distribuição geográfica abrangente, abundante e um habitat generalista, como por exemplo *Andoa berthelotiana*, *Asplenium scolopendrium*, *Lasius grandis*, *Erithacus rubecula*, entre outros.

As espécies consideradas como raras correspondem a três células da classificação de Rabinowitz (1981): espécies com distribuição geográfica abrangente, abundantes e com habitat

especialista; espécies com distribuição geográfica abrangente, pouco abundantes e com habitat generalista e espécies com distribuição geográfica restrita, abundantes e com habitat generalista. Com esta classificação ficaram atribuídas 51 espécies indígenas na Matela (20 briófitos, 10 plantas vasculares, 17 artrópodes e quatro aves).

Para o primeiro caso (espécies com distribuição geográfica abrangente, abundantes e com habitat especialista) ocorreram 30 espécies indígenas, de entre as quais se referem *Atrichum undulatum*, *Pteris incompleta*, *Cinara juniperi*, etc. Para a segunda célula, correspondente a espécies com distribuição geográfica abrangente, pouco abundantes e com habitat generalista verificou-se a existência de cinco espécies indígenas, como é o caso do *Myurium hochstetteri*, *Fragaria vesca*, entre outras. Para a terceira célula, correspondente a espécies com classificação correspondente a restrita quanto à sua distribuição geográfica, abundantes e com habitat generalista, ocorreram 16 espécies indígenas, por exemplo *Acrobolbus azoricus*, *Picconia azorica*, *Cixius azoterceirae*, *Columba palumbus azorica*, etc.

As espécies duplamente raras correspondem a três células da classificação de Rabinowitz (1981) e ocorreram na Matela 61 espécies indígenas (27 briófitos, oito plantas vasculares, 21 artrópodes e cinco aves). A primeira célula corresponde a uma distribuição geográfica restrita, uma grande abundância e a um habitat específico, a segunda célula corresponde a uma distribuição geográfica abrangente, pouco abundante e habitat especialista, e a terceira célula corresponde a uma distribuição geográfica restrita, uma pequena abundância e a um habitat generalista.

Quanto à primeira célula (distribuição geográfica restrita, abundante e habitat específico), no presente estudo, inserem-se 11 espécies, como é o caso *Erica azorica*, *Ascotis fortunata azorica*, entre outras. Para a célula correspondente a uma distribuição geográfica abrangente, pouco abundante e habitat especialista ocorreram 45 espécies. A título de exemplo podemos citar as espécies *Fissidens serrulatus*, *Calluna vulgaris*, *Anaspis proteus*, etc. Para a última célula correspondente a uma distribuição geográfica restrita, uma pequena abundância e a um habitat generalista ocorreram sete espécies, por exemplo *Dryopteris crispifolia*, *Regulus regulus inermis*, entre outras.

A célula que representa as espécies que têm maior probabilidade de extinção na Matela, de acordo com a lógica de Rabinowitz (1981), são as espécies que apresentam uma distribuição geográfica restrita, uma abundância reduzida (pouco abundante) e que são consideradas como especialistas (habitat). De acordo com o presente estudo, na Matela ocorrem 15 espécies (três briófitos, três plantas vasculares, sete artrópodes, uma ave e um mamífero), cerca de 9% das espécies indígenas estudadas, que se enquadram nas características referidas, nomeadamente

Echinodium renauldii, *Juniperus brevifolia*, *Elipsocus azoricus*, *Buteo buteo rothschildi* e *Nyctalus azoreum*.

No grupo taxonómico dos briófitos das três espécies triplamente raras na Matela, duas estão no Top 100 – Prioritárias, nomeadamente *Echinodium renauldii* e *Thamnobrym rudolphianum*. Nas plantas vasculares, as três espécies classificadas como triplamente raras estão na listagem das Top 100 – Prioritárias (*Ilex azorica*, *Juniperus brevifolia* e *Vaccinium cylindraceum*). No grupo taxonómico das aves a única espécie triplamente rara, *Buteo buteo rothschildi*, encontra-se na lista Top 100 – Prioritárias (Martín *et al.*, 2008). Estas espécies estão ameaçadas não só na Matela, mas também ao nível dos Açores. É necessário aplicar medidas de conservação, de forma a preservar estas espécies na Matela e garantir que não entrem em extinção.

Quanto à vulnerabilidade das espécies, o grupo taxonómico dos briófitos é o que apresenta mais espécies vulneráveis e ameaçadas. Nos Açores existem quatro espécies criticamente em risco de extinção, 27 em perigo e 34 vulneráveis. Na ilha Terceira, foram registadas uma criticamente em risco de extinção, 24 em perigo e 30 vulneráveis. Na Matela, a área em estudo, existem quatro em perigo (representa 14,8% dos Açores; 16,6% da Terceira) e três vulneráveis (8,8% dos Açores; 10% da ilha Terceira).

Nas plantas vasculares apenas uma espécie existente na Matela está classificada como vulnerável, representando 50% das espécies indígenas vulneráveis classificadas para a ilha Terceira (duas espécies vulneráveis) e 33,3% para os Açores (três espécies vulneráveis). Nas plantas vasculares observa-se que existem muitas espécies indígenas sem classificação pelos critérios da IUCN. Na Matela, 12 das 36 espécies indígenas, não têm classificação, ou seja, 33,33% do total de espécies indígenas.

No grupo taxonómico dos artrópodes, a situação é semelhante ao grupo das plantas vasculares. Há falta de dados para as espécies indígenas de artrópodes, 37 das 51 espécies indígenas não tem classificação na IUCN, ou seja 72,5% das espécies indígenas não tem classificação. No entanto, na Matela, duas das espécies presentes estão classificadas como vulneráveis, o que corresponde a 13,3% das espécies indígenas classificadas como vulneráveis na ilha Terceira (15 espécies) e a 9,1% nos Açores (22 espécies).

Nas aves, para os Açores, cinco espécies indígenas estão em perigo e cinco classificadas como vulneráveis e para a ilha Terceira apenas duas espécies estão classificadas como vulneráveis e três em perigo. Na Matela, nenhuma das espécies indígenas está classificada como vulnerável ou em perigo.

Para os mamíferos, ao nível dos Açores existem duas espécies classificadas como

vulneráveis e na ilha Terceira apenas uma, que também se encontra na Matela.

6.4. Quais os efeitos/consequências do avanço das espécies exóticas invasoras de plantas vasculares sobre as espécies nativas e endémicas de outros grupos taxonómicos?

No grupo taxonómico dos briófitos podemos observar que a cobertura de briófitos no solo é baixa comparado com outros substratos. Esta baixa cobertura pode ser causada porque a Matela está localizada num escoada lávica, no entanto também pode ser provocada pelas espécies invasoras, nomeadamente *Hedychium gardnerianum*. Esta espécie invasora está a alterar a estrutura do habitat e consequentemente a diminuir a cobertura de briófitos no solo (Borges *et al.*, 2017; Rojas-Sandoval, 2023). Devido às espessas camadas de rizomas, que forma uma densa cobertura no solo e impede a regeneração de outras espécies, nomeadamente os briófitos (Rojas-Sandoval, 2023). *Hedychium gardnerianum* compete pelo espaço e pelos recursos do habitat e desta forma dificulta ou impede o recrutamento ou a regeneração de espécies indígenas (Silva *et al.*, 2008). Ainda se pode observar através dos dados obtidos em 2022, que a riqueza e abundância de epífitos é menor no *Pittosporum undulatum* do que nas outras espécies endémicas, como no *Laurus azorica* e *Erica azorica*.

Nos artrópodes, podemos verificar que nenhuma espécie endémica de artrópodes do solo foi registada e um aumento de espécies exóticas com ecologia decompositora na Matela, em 2022. A presença de *H. gardnerianum*, alterou a estrutura da comunidade e a abundância das espécies endémicas (Silva *et al.*, 2008). Em 20 anos (2002-2022) a diminuição das espécies indígenas e o aumento da riqueza e abundância das espécies introduzidas e decompositoras é causado pela dominância do *H. gardnerianum*. As comunidades de artrópodes de solo nativos e endémicos estão em perigo na Matela. A espécie invasora *Pittosporum undulatum*, também causa uma redução na riqueza e na abundância das espécies, como podemos observar nos artrópodes da copa. Se *P. undulatum* se propagar cada vez mais, como tem acontecido nos últimos anos, a comunidade de artrópodes da copa vai sofrer alterações graves, nomeadamente a diminuição e a perda de espécies endémicas e nativas. Em 2022, podemos verificar que no *Pittosporum undulatum* foram encontradas apenas três espécies endémicas com apenas oito indivíduos, enquanto nas outras espécies arbóreas, como por exemplo na *Erica azorica* foram encontradas 11 espécies com 124 indivíduos.

6.5. Quais os efeitos/consequências da presença de espécies de mamíferos exóticos sobre as espécies nativas e endêmicas de outros grupos taxonómicos?

As espécies introduzidas de mamíferos podem ter efeitos prejudiciais nas espécies indígenas de uma comunidade, porque podem afetar as populações de plantas e espécies que vivem no habitat estruturado por essas plantas e por serem predadores de espécies indígenas (Courchamp *et al.*, 2003).

Na Matela foram registadas três espécies preocupantes para a comunidade natural existente, nomeadamente, o gato, o coelho e o rato-preto. O impacto do gato (*Felis silvestris catus*) sobre as espécies deriva da predação sobre as espécies indígenas (Silva *et al.*, 2008) e por ser uma espécie oportunista a sua dieta inclui as aves (Courchamp *et al.*, 2003).

A espécie *Oryctolagus cuniculus*, provoca alterações na estrutura da vegetação ou na abundância relativa de espécies de plantas vasculares nativas ou endémicas, porque esta espécie consegue adaptar-se a condições adversas e comer uma variedade de espécies de plantas vasculares (Courchamp *et al.*, 2003; Silva *et al.*, 2008).

Os ratos pretos (*Rattus rattus*) podem provocar efeitos negativos na flora e na fauna endémica (alterações na estrutura da vegetação ou na abundância relativa de espécies nativas ou endémicas). Na flora, têm um efeito na regeneração na floresta, porque são grandes consumidores de sementes de algumas espécies. Na fauna, o impacto é duplicado, porque não só são predadores de algumas aves, provocando a redução da riqueza e da abundância destas espécies, como muitas vezes estas aves são dispersoras de sementes e isto terá efeitos novamente na regeneração da floresta (Courchamp *et al.*, 2003; Silva *et al.*, 2008).

A predação de ninhos é a principal causa do fracasso reprodutivo em muitas espécies de aves (Lamelas-López *et al.*, 2020). Na ilha Terceira, houve um estudo que comprovou que as espécies de mamíferos, *Felis silvestris catus* e *Rattus rattus*, provocaram diversos danos nos ninhos da subespécie endémica dos Açores, *Columba palumbus azorica* (Lamelas-López *et al.*, 2020). A predação oportunista por estas duas espécies é atualmente considerada uma das principais causas do declínio e extinção da avifauna nativa em habitats insulares (Courchamp *et al.*, 2003; Lamelas-López *et al.*, 2020).

6.6. Que estatuto de conservação terá a Matela em função da caracterização da biodiversidade? Que implicações daí decorrem? Que características condicionam o estado de conservação da Matela?

A Matela enquadra-se na categoria IV da IUCN para as áreas protegidas, tendo em conta que é uma área com o objetivo específico de conservação de determinadas espécies e habitat e necessita de intervenções de gestão regulares e ativas para cumprir estes objetivos (Borrini *et al.*, 2017).

Ao longo do estudo na Matela, em 2022, foram observados vários problemas, desde a alteração na comunidade natural, através do aumento de espécies exóticas e invasoras, ao desaparecimento ou diminuição de espécies endémicas, como por exemplo os artrópodes do solo. As espécies introduzidas e invasoras de plantas vasculares tiveram um aumento superior a 50% desde os últimos anos até 2022 e isto provocou consequências não só para as plantas vasculares indígenas como também noutros grupos taxonómicos, nomeadamente os artrópodes e os briófitos. No entanto, as espécies introduzidas de mamíferos também provocam danos ao nível de vários grupos taxonómicos, como as plantas vasculares e as aves (Courchamp *et al.*, 2003).

Em suma, o grande problema existente na Matela, atualmente, são as espécies invasoras que estão a alterar drasticamente a comunidade natural que lá existe, tanto ao nível das plantas como dos animais e é necessário fazer interações sobre este assunto para que se consiga cumprir os objetivos propostos pela IUCN, ou seja, a conservação de determinadas espécies e do próprio habitat.

Há ainda um conjunto de ameaças que advém da modificação dos sistemas naturais, no que diz respeito às acessibilidades da Matela. Este fragmento de floresta natural é atravessado por vários caminhos, todos eles servindo os proprietários dos terrenos adjacentes. Em meados de 2023, este problema parece ter tido uma evolução positiva, tendo-se encerrado o caminho mais próximo da mancha de *Juniperus brevifolia*. Espera-se que esta medida tenha reflexos positivos, por exemplo dificultando ou impedindo o acesso a gado bovino ao interior da mancha florestal. A delimitação da área protegida com muros de pedra, pode também ajudar a salvaguardar este espaço.

Alguns estudos enfatizam que as áreas protegidas deveriam ter preferencialmente o formato circular, já que este reduziria as distâncias de dispersão e diminuiria a relação borda-área, ou seja, o centro da área estaria mais distante dos limites e mais protegido dos fatores externos (Silva *et al.*, 2013). A Matela apresenta um índice de circularidade de 0,41, ou seja, uma forma alongada. Podemos concluir que a Matela está muito vulnerável a fatores externos como

atividades do uso de solo, porque quanto mais alongado maior é a vulnerabilidade do fragmento (Fengler *et al.*, 2015). Quando comparamos a Matela, por exemplo, à Reserva Natural da Serra de Santa Bárbara, que apresenta que um IC de 0,87, ou seja, um formato arredondado, percebemos que esta reserva natural está menos vulnerável porque a porção central do fragmento tende a manter-se equidistante da borda, ou seja, está relativamente protegida (Fengler *et al.*, 2015).

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Esta dissertação desempenhou um papel crucial no acréscimo de novos dados de biodiversidade para a Matela, uma área protegida destinada à gestão de espécies e habitats. Este estudo reitera de forma clara os efeitos deletérios provocados pelas espécies invasoras, tanto vegetais como animais, sobre as espécies indígenas (endémicas e nativas não endémicas).

Conclui-se assim que na Matela as espécies introduzidas e introduzidas invasoras têm uma grande expressão nas comunidades nativas, cujo impacto real ainda está por esclarecer na sua total dimensão. Considerando que esta área está legalmente protegida, assim como muitas das espécies indígenas que a integram, torna-se imperativo que se operacionalizem e implementem medidas de conservação para impedir que as espécies endémicas, particularmente de artrópodes, continuem a diminuir e a desaparecer do local. A presença e potencial expansão do briófito invasor *Campylopus introflexus*, é também preocupante para a riqueza e o equilíbrio das comunidades de briófitos.

Os resultados deste estudo ratificam de forma inequívoca o impacto adverso ocasionado pelas espécies de plantas invasoras e pelos artrópodes exóticos nas florestas nativas dos Açores. Este fenómeno, semelhante ao observado por Borges *et al.* (2020) nas florestas nativas em altitude da Ilha Terceira, também se manifesta na Matela, onde se nota um crescimento assinalável da diversidade de artrópodes exóticos, sobretudo no solo.

Consideramos importante recomendar as seguintes medidas de gestão:

1) No caso da espécie invasora *Pittosporum undulatum*, sugerimos a implementação de um método de controlo adequado chamado “perfurar e preencher”. Este método consiste na perfuração e injeção de herbicidas no tronco promovendo o envelhecimento mais rápido dos indivíduos (Mullett, 1996). A vantagem desta técnica é que reduz a perturbação associada às técnicas de controlo instantâneo (por exemplo o fogo ou o método de derrubar as árvores), no entanto tem a desvantagem de exigir mais mão de obra (Mullett, 1996).

2) No caso da espécie *Hedychium gardnerianum*, existem vários métodos de controle e erradicação, como por exemplo, o corte da espécie, a remoção total, utilizando herbicidas, a queima controlada e através da cobertura com plástico negro (Andrade, 2014). Ao avaliar os vários métodos, Andrade (2014) chegou à conclusão de que o método do herbicida é geralmente o mais adequado. Este é um método eficaz na redução do surgimento de novos caules (Andrade, 2014). O método de corte seria uma alternativa a considerar, sobretudo dentro de uma área protegida. Apresenta diversas vantagens como por exemplo ser pouco dispendioso e rápido, podendo inclusivamente ser feito por voluntários com pouca formação, mas tem o grande

inconveniente de ter baixa eficácia do controlo da espécie e estar associado ao crescimento de novos caules mais rapidamente (Andrade, 2014), sendo necessárias várias rondas de corte antes de se poder considerar a espécie erradicada de uma área.

3) Para o caso dos roedores, nos Açores, o controlo destas espécies baseia-se quase exclusivamente na utilização de rodenticidas anticoagulantes, com eficácia comprovada contra *Rattus rattus* (Amaral & Cardoso, 2011).

4) Questões como a forma da reserva, a manutenção dos muros e a condução das acessibilidades devem ser tomadas em conta, quer pela entidade proprietária – a Câmara Municipal de Angra do Heroísmo, quer pela entidade de gestão, a Direção Regional do Ambiente.

Este é um estudo preliminar, para a Matela (ilha Terceira, Açores), que identifica a riqueza de espécies nos cinco grupos taxonómicos estudados, as principais causas para a diminuição da riqueza de espécies endémicas e o avanço das espécies invasoras no local ao longo dos anos. Este estudo é um ponto de partida para uma investigação mais profunda sobre este local, oferecendo uma linha de base da biodiversidade da área, que permite gizar a implementação de medidas eficazes de conservação de espécies e do próprio habitat.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar, C. (2021). *Sistemática das Plantas Vasculares*. Imprensa Nacional - Casa da Moeda.
- Alho, C. J. R. (2008). The value of biodiversity. *Brazilian Journal of Biology*, 68, 1115-1118.
<https://doi.org/10.1590/S1519-69842008000500018>
- Almeida, J. D., & Freitas, H. (2000). A flora exótica e invasora de Portugal. *Portugaliae Acta Biologica*, 19(1), 159-176.
- Amaral, J. & Cardoso, J. T. (2011, outubro 27-29). Testes de Eficácia de Rodenticidas Anticoagulantes em Roedores Comensais [Workshop Prevenção e Controlo de Espécies Invasoras]. Livro de Resumos. Universidade dos Açores, Angra do Heroísmo, Portugal.
<http://hdl.handle.net/10400.3/1650>
- Amaral, L. G. & Filho, F. A. S. (2010) *Sistemática Vegetal II: Estudo das plantas vasculares*. Universidade Federal de Santa Catarina.
- Amorim, I. & Lamelas-López, L. (2022). Mamíferos / Mammals. In R. Gabriel & P. A. V. (Eds.) *Guia Prático da Fauna Terrestre dos Açores / Field Guide of Azorean Terrestrial Fauna* (2nd ed., pp. 440-455). Instituto Açoriano de Cultura (IAC), Angra do Heroísmo.
- Andrade, R. C. A. (2014). *Avaliação de métodos de controlo mecânicos e químicos da espécie invasora Hedychium gardnerianum Sheppard ex Ker Gawl. na ilha de São Miguel-Açores* [Master's thesis, Universidade dos Açores]. Repositório da Universidade dos Açores.
<http://hdl.handle.net/10400.3/3618>
- Andrén, H. (1997). Habitat fragmentation and changes in biodiversity. *Ecological bulletins*, 46, 171-181. <https://www.jstor.org/stable/20113214>
- Aslaksen, I., Nybø, S., Framstad, E., Garnåsjordet, P. A., & Skarpaas, O. (2015). Biodiversity and ecosystem services: the nature index for Norway. *Ecosystem Services*, 12, 108-116.
<https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.11.002>

- Azevedo, E. B. (2001). Condicionantes dinâmicas do clima do arquipélago dos Açores. Elementos para o seu estudo. *Açoreana*, 9(3), 309-317.
- Balvanera, P., Quijas, S., Karp, D. S., Ash, N., Bennett, E. M., Boumans, R., Brown, C., Chan, K. M. A., Chaplin-Kramer, R., Halpern, B. S., Honey-Rosés, J., Kim, C., Cramer, W., Martínez-Harms, M. J., Mwampamba T., Nel, J., Polasky, S., Reyers, B., Roman, ... Walz, A. (2017). Ecosystem services. In M. Walters & R. J. Scholes (Eds.), *The GEO handbook on biodiversity observation networks* (pp. 39-78). Springer Nature. [Ecosystem Services | SpringerLink](#)
- Barros, R. S. (2007). *Medidas de diversidade biológica*. [Postgraduate studies, Universidade Federal de Juiz de Fora]. Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada ao Manejo e Conservação de Recursos Naturais, Minas Gerais.
- Brauman, K. A., & Daily, G. C. (2008). Ecosystem services. In B. D. Fath (Eds.), *Encyclopedia of Ecology* (pp. 1148-1154). Elsevier Science. <https://doi.org/10.1016/B978-008045405-4.00621-2>
- Bellard, C., Marino, C., & Courchamp, F. (2022). Ranking threats to biodiversity and why it doesn't matter. *Nature Communications*, 13(1), 1. [Ranking threats to biodiversity and why it doesn't matter | Nature Communications](#)
- Borges, P. A. V. (2022). Artrópodes / Arthropods. In R. Gabriel & P. A. V. (Eds.) *Guia Prático da Fauna Terrestre dos Açores / Field Guide of Azorean Terrestrial Fauna* (2nd ed., pp. 86-319). Instituto Açoriano de Cultura (IAC), Angra do Heroísmo. 480 pp.
- Borges, P. A. V., Aguiar, C., Amaral, J., Amorim, I. R., André, G., Arraiol, A., Baz, A., Dinis, F., Enghoff, H., Gaspar, C., Ilharco, F., Mahnert, V., Melo, C., Perreira, F., Quartau, J., A., Ribeiro, S., P., Ribes, J., Serrano, A., R., M., Sousa, A., B., ... Wunderlich, J. (2005). Ranking protected areas in the Azores using standardised sampling of soil epigeal arthropods. *Biodiversity & Conservation*, 14(9), 2029-2060. <https://doi.org/10.1007/s10531-004-4283-y>
- Borges, P. A. V., Amorim, I. R., Cunha, R. T. D., Gabriel, R., Martins, A. M., Silva, L., Costa, A. & Vieira, V. (2009). Azores. *Encyclopedia of islands*, 70-75. https://repositorio.uac.pt/bitstream/10400.3/1971/1/Borges_et_al_azores_2009.pdf

- Borges, P. A. V., Bried, J., Costa, A. C., Cunha, R. T. D., Gabriel, R., Gonçalves, V., Martins, A. F., Melo, I., Parente, M., Raposeiro, P., Rodrigues, P., Santos, R. S., Silva, L., Vieira, P., Vieira, V., Mendonça, E. & Boieiro, M. (2010). Description of the terrestrial and marine biodiversity of the Azores. In P. A. Borges, A. Costa, R. Cunha, R. Gabriel, V. Gonçalves, A. F. Martins, I. Melo, M. Parente, P. Raposeiro, P. Rodrigues, R. S. Santos, L. Silva, P. Vieira & V. Vieira (Eds.), *A list of the terrestrial and marine biota from the Azores* (pp. 9-33). Príncipeia, Cascais. 429 pp.
- Borges, P. A. V., Cardoso, P., Kreft, H., Whittaker, R. J., Fattorini, S., Emerson, B. C., Gil, A., Gillespie, R. G., Matthews, T. J., Santos, A. M. C., Steinbauer, M. J., Thébaud, C., Ah-Peng, C., Amorim, I. R., Aranda, S. C., Arroz, A. M., Azevedo, J. M. N., Boieiro, M., Borda-de-Água, L., ... Gabriel, R. (2018). Global Island Monitoring Scheme (GIMS): a proposal for the long-term coordinated survey and monitoring of native island forest biota. *Biodiversity and conservation*, 27(10), 2567-2586. <https://doi.org/10.1007/s10531-018-1553-7>
- Borges, P. A., & Gabriel, R. (2009). *Predicting extinctions on oceanic islands: arthropods and bryophytes*. Repositório da Universidade dos Açores. <http://hdl.handle.net/10400.3/441>
- Borges, P. A. V., Gabriel, R. & Fattorini, S. (2019). Biodiversity Erosion: Causes and Consequences. In W. L. Filho, A. M. Azul, L. Brandli, A. L. Salvia & T. Wall (Eds.), *Life on Land* (pp. 81-90). Springer. [Biodiversity Erosion: Causes and Consequences | SpringerLink](#)
- Borges, P. A. V., Gaspar, C., Santos, A., Ribeiro, S. P., Cardoso, P., Triantis, K. A., & Amorim, I. R. (2011). Patterns of colonization and species distribution for Azorean arthropods: evolution, diversity, rarity and extinction. *Açoreana: Revista de Estudos Açoreanos*, 7, 93-123. <http://hdl.handle.net/10400.3/2058>
- Borges, P. A., Lamelas-Lopez, L., Andrade, R., Lhoumeau, S., Vieira, V., Soares, A. O., Borges, I., Boieiro, M., Cardoso, P., Crespo, L. C. F., Karsholt, O., Schülke, M., Serrano, A. R. M., Quartau, J. A., & Assing, V. (2022). An updated checklist of Azorean arthropods (Arthropoda). *Biodiversity Data Journal*, 10, e97682. [10.3897/BDJ.10.e97682](https://doi.org/10.3897/BDJ.10.e97682)
- Borges, P. A. V., Lobo, J. M., de Azevedo, E. B., Gaspar, C. S., Melo, C., & Nunes, L. V. (2006). Invasibility and species richness of island endemic arthropods: a general model of endemic vs. exotic species. *Journal of Biogeography*, 33(1), 169-187.

<https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2005.01324.x>

Borges, P. A. V., Pimentel, R., Carvalho, R., Nunes, R., Wallon, S., & Ros-Prieto, A. (2017). Seasonal dynamics of arthropods in the humid native forests of Terceira Island (Azores).

Arquipélago: Life and Marine Sciences, 34, 105-122. <http://hdl.handle.net/10400.3/4470>

Borges, P. A. V., Rigal, F., Ros-Prieto, A., & Cardoso, P. (2020). Increase of insular exotic arthropod diversity is a fundamental dimension of the current biodiversity crisis. *Insect Conservation and Diversity*, 13(5), 508-518. <https://doi.org/10.1111/icad.12431>

Borges, P. A. V., Santos, A. M. C., Elias, R. B. & Gabriel, R. (2020). The Azores Archipelago: Biodiversity Erosion and Conservation Biogeography. In M. Goldsteins & D. DellaSala (Eds.), *Encyclopedia of the World's Biomes* (pp. 101-113). Elsevier.

Borrini, G., Dudley, N., Jaeger, T., Lassen, B., Pathak, N., Phillips, A., & Sandwith, T. (2017). *Governança de áreas protegidas*. União Internacional para a Conservação da Natureza e Recursos Naturais.

Câmara Municipal de Angra do Heroísmo. (2007). *Restauro ecológico da Área Protegida da Matela*. Angra do Heroísmo. CMAH.

Campbell, A., Kapos, V., Scharlemann, J. P. W., Bubb, P., Chenery, A., Coad, L., Dickson, B., Doswald, N., Saiful, M., Khan, I., Kershaw, F., & Rashid, M. (2009). *Review of the Literature on the Links Between Biodiversity and Climate Change: Impacts, adaptation, and mitigation*. Secretariat of the Convention on Biological Diversity.

Cardoso, P., Arnedo, M.A., Triantis, K.A. & Borges, P.A.V. (2010). Drivers of diversity in Macaronesian spiders and the role of species extinctions. *Journal of Biogeography*, 37, 1034-1046. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2009.02264.x>

Cardoso, P., Borges, P. A., & Gaspar, C. (2006). Biotic integrity of the arthropod communities in the natural forests of Azores. *Biodiversity and Conservation*, 16(10), 2883-2901. <https://doi.org/10.1007/s10531-006-9078-x>

- Cardoso, P., Borges, P.A.V., Costa, A. C., Cunha, R. T., Gabriel, R., Martins, A. M. F., Silva, L., Homem, N., Martins, M., Rodrigues, P., Martins, B. & Pereira, E. (2008). A perspectiva arquipelágica: Açores. In J.L Martín, M. Arechavaleta, P.A.V. Borges & B. Faria (Eds.) *TOP 100: as cem espécies ameaçadas prioritárias em termos de gestão na região europeia biogeográfica da Macaronésia* (pp. 421-449). Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial, Gobierno de Canarias.
- Chettri, P., Bhutia, J., & Sharma, B. K. (2019). An overview study of birds in south Sikkim (India). *Thematics Journal of Zoology*, 6(2), 12-17.
- Christenhusz, M. J., & Byng, J. W. (2016). The number of known plants species in the world and its annual increase. *Phytotaxa*, 261(3), 201-217.
- Comissão Europeia (2020). Estratégia de Biodiversidade da UE para 2030: Trazer a natureza de volta às nossas vidas. C-EU.
https://ec.europa.eu/environment/pdf/feadp/communication/pdf/2030_October/Final_report/EU_Biodiversity_Strategy_2030_Portuguese.pdf
- Convenção sobre a Diversidade Biológica. (1993). Decreto n.º 21/93, 28 de maio. CDB. [Convenção sobre a Diversidade Biológica \(ministeriopublico.pt\)](http://www.ministeriopublico.pt)
- Costa, H., Bettencourt, M. J., Silva, C. M., Teodósio, J., Gil, A., & Silva, L. (2013). Invasive alien plants in the Azorean protected areas: invasion status and mitigation actions. *Plant invasions in protected areas: patterns, problems and challenges*, 375-394.
https://doi.org/10.1007/978-94-007-7750-7_17
- Decreto Legislativo Regional n.º 11/2011/A, de 20 de abril. (2011). Diário da República n.º 78/2011, Série I de 2011-04-20. Região Autónoma dos Açores - Assembleia Legislativa.
<https://dre.tretas.org/dre/283683/decreto-legislativo-regional-11-2011-A-de-20-de-abril>
- Decreto Legislativo Regional n.º 15/2012/A, de 2 de abril. (2012). Diário da República nº 66/2012, Série I de 2012-04-02. Região Autónoma dos Açores – Assembleia Legislativa.
[Decreto Legislativo Regional n.º 15/2012/A, de 2 de Abril - Aprova o Regime jurídico da conservação da natureza e proteção da biodiversidade - Direção Regional das Pescas - Portal \(azores.gov.pt\)](http://www.azores.gov.pt)

Diretiva 92/43/CEE do conselho, de 21 de maio. (1992). Jornal Oficial das Comunidades Europeias: nº L 206/7.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:31992L0043&from=PT>

Direção Regional do Ambiente. (2020). Conservação da Natureza e Biodiversidade – Áreas classificadas. Relatório do Estado do Ambiente dos Açores. Região Autónoma dos Açores. DRA. [Conservação da Natureza e Biodiversidade - Relatório do Estado do Ambiente dos Açores - Direção Regional do Ambiente e Alterações Climáticas \(azores.gov.pt\)](https://www.azores.gov.pt/pt/conservacao-da-natureza-e-biodiversidade-relatorio-do-estado-do-ambiente-dos-azores-direcao-regional-do-ambiente-e-alteracoes-climaticas)

Elias, R. B. (2022). Plantas Vasculares / Vascular Plants. In R. Gabriel & P. A. V. (Eds.) *Guia Prático da Flora Nativa dos Açores / Field Guide of Azorean Native Flora* (pp. 212-475). Instituto Açoriano de Cultura (IAC), Angra do Heroísmo.

Elias, R.B., Gil, A., Silva, L., Fernández-Palacios, J.M., Azevedo, E.B. & Reis, F. (2016) Natural zonal vegetation of the Azores Islands: characterization and potential distribution. *Phytocoenologia*, 46(2), 107-123. [10.1127/phyto/2016/0132](https://doi.org/10.1127/phyto/2016/0132)

Ehrenfeld, J. G. (2010). Ecosystem consequences of biological invasions. *Annual review of ecology, evolution, and systematics*, 41, 59-80. [10.1146/annurev-ecolsys-102209-144650](https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-102209-144650)

Fahrig, L. (2003). Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual review of ecology, evolution, and systematics*, 34, 487-515. [10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419](https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419)

Fattorini, S. (2017). Endemism in historical biogeography and conservation biology: concepts and implications. *Biogeographia—The Journal of Integrative Biogeography*, 32(1), 47-75.

Fengler, F. H., de Moraes, J. F., Ribeiro, A. I., Peche Filho, A., Storino, M., & Medeiros, G. A. D. (2015). Environmental quality of forest fragments in Jundiaí-Mirim river basin between 1972 and 2013. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 19, 402-408. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n4p402-408>

Ferreira, M.T., Cardoso, P., Borges, P.A.V., Gabriel, R., Azevedo, E.B., Reis, F., Araújo, M.B. & Elias, R.B. (2016) Effects of climate change on the distribution of indigenous species in oceanic islands (Azores). *Climatic Change*, 138(3), 603-615. <https://doi.org/10.1007/s10584-016->

- Fisher, M. J., & Marshall, A. P. (2008). Understanding descriptive statistics. *Australian critical care*, 22(2), 93-97. <https://doi.org/10.1016/j.aucc.2008.11.003>
- Flather, C. H., & Sieg, C. H. (2007). Species rarity: definition, causes and classification. In M. G. Raphael & R. Molina (Eds.) *Conservation of rare or little-known species: Biological, social, and economic considerations* (pp. 40-66). Island Press. 392 pp.
- Florencio, M., Rigal, F., Borges, P.A.V., Cardoso, P., Santos, A.M.C. & Lobo, J.M. (2016). The role of plant fidelity and land-use changes on island exotic and indigenous canopy spiders at local and regional scales. *Biological Invasions*, 18, 2309-2324. <https://doi.org/10.1007/s10530-016-1162-x>
- Frutuoso, G. (1977-1987). *Saudades da Terra*. Ponta Delgada, Instituto Cultural de Ponta Delgada, 6 livros [várias edições].
- Gabriel, R. (2022). Briófitos / Bryophytes. In R. Gabriel & P. A. V. (Eds.) *Guia Prático da Flora Nativa dos Açores / Field Guide of Azorean Native Flora* (pp. 92-209). Instituto Açoriano de Cultura (IAC), Angra do Heroísmo.
- Gabriel, R. (1994). *Briófitos da Ilha Terceira (Açores) - Ecologia, distribuição e vulnerabilidade de espécies seleccionadas*. APCC – Provas de Aptidão Pedagógica e Capacidade Científica. Departamento de Ciências Agrárias. Universidade dos Açores. Angra do Heroísmo.
- Gabriel, R. (2019). Não há rosas sem espinhos: O papel dos jardins na disseminação de espécies exóticas e invasoras - 13 plantas prioritárias para controlo ou erradicação nos Açores. In I. S. Albergaria (Eds.), *Catálogo da Exposição "Plantas e Jardins: A paixão pela horticultura ornamental na ilha de São Miguel"* (pp. 53-65). CHAM & Biblioteca Pública e Arquivo Regional de Ponta Delgada, Ponta Delgada.
- Gabriel, R., Arroz, A.M., Barcelos, J.V.A. Quadros, S. (2014). Selecção de marcos internacionais, nacionais e regionais no âmbito da educação ambiental para a compreensão da evolução no domínio. *Boletim do Núcleo Cultural da Horta*, 23, 21-54.

- Gabriel, R., Ramos-Lemoine, V., Orozco-Borgas, A., Barcelos, P. J. M. & Arroz, A. M. (2023). Perspectivas e vivências da natureza na Ilha Terceira: um estudo exploratório. *Pingo de Lava*, 45, 92-97. <http://hdl.handle.net/10400.3/6614>
- Gabriel, R., Sjögren, E., Schumacker, R., Sérgio, C., Aranda, S., C., Claro, D., Homem, N. & Martins, B. (2010). Lista de Briófitos (Anthocerotophyta, Marchantiophyta, Bryophyta). In P. A. Borges, A. Costa, R. Cunha, R. Gabriel, V. Gonçalves, A. F. Martins, I. Melo, M. Parente, P. Raposeiro, P. Rodrigues, R. S. Santos, L. Silva, P. Vieira & V. Vieira (Eds.), *A list of the terrestrial and marine biota from the Azores* (pp. 99-115). Princípiã, Cascais.
- Gabriel, R., & Bates, J. W. (2005). Bryophyte community composition and habitat specificity in the natural forests of Terceira, Azores. *Plant ecology*, 177(1), 125-144. <https://doi.org/10.1007/s11258-005-2243-6>
- Gabriel, R., Borges, P. A. V. & Silva, E. (2007). A biodiversidade. In E. Silva & R. Gabriel (Eds.) *As atitudes face ao ambiente em regiões periféricas* (pp. 157-189). Fundação para a Ciência e Tecnologia & Universidade dos Açores. <http://hdl.handle.net/10400.3/1890>
- Gaspar, C., Borges, P. A. V., & Gaston, K. J. (2008). Diversity and distribution of arthropods in native forests of the Azores archipelago. *Arquipélago: Life and Marine Sciences*, 25, 01-30. <http://hdl.handle.net/10400.3/249>
- Gaston, K. (1994). *Rarity*. Chapman & Hall, London. 205 pp.
- Gaston, K. J., Jackson, S. F., Cantu-Salazar, L., & Cruz-Pinon, G. (2008). The ecological performance of protected areas. *Annual review of ecology, evolution, and systematics*, 39, 93-113. <https://www.jstor.org/stable/30245155>
- Gerolamo, C. S. (2021). Transporte de água em plantas: da anatomia as funções do xilema. In S. S. Monteiro, E. J. Lírio, A. S. Lopes, F. P. M. Amaral, M. P. Esposito & C. M. Furlan (Eds.), *X Botânica no inverno* (pp. 82-92). Instituto de Biociências. Universidade de São Paulo.
- Gleadow, R. M., & Ashton, D. H. (1981). Invasion by *Pittosporum undulatum* of the forests of central Victoria. Invasion patterns and plant morphology. *Australian Journal of Botany*, 29(6), 705-720. <https://doi.org/10.1071/BT9810705>

- Gomes, C. A. (2018). Contributo Para os Planos de Gestão dos Parques Naturais de Ilha dos Açores. In P. Fidalgo (Eds.), *A Paisagem Como Problema: Conhecer para Proteger, Gerir e Ordenar* (pp. 160-180). Instituto de História Contemporânea da Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa.
- Goulart, M. N. S. (2014). *Padrões de raridade das plantas vasculares indígenas dos Açores: implicações para a conservação e gestão* [Master's dissertation, Universidade dos Açores]. Repositório da Universidade dos Açores. <http://hdl.handle.net/10400.3/3554>
- Gunathilaka, M. D. K. L. (2019). A review of bryophytes; evolution, value and threats. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 9, 384-398.
- Haines-Young, R. (2023). *Common international classification of ecosystem services (CICES) V5. 2. Guidance on the Application of the Revised Structure*. www.cices.eu
- Hallingbäck, T & Hodgetts, N. (2000). *Mosses, Liverworts, and Hornworts. Status Survey and Conservation Action Plan for Bryophytes*. IUCN/SSC Bryophyte Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. Information Press, Oxford.
- Hamilton, A. J. (2005). Species diversity or biodiversity?. *Journal of environmental Management*, 75(1), 89-92.
- Hannah, L., Lovejoy, T. E. & Schneider, H. (2006). Biodiversity and Climate Change in Context. In T. E. Lovejoy & L. Hannah (Eds.), *Climate Change and Biodiversity* (pp. 3-14). Yale University Press.
- Hanski, I. (2019). *Messages from islands: a global biodiversity tour*. University of Chicago Press.
- Hill, M.O. (1973). Diversity and evenness: A unifying notation and its consequences. *Ecology* 54, 427-432.
- Hobohm, C. (2014). *Endemism in vascular plants*. Dordrecht: Springer Netherlands.
- Homem, N. & Gabriel, R. (2008). *Briófitos Raros dos Açores / Azorean Rare Bryophytes* (1st ed.).

Princípio, Estoril.

Hortal, J., Borges, P. A., Jimenez-Valverde, A., de Azevedo, E. B., & Silva, L. (2010). Assessing the areas under risk of invasion within islands through potential distribution modelling: the case of *Pittosporum undulatum* in São Miguel, Azores. *Journal for Nature Conservation*, 18(4), 247-257. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2009.11.002>

Intergovernmental Panel on Climate Change (2023). Synthesis Report. A Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>

Işık, K. (2011). Rare and endemic species: why are they prone to extinction?. *Turkish Journal of Botany*, 35(4), 411-417. [10.3906/bot-1012-90](https://doi.org/10.3906/bot-1012-90)

IUCN Standards and Petitions Committee. 2022. Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 15.1. Prepared by the Standards and Petitions Committee. Downloadable from <https://www.iucnredlist.org/documents/RedListGuidelines.pdf>.

Jarić, I., & Cvijanović, G. (2012). The tens rule in invasion biology: measure of a true impact or our lack of knowledge and understanding?. *Environmental Management*, 50, 979-981. <https://doi.org/10.1007/s00267-012-9951-1>

Kueffer, C., Daehler, C. C., Torres-Santana, C. W., Lavergne, C., Meyer, J. Y., Otto, R., & Silva, L. (2010). A global comparison of plant invasions on oceanic islands. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 12(2), 145-161. <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2009.06.002>

Lacher Jr, T. E., Davidson, A. D., Fleming, T. H., Gómez-Ruiz, E. P., McCracken, G. F., Owen-Smith, N., Peres, C. A., & Vander Wall, S. B. (2019). The functional roles of mammals in ecosystems. *Journal of Mammalogy*, 100(3), 942-964. <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyy183>

Lamelas-López, L., Fontaine, R., Borges, P. A., & Gonçalves, D. (2020). Impact of introduced nest predators on insular endemic birds: the case of the Azores Woodpigeon (*Columba palumbus azorica*). *Biological Invasions*, 22(12), 3593-3608.

<https://doi.org/10.1007/s10530-020-02343-0>

Lamelas-López, L., & Salgado, I. (2020). Applying camera traps to detect and monitor introduced mammals on oceanic islands. *Oryx*, 55(2), 181-188. [doi:10.1017/S0030605319001364](https://doi.org/10.1017/S0030605319001364)

Lamelas-López, L., & Santos, M. J. (2021). Factors influencing the relative abundance of invasive predators and omnivores on islands. *Biological Invasions*, 23(9), 2819-2830. <https://doi.org/10.1007/s10530-021-02535-2>

Larsen, B. B., Miller, E. C., Rhodes, M. K., & Wiens, J. J. (2017). Inordinate fondness multiplied and redistributed: the number of species on earth and the new pie of life. *The Quarterly Review of Biology*, 92(3), 229-265. <https://doi.org/10.1086/693564>

Leal, A. C. A. (2011). *Paul da pedra do Cabo da Praia: contributo das percepções ambientais para a sua preservação* [Master's thesis, Universidade dos Açores]. Repositório da Universidade dos Açores. <http://hdl.handle.net/10400.3/1657>

Lees, A. C., Haskell, L., Allinson, T., Bezeng, S. B., Burfield, I. J., Renjifo, L. M., Rosenberg, K. V., Viswanathan, A., & Butchart, S. H. (2022). State of the world's birds. *Annual Review of Environment and Resources*, 47, 231-260. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-112420-014642>

Lévêque, C. (2022). *Biodiversity Erosion: Issues and Questions*. John Wiley & Sons, Ltd.

Lévêque, C. (2001). *Ecologia: Do Ecossistema à Biosfera*. Lisboa: Instituto Piaget.

Lévêque, C., & Mounolou, J. C. (2004). *Biodiversity*. John Wiley & Sons, Ltd.

Lodge, D. M. (1993). Biological invasions: lessons for ecology. *Trends in ecology & evolution*, 8(4), 133-137. [https://doi.org/10.1016/0169-5347\(93\)90025-K](https://doi.org/10.1016/0169-5347(93)90025-K)

Lourenço, P., Medeiros, V., Gil, A., & Silva, L. (2011). Distribution, habitat and biomass of *Pittosporum undulatum*, the most important woody plant invader in the Azores Archipelago. *Forest Ecology and Management*, 262(2), 178-187. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.03.021>

- Maclaurin, J., & Sterelny, K. (2008). *What is biodiversity?*. University of Chicago Press.
- Magurran, A. E. (2004). *Measuring biological diversity*. Blackwells Publishing, Oxford.
- Magurran, A. E. (2005). Biological diversity. *Current Biology*, 15(4), 116-118.
[10.1016/j.cub.2005.02.006](https://doi.org/10.1016/j.cub.2005.02.006)
- Mam, S. (2010). Biodiversity Erosion Sensitization, Awareness and Motivation for Conservation. *South Asian Journal of Tourism and Heritage*, 3(2), 159-163.
- Martín, J.L, Arechavaleta, M., Borges, P.A.V. & Faria, B. (Eds.). (2008). *TOP 100 - As cem espécies ameaçadas prioritárias em termos de gestão na região europeia biogeográfica da Macaronésia*. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial, Gobierno de Canarias.
- Maurer, B. A. & McGill, B. J. (2011). Measurement of species diversity. In A. E. Marrugan & B. J. McGill (Eds.), *Biological Diversity: Frontiers in Measurement and Assessment* (pp. 55-65). Oxford University Press.
- Mayr, R. (2000). The Biological Species Concept. In Q. D. Wheeler & R. Meier (Eds.), *Species Concepts and Phylogenetic Theory* (pp. 17-43). Columbia University Press. New York.
- Melo, C. & Pereira, C. (2022). Aves / Birds. In R. Gabriel & P. A. V. (Eds.) *Guia Prático da Fauna Terrestre dos Açores / Field Guide of Azorean Terrestrial Fauna* (2nd ed., pp. 336-437). Instituto Açoriano de Cultura (IAC), Angra do Heroísmo.
- Mello, T. J. (2014). *Invasão biológica em ilhas oceânicas: o caso de Leucaena leucocephala (Leguminosae) em Fernando de Noronha* [Doctoral thesis, Universidade de São Paulo]. Reportório da Universidade de São Paulo. <https://doi.org/10.11606/D.41.2013.tde-31032014-131301>
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and human well-being* (Vol. 5). Island Press, Washington, DC. MEA.

- Morris, E. K., Caruso, T., Buscot, F., Fischer, M., Hancock, C., Maier, T. S., Meiners, T., Müller, C., Obermaier, E., Prati, D., Socher, S. A., Sonnemann, I., Wäschke, N., Wubet, T., Wurst, S. & Rillig, M. C. (2014). Choosing and using diversity indices: insights for ecological applications from the German Biodiversity Exploratories. *Ecology and evolution*, 4(18), 3514-3524. <https://doi.org/10.1002/ece3.1155>
- Moser, D., Lenzner, B., Weigelt, P., Dawson, W., Kreft, H., Pergl, J., Pyšek, P., Kleunen, M. V., Winter, M., Capinha, C., Cassey, P., Dullinger, S., Economo, E. P., García-Díaz, P., Guénard, B., Hofhansl, F., Manga, T., Seebens, H., & Essl, F. (2018). Remoteness promotes biological invasions on islands worldwide. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(37), 9270-9275. <https://doi.org/10.1073/pnas.1804179115>
- Mullett, T. L. (1996, setembro). Ecological aspects of sweet *pittosporum* (*Pittosporum undulatum* Vent.): implications for control and management. In *11th Australian Weeds Conference proceedings: where in the world is weed science going* (pp. 489-492).
- Mulongoy, K., & Chape, S. (2004). *Protected areas and biodiversity: an overview of key issues*. UNEP-WCMC, Convention on Biological Diversity (CBD), Secretariat, IUCN, Swedish Scientific Council on Biological Diversity, SE, International Council on Mining and Metals, UK, Shell International Limited. [20.500.12592/358smj](https://doi.org/10.500.12592/358smj)
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A., & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772), 853-858. <https://doi.org/10.1038/35002501>
- Ødegaard, F. R. O. D. E. (2000). How many species of arthropods? Erwin's estimate revised. *Biological Journal of the Linnean Society*, 71(4), 583-597. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.2000.tb01279.x>
- Pacheco, J. M., Ferreira, T., Queiroz, G., Wallenstein, N., Coutinho, R., Cruz, J. V., Pimentel, A., Silva, R., Gaspar, J. L. & Goulart, C. (2013). Notas sobre a geologia do arquipélago dos Açores. In R. Dias, A. Araújo, P. Terrinha, J.C. Kullberg (Eds.), *Geologia de Portugal* (Vol. 2) (pp. 595 – 690). Escolar Editora. 1624 pp.

- Patiño, J., Mateo, R.G., Zanatta, F., Marquet, A., Aranda, S.C., Borges, P.A.V., Dirkse, G., Gabriel, R., Gonzalez-Mancebo, M., Guisan, A., Muñoz, J., Sim-Sim, M. & Vanderpoorten, A. (2016) Climate threat on the Macaronesian endemic bryophyte flora. *Scientific Reports*, 6, 29156, 1-12. <https://doi.org/10.1038/srep29156>
- Paulay, G. (1994). Biodiversity on oceanic islands: its origin and extinction. *American zoologist*, 34(1), 134-144. <https://doi.org/10.1093/icb/34.1.134>
- Pereira, H. M., Domingos, T., Vicente, L., & Proença, V. (2009). Ecosistemas e bem-estar humano: avaliação para Portugal do Millennium Ecosystem Assessment. *Escolar Editora*, 734.
- Pereira, M. J., Eleutério, T., Meirelles, M. G., & Vasconcelos, H. C. (2021). *Hedychium gardnerianum* Sheph. ex Ker Gawl. from its discovery to its invasive status: a review. *Botanical Studies*, 62(1), 11. <https://doi.org/10.1186/s40529-021-00318-5>
- Pereira, M. J., Moura, M., Maciel, G. B., & Oliveira, J. B. (1998). Conservation of natural vegetation in Azores Island. *Boletim do Museu Municipal do Funchal*, 5, 299-305. <http://localhost:8080/xmlui/handle/100/930>
- Rabinowitz, D. (1981). Seven forms of rarity. In H. Synge (Eds.), *The Biological aspects of rare plant conservation* (pp. 205 - 217). A Wiley - Interscience Publication. 588 pp.
- Rando, J. C., Alcover, J. A., Olson, S. L., & Pieper, H. (2013). A new species of extinct scops owl (Aves: Strigiformes: Strigidae: *Otus*) from São Miguel Island (Azores archipelago, north Atlantic Ocean). *Zootaxa*, 3647(2), 343-357. [10.11646/zootaxa.3647.2.6](https://doi.org/10.11646/zootaxa.3647.2.6)
- Rando, J. C., Pieper, H., Olson, S. L., Pereira, F., & Alcover, J. A. (2017). A new extinct species of large bullfinch (Aves: Fringillidae: *Pyrrhula*) from Graciosa Island (Azores, North Atlantic Ocean). *Zootaxa*, 4282(3): 567–583. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4282.3.9>
- Rego, C., Boieiro, M., Vieira, V., & Borges, P. A. (2015). The biodiversity of terrestrial arthropods in Azores. *Revista IDE@-SEA*, 5B, 1-24. <http://hdl.handle.net/10400.3/4589>
- Rodrigues, P., Bried, J., Medeiros, F. & Cunha, R. (2010). Lista dos Vertebrados (Chordata). In P. A. Borges, A. Costa, R. Cunha, R. Gabriel, V. Gonçalves, A. F. Martins, I. Melo, M. Parente, P.

- Raposeiro, P. Rodrigues, R. S. Santos, L. Silva, P. Vieira & V. Vieira (Eds.), *A list of the terrestrial and marine biota from the Azores* (pp. 247-271). Princípiã, Cascais.
- Rojas-Sandoval, J. (2023). *Hedychium gardnerianum* (kahili ginger). CABI Compendium. [Hedychium gardnerianum \(kahili ginger\) \(cabidigitallibrary.org\)](https://cabidigitallibrary.org)
- Romão, J. (2022). *Contributo para a conservação e restauro ambiental da Área Protegida da Matela (ilha Terceira, Açores): caracterização da flora exótica e invasora* [Relatório de Estágio, Universidade de Coimbra]. Escola Superior Agrária de Coimbra – Instituto Politécnico de Coimbra.
- Santos, F. D., Valente, M. A., Miranda, P. M. A., Aguiar, A., Azevedo, E. B., Tomé, A. R., & Coelho, F. (2004). Climate change scenarios in the Azores and Madeira Islands. *World Resource Review*, 16(4), 473-491.
- Santos, J. P. M. J., & Pinho, J. L. (2005). Estudo das correntes oceânicas na região envolvente da Ilha Terceira no Arquipélago dos Açores. Universidade do Minho. *Departamento de Engenharia Civil (DEC)*, 23: 31 – 41. Estudo das correntes oceânicas na região envolvente da Ilha Terceira no Arquipélago dos Açores
- Sarkar, S. (2002). Defining “biodiversity”; assessing biodiversity. *The Monist*, 85(1), 131-155. <https://doi.org/10.5840/monist20028515>
- Schäefer, H. (2021). *Flora of the Azores – A Field Guide* (3rd ed.). Margraf Publishers GmbH.
- Silva, C. S. R. (2010). *Análise da evolução da ocupação e uso do solo no concelho de Angra do Heroísmo – influência nos movimentos de terreno e vertente*. [Master's thesis, Universidade Técnica de Lisboa]. Reportório da Universidade de Lisboa. <http://hdl.handle.net/10400.5/3112>
- Silva, L., Land, E., O., & Rodriguez J., L. (Eds.). (2008). *Flora e Fauna Terrestre Invasora na Macaronésia. TOP 100 nos Açores, Madeira e Canárias*. Arena, Ponta Delgada.
- Silva, L. B., Lourenço, P., Teixeira, A., Azevedo, E. B., Alves, M., Elias, R. B., & Silva, L. (2018). Biomass valorization in the management of woody plant invaders: The case of *Pittosporum*

undulatum in the Azores. *Biomass and Bioenergy*, 109, 155-165.
<https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2017.12.025>

Silva, A. C. D. C., Prata, A. P. D. N., Souto, L. S., & Mello, A. A. D. (2013). Aspectos de ecologia de paisagem e ameaças à biodiversidade em uma unidade de conservação na Caatinga, em Sergipe. *Revista Árvore*, 37, 479-490. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622013000300011>

Silva, L., Moura, M., Schaefer, H., Rumsey, F. & Dias, E. F. (2010). Lista das Plantas Vasculares (Tracheobionta). In P. A. Borges, A. Costa, R. Cunha, R. Gabriel, V. Gonçalves, A. F. Martins, I. Melo, M. Parente, P. Raposeiro, P. Rodrigues, R. S. Santos, L. Silva, P. Vieira & V. Vieira (Eds.), *A list of the terrestrial and marine biota from the Azores* (pp. 117-146). Príncipe, Cascais.

Silva, A. L., Nunes, A. J. N., Marques, M. L., Ribeiro, A. Í., & Longo, R. M. (2021). Assessing the fragility of forest remnants by using landscape metrics. Comparison between river basins in Brazil and Portugal. *Environmental Monitoring and Assessment*, 193(4), 172. <https://doi.org/10.1007/s10661-021-08953-y>

Simberloff, D., Martin, J. L., Genovesi, P., Maris, V., Wardle, D. A., Aronson, J., Courchamp, F., Galil, B., García-Berthou, E., Pascal, M., Pyšek, P., Sousa, R., Tabacchi, E. & Vilà, M. (2013). Impacts of biological invasions: what's what and the way forward. *Trends in ecology & evolution*, 28(1), 58-66. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2012.07.013>

Steinbauer, M. J., Field, R., Grytnes, J. A., Trigas, P., Ah-Peng, C., Attorre, F., Birks, J. B., Borges, P. A. V., Cardoso, P., Chou, C., Sanctis, M., Sequeira, M. M., Duarte, M. C., Elias, R. B., Fernández-Palacios, J. M., Gabriel, R., Gereau, R. E., Gillespie, R. G., Greimler, J., ... Beierkuhnlein, C. (2016). Topography-driven isolation, speciation and a global increase of endemism with elevation. *Global Ecology and Biogeography*, 25(9), 1097-1107. <https://doi.org/10.1111/geb.12469>

Tallis, H., & Kareiva, P. (2005). Ecosystem services. *Current biology*, 15(18), R746-R748.

Triantis, K. A., Borges, P. A., Ladle, R. J., Hortal, J., Cardoso, P., Gaspar, C., Dinis, F., Mendonça, E., Silveira, L. M. A., Gabriel, R., Melo, C., Santos, A. M. C., Amorim, I. R., Ribeiro, S. P., Serrano,

- A. R. M., Quartau, J. A., & Whittaker, R. J. (2010). Extinction debt on oceanic islands. *Ecography*, 33(2), 285-294. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2010.06203.x>
- Vergílio, M. H., Fonseca, C., Calado, H., Borges, P. A., Elias, R. B., Gabriel, R., Martins, A., Azevedo, E. B. & Cardoso, P. (2017). Avaliar a eficiência das áreas protegidas para representar a biodiversidade: o caso de estudo de uma pequena ilha. *Açoriano Oriental*, 26-27. <http://hdl.handle.net/10400.3/5573>
- Vermeij, G. J., & Grosberg, R. K. (2018). Rarity and persistence. *Ecology Letters*, 21(1), 3-8. <https://doi.org/10.1111/ele.12872>
- Vitousek, P., Loope, L. L., & Adersen, H. (Eds.). (2013). *Islands: biological diversity and ecosystem function* (Vol. 115). Springer Science & Business Media.
- Watson, J. E., Dudley, N., Segan, D. B., & Hockings, M. (2014). The performance and potential of protected areas. *Nature*, 515(7525), 67-73. <https://doi.org/10.1038/nature13947>
- Williamson, M. (1996). *Biological invasions*. Springer Science & Business Media.
- Wilson, E. O. (1988). *Biodiversity*. The National Academies.
- Wilson, E. O. (2016). *Half-earth: our planet's fight for life*. WW Norton & Company.
- White, P. S. (1998). Biodiversity and the exotic species threat. In K. O. Britton (Eds.), *Exotic pests of eastern forests conference proceedings* [Exotic Pests of Eastern Forests] (pp. 1-7). Conference Center. Nashville, TN.
- White, H. J., McKeon, C. M., Pakeman, R. J., & Buckley, Y. M. (2023). The contribution of geographically common and rare species to the spatial distribution of biodiversity. *Global Ecology and Biogeography*, 32(10), 1730-1747. <https://doi.org/10.1111/geb.13734>
- Whittaker, R. H. (1972). Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21(2-3), 213-251. <https://doi.org/10.2307/1218190>
- Ziller, S. R. (2001). Plantas exóticas invasoras: a ameaça da contaminação biológica. *Ciência hoje*,

30, 77-79.

Zukal, J. (2020). Handbook of the Mammals of the World. *Journal of Vertebrate Biology*, 69(4), E2003-1. <https://doi.org/10.25225/jvb.E2003>

APÊNDICES

Apêndice 1 – Listagem das espécies indígenas de plantas vasculares observadas/identificadas na Matela, na ilha Terceira (arquipélago dos Açores) em 2022 por M.A.S, incluindo o seu estatuto de colonização (col.) (END = endêmico; NAT = nativo)

Col.	Espécies Observadas
END	<i>Asplenium azoricum</i> (Milde) Lovis, Rasbach & Reichst.
NAT	<i>Asplenium scolopendrium</i> L.
NAT	<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull
NAT	<i>Clinopodium menthifolium</i> subsp. <i>ascendens</i> (Jord.) Govaerts
NAT	<i>Culcita macrocarpa</i> C. Presl
NAT	<i>Cyperus longus</i> L.
NAT	<i>Dryopteris aemula</i> (Aiton) Kuntze
NAT	<i>Dryopteris affinis</i> (Lowe) Fraser-Jenkins
END	<i>Dryopteris azorica</i> (Christ) Alston
END	<i>Dryopteris crispifolia</i> Rasbach, Reichst. & Vida
END	<i>Erica azorica</i> Hochst. ex Seub.
NAT	<i>Fragaria vesca</i> L.
END	<i>Frangula azorica</i> Grubov
END	<i>Hedera azorica</i> Carrière
END	<i>Holcus rigidus</i> Hochst. ex Seub.
NAT	<i>Hymenophyllum tunbrigense</i> (L.) Sm.
NAT	<i>Hypericum undulatum</i> Schousb. Ex Willd.
END	<i>Ilex azorica</i> Gand.
NAT	<i>Juncus effusus</i> L.
END	<i>Juniperus brevifolia</i> (Hochst. ex Seub.) Antoine
END	<i>Laurus azorica</i> (Seub.) Franco
END	<i>Lysimachia azorica</i> Hornem. ex Hook.
NAT	<i>Mentha pulegium</i> L.
NAT	<i>Morella faya</i> (Aiton) Wilbur
END	<i>Myrsine retusa</i> Aiton
END	<i>Picconia azorica</i> (Tutin) Knobl.
END	<i>Polypodium macaronesicum</i> subsp. <i>azoricum</i> (Vasc.) Rumsey, Carine & Robba
NAT	<i>Potentilla anglica</i> Laichard.
NAT	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn
NAT	<i>Pteris incompleta</i> Cav.
END	<i>Rubia agostinhoi</i> Dansereau & P.Silva
NAT	<i>Selaginella kraussiana</i> (Kunze) A. Braun
NAT	<i>Struthiopteris spicant</i> (L.) Weis
NAT	<i>Umbilicus rupestris</i> (Salisb.) Dandy
END	<i>Vaccinium cylindraceum</i> Sm.
NAT	<i>Vandenboschia speciosa</i> (Willd.) G.Kunkel

Apêndice 2 – Listagem das espécies exóticas de plantas vasculares observadas/identificadas na Matela, na ilha Terceira (arquipélago dos Açores) em 2022 por M.A.S, incluindo o seu estatuto de colonização (col.) (INT = introduzido; INV =invasora)

Col.	Espécies Observadas
INV	<i>Acacia melanoxylon</i> R.Br.
INV	<i>Ageratina adenophora</i> (Spreng.) R.M.King & H.Rob.
INT	<i>Agrimonia eupatoria</i> L.
INV	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.
INT	<i>Arisarum vulgare</i> O.Targ.Tozz.
INT	<i>Cryptomeria japonica</i> D.Don
INT	<i>Cymbalaria muralis</i> G.Gaertn., B.Mey. & Scherb.
INT	<i>Delairea odorata</i> Lem.
INV	<i>Digitalis purpurea</i> L.
INT	<i>Doodia caudata</i> (Cav.) R.Br.
INT	<i>Erigeron canadensis</i> L.
INV	<i>Erigeron karvinskianus</i> DC.
INT	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.
INT	<i>Fuchsia boliviana</i> Carrière
INT	<i>Halleria lucida</i> L.
INV	<i>Hedychium gardnerianum</i> Sheppard ex Ker Gawl.
INV	<i>Holcus lanatus</i> L.
INV	<i>Lantana camara</i> L.
INT	<i>Lonicera japonica</i> Thunb.
INT	<i>Lotus pedunculatus</i> Cav.
INT	<i>Lysimachia arvensis</i> (L.) U.Manns & Anderb. subsp. <i>arvensis</i>
INT	<i>Marrubium vulgare</i> L.
INV	<i>Mentha suaveolens</i> Ehrh.
INT	<i>Oenothera rosea</i> Aiton
INV	<i>Paspalum dilatatum</i> Poir.
INV	<i>Persicaria capitata</i> (Buch.-Ham. Ex D.Don)
INV	<i>Phytolacca americana</i> L.
INV	<i>Pittosporum undulatum</i> Vent.
INT	<i>Plantago lanceolata</i> L.
INT	<i>Potentilla indica</i> (Andrews) T.Wolf
INT	<i>Prunella vulgaris</i> L.
INT	<i>Psidium cattleianum</i> Sabine
INT	<i>Quercus robur</i> L.
INT	<i>Roldana petasitis</i> (Sims) H.Rob. & Brettell
INV	<i>Rubus ulmifolius</i> Schott
INT	<i>Ruscus aculeatus</i> L.
INV	<i>Setaria helvola</i> Roem. & Schult.
INT	<i>Smilax aspera</i> L.
INV	<i>Solanum mauritianum</i> Scop.
INV	<i>Sphaeropteris cooperi</i> (F. Muell.) R.M.Tryon
INT	<i>Sporobolus africanus</i> (Poir.) Robyns & Tournay
INT	<i>Trifolium repens</i> L.
INT	<i>Ulex europaeus</i> L. subsp. <i>europaeus</i>
INT	<i>Verbena officinalis</i> L.
INT	<i>Veronica persica</i> Poir.
INT	<i>Vinca difformis</i> Pourr.
INV	<i>Zantedeschia aethiopica</i> (L.) Spreng.

Apêndice 3 – Listagem das referências bibliográficas que referiram a Matela, incluindo artigos científicos, livros, capítulos de livros, trabalhos académicos e teses de mestrado e doutoramento, entre 1994 e 2022

Referência Bibliográficas	Ano de Publicação
Aparício, B. M. A. (2016). <i>Climate Change implications on landscape functional connectivity: a case study with insects in Terceira Island, Azores</i> [Master's thesis, Universidade de Lisboa]. Repositório da Universidade de Lisboa.	2016
Aptroot, A., & Rodrigues, A. F. (2005). Additions to the Azorean lichen Flora. Arquipélago. <i>Life and Marine Sciences</i> 22A, 71-75.	2005
Aranda, S. C., Hespanhol, H., Homem, N., Borges, P. A., Lobo, J. M., & Gabriel, R. (2015). The iterative process of plant species inventorying for obtaining reliable biodiversity patterns. <i>Botanical Journal of the Linnean Society</i> , 177(4), 491-503.	2015
Bates, J. W., & Gabriel, R. (1997). <i>Sphagnum cuspidatum</i> and <i>S. imbricatum</i> ssp. affine new to Macaronesia, and other new island records for Terceira, Azores. <i>Journal of Bryology</i> , 19(3), 645-648.	1997
Borges, P. A., Aguiar, C., Amaral, J., Amorim, I. R., André, G., Arraiol, A., Baz, A., Dinis, F., Enghoff, H., Gaspar, C., Ilharcoo, F., Mahnert, V., Melo, C., Perreira, F., Quartau, J., A., Ribeiro, S., P., Ribes, J., Serrano, A., R., M., Sousa, A., B., Strassen, R., Z., Vieira, L., Vieira, V., Vitorino, A., & Wunderlich, J. (2005). Ranking protected areas in the Azores using standardised sampling of soil epigeal arthropods. <i>Biodiversity & Conservation</i> , 14(9), 2029-2060.	2005
Borges, P. A., Gaspar, C., Santos, A., Ribeiro, S. P., Cardoso, P., Triantis, K. A., & Amorim, I. R. (2011). Patterns of colonization and species distribution for Azorean arthropods: evolution, diversity, rarity and extinction. <i>Açoreana: Revista de Estudos Açoreanos</i> , 7, 93-123.	2011
Borges, P. A., Hortal, J., Gabriel, R., & Homem, N. (2009). Would species richness estimators change the observed species area relationship?. <i>Acta oecologica</i> , 35(1), 149-156.	2009
Borges, P. A., Lobo, J. M., de Azevedo, E. B., Gaspar, C. S., Melo, C., & Nunes, L. V. (2006). Invasibility and species richness of island endemic arthropods: a general model of endemic vs. exotic species. <i>Journal of Biogeography</i> , 33(1), 169-187.	2006
Caniaux, G. (2013). Les ignimbrites des Açores. <i>Açoreana</i> , 10(4), 619-644.	2013
Cardoso, P., Borges, P. A., & Gaspar, C. (2006). Biotic integrity of the arthropod communities in the natural forests of Azores. <i>Biodiversity and Conservation</i> , 16(10), 2883-2901.	2006
Clerc, P. (2006). Synopsis of <i>Usnea</i> (lichenized Ascomycetes) from the Azores with additional information on the species in Macaronesia. <i>The Lichenologist</i> , 38(3), 191-212.	2006
CMAH. (2007). <i>Restauo ecológico da Área Protegida da Matela</i> . Câmara Municipal de Angra do Heroísmo. Angra do Heroísmo.	2007
CMAH. (2015). <i>Carta educativa de Angra do Heroísmo</i> . Câmara Municipal de Angra do Heroísmo. Angra do Heroísmo.	2015
Coelho, R. M. L. (2015). <i>Plano de gestão e conservação de Azorina vidalii (Wats.) Feer.</i> [Master's thesis, Universidade dos Açores]. Repositório da Universidade dos Açores.	2015
Corvelo, R. A. F. (2010). <i>Estatuto de conservação das plantas vasculares endémicas dos Açores segundo os critérios da IUCN: implicações ao nível do ordenamento do território e do planeamento ambiental</i> [Master's thesis, Universidade dos Açores]. Repositório da Universidade dos Açores.	2010

Referência Bibliográficas	Ano de Publicação
Couto, A. B. (2010). <i>Padrões de distribuição dos briófitos dos Açores em diferentes escalas: Contributo para a conservação de espécies ameaçadas</i> [Master's thesis, Universidade dos Açores]. Repositório da Universidade dos Açores.	2010
Dias, E. (1996). <i>Vegetação natural dos Açores: ecologia e sintaxonomia das florestas naturais</i> [Doctoral dissertation, Universidade dos Açores]. Repositório da Universidade dos Açores.	1996
Elias, R. B., & Dias, E. (2014). The recognition of infraspecific taxa in <i>Juniperus brevifolia</i> (Cupressaceae). <i>Phytotaxa</i> , 188(5), 241-250.	2014
Gabriel, R. 1994b. <i>Briófitos da Ilha Terceira (Açores). Ecologia, distribuição e vulnerabilidade de espécies seleccionadas</i> . APCC. Departamento de Ciências Agrárias. Universidade dos Açores. Angra do Heroísmo.	1994
Gabriel, R., & Bates, J. W. (2005). Bryophyte community composition and habitat specificity in the natural forests of Terceira, Azores. <i>Plant ecology</i> , 177(1), 125-144.	2005
Gertisser, R., Self, S., Gaspar, J. L., Kelley, S. P., Pimentel, A., Eikenberg, J., Barry, T. L., Pacheco, J. M. & Vespa, M. (2010). Ignimbrite stratigraphy and chronology on Terceira Island, Azores. The Geological Society of America, <i>Special Paper</i> , 464, 133-154.	2010
Gomes, Ana Isabel Mendes Morais (2013). <i>História eruptiva do sistema vulcânico fissural dos picos e avaliação da susceptibilidade a escoadas lávicas (ilha de S. Miguel - Açores)</i> [Doctoral dissertation, Universidade dos Açores]. Repositório da Universidade dos	2013
Goulart, H. F. S. (2015). <i>Plantas vasculares invasoras no Parque Natural da Ilha Terceira: caracterização e monitorização do controlo de <i>Pittosporum undulatum</i></i> . [Master's thesis, Universidade dos Açores]. Repositório da Universidade dos Açores.	2015
Gregório, R. D. (2006). <i>Terra e fortuna nos primórdios da Ilha Terceira (1450-1550)</i> [Doctoral dissertation, Universidade dos Açores]. Repositório da Universidade dos Açores.	2006
Hortal, J., Borges, P. A., & Gaspar, C. (2006). Evaluating the performance of species richness estimators: sensitivity to sample grain size. <i>Journal of animal ecology</i> , 75(1), 274-287.	2006
Jeffery, A. J., Gertisser, R., Self, S., Pimentel, A., O'Driscoll, B., & Pacheco, J. M. (2017). Petrogenesis of the peralkaline ignimbrites of Terceira, Azores. <i>Journal of Petrology</i> , 58(12), 2365-2402.	2017
Lamelas López, L. (2016). <i>Cambios antrópicos y variación espacio-temporal en comunidades de macroinvertebrados acuáticos de lagunas oceánicas: el caso del Archipiélago de las Azores</i> [Master's thesis, Universidade dos Açores]. Repositório da Universidade dos Açores.	2016
Leal, A. C. A. (2011). <i>Paul da pedra do Cabo da Praia: contributo das percepções ambientais para a sua preservação</i> [Master's thesis, Universidade dos Açores]. Repositório da Universidade dos Açores.	2011
Lourenço, S. I. S. S. (2018). <i>Cartografia e Avaliação do Potencial de Serviços de Ecossistema para o Apoio à Decisão em Gestão Territorial em Ilhas Oceânicas – o caso de estudo da Polinização por Insectos na Ilha Terceira Açores, Portugal</i> . [Master's thesis, Universidade de Lisboa]. Repositório da Universidade de Lisboa.	2018
Machado, A. (2009). El género <i>Drouetius</i> Méquignon, 1942 stat. prom., de las islas Azores (Coleoptera, Curculionidae, Entiminae). <i>Graellsia</i> , 65(1), 19-46.	2009

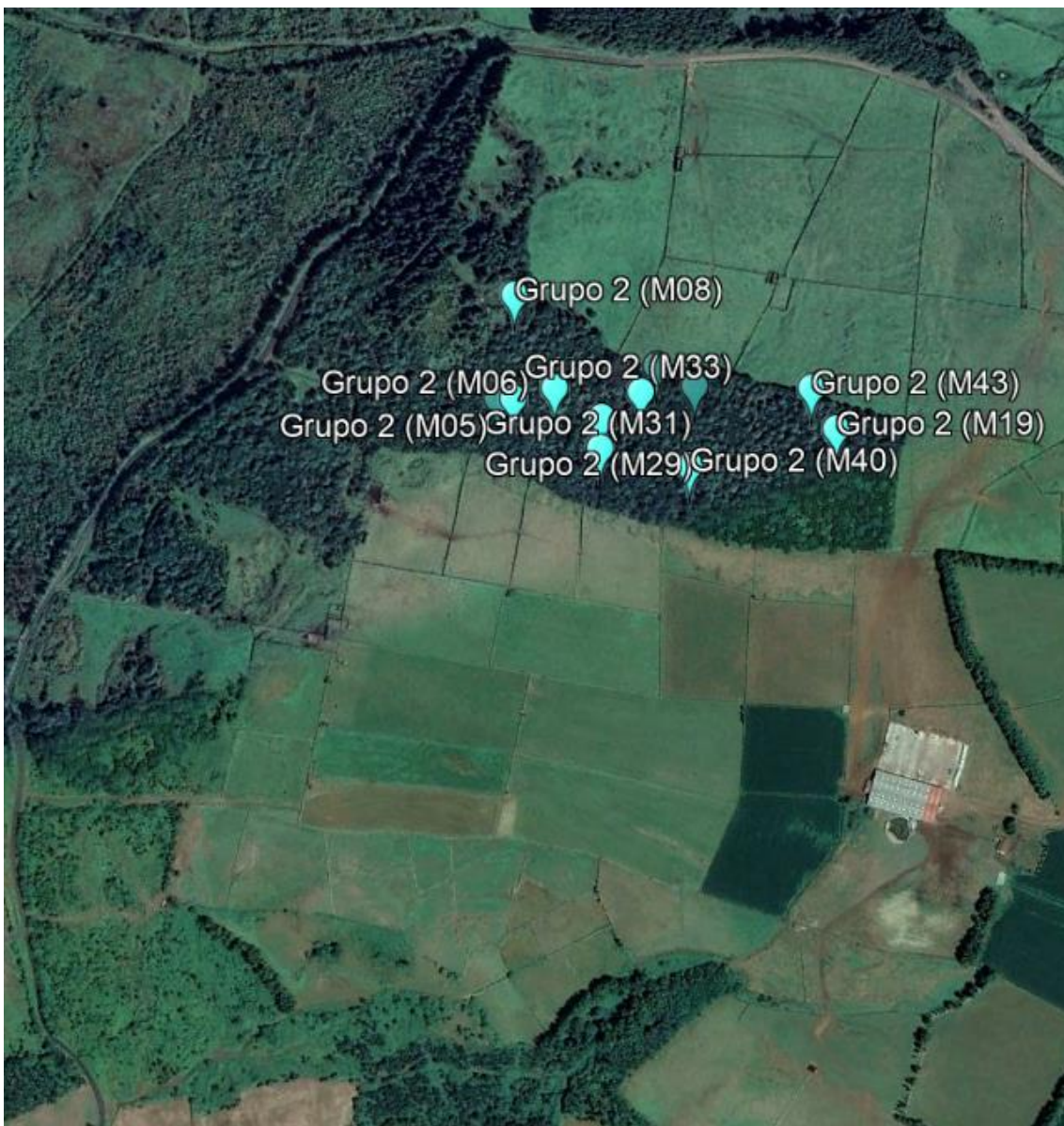
Referência Bibliográficas	Ano de Publicação
Machado, P. L. A. S. (2019). <i>Estudo paleoclimático e paleobotânico de Angra do Heroísmo a partir dos fósseis incorporados nas cinzas vulcânicas do Monte Brasil</i> [Master's thesis, Universidade dos Açores]. Relatório da Universidade dos Açores.	2019
Pimentel, A. H. G. (2016). <i>Pyroclastic density current-forming eruptions on Faial and Terceira Islands, Azores</i> [Doctoral dissertation, Universidade dos Açores]. Repositório da Universidade dos Açores.	2016
Pimentel, A., Self, S., Pacheco, J. M., Jeffery, A. J., & Gertisser, R. (2021). Eruption style, emplacement dynamics and geometry of peralkaline ignimbrites: Insights from the Lajes-Angra ignimbrite formation, Terceira Island, Azores. <i>Frontiers in Earth Science</i> , 9, 503.	2021
Platia, G. & Borges, P.A.V. (2002). Description of a new species of <i>Athous</i> and record of the female of <i>A. azoricus</i> Platia & Gudenzi from the Azores (Coleoptera, Elateridae). <i>Elytron</i> , 16, 91-95.	2002
Purvis, O. W., James, P. W., Smith, C. W., & Dias, E. (1998). Studies in the lichens of the Azores. Part 5: a comparison between the lichen floras associated with <i>Juniperus brevifolia</i> in relict woodland in selected sites on Terceira and Flores. <i>Boletim do Museu Municipal do Funchal</i> , 5, 333-348.	1998
Purvis, O. W., Jørgensen, P. M., & James, P. W. (1995). The lichen genus <i>Thelotrema</i> Ach. <i>Bibliotheca Lichenologica</i> , 58, 335-360.	1995
Rego, C., Boieiro, M., Vieira, V., & Borges, P. A. (2015). The biodiversity of terrestrial arthropods in Azores. <i>Revista IDE@-SEA</i> , 5B, 1-24.	2015
Ribeiro, S. P., Borges, P. A., Gaspar, C., Melo, C., Serrano, A. R., Amaral, J., Aguiar, C., Anfré, G. & Quartau, J. A. (2005). Canopy insect herbivores in the Azorean Laurisilva forests: key host plant species in a highly generalist insect community. <i>Ecography</i> , 28(3), 315-330.	2005
Ribeiro, S.P. & Borges, P.A.V. (2010). Canopy habitat area effect on the arthropod species densities in the Azores: pondering the contribution of tourist species and other life histories. In A.R.M. Serrano, P.A.V. Borges, M. Boieiro & P. Oromí (Eds.), <i>Terrestrial arthropods of Macaronesia – Biodiversity, Ecology and Evolution</i> . Sociedade Portuguesa de Entomologia (pp. 89-114). Sociedade Portuguesa de Entomologia.	2010
Rodrigues, A. F., Aptroot, A., Freitas, M.C., Sousa, E., Rodrigues, C., Amaral, A. S., Vieira, B. & Soares, P. (2004). Additions to the lichen flora found on <i>Cryptomeria japonica</i> D. Don in the Azores. <i>Arquipélago - Life and Marine Sciences</i> , 21, 73-74.	2004
Schumaker, R. & Vána, J. 1999. Two new liverworts for Europe in Macaronesia: <i>Odontoschisma prostratum</i> (Sw.) Trevis. on the Azores and <i>Jungermannia callithrix</i> Lindenb. & Gottsche on the Azores and Madeira. <i>Tropical Bryology</i> , 17, 115-127.	1999
Schumm, F., & Aptroot, A. (2013). <i>Flechten Madeiras, der Kanaren und Azoren-Band 2 Ergänzungsband</i> . BoD–Books on Demand.	2013
Sérgio, C., Gabriel R. & Dias, E. 1995. Hepáticas novas para a flora da ilha Terceira (Açores). In: <i>Notulae Bryoflorae Macaronesicae III</i> . <i>Revista de Biologia</i> , 15: 186-187.	1995
Stüben, P. E., & Borges, P. A. (2019). <i>Die Curculionoidea</i> (Coleoptera) von den Inseln der Azoren. <i>SNUDEBILLER: Studies on taxonomy, biology and ecology of Curculionoidea</i> , 20 (279), 59.	2019
Szaszkiewicz, S., S. (2019). <i>Análisis de la gestión de los Espacios Naturales Protegidos en las Azores</i> . [Final Course Project, Universidade de Cádiz]. Repositório Institucional da Universidade de Cádiz.	2019

Referência Bibliográficas	Ano de Publicação
Teixeira, B. J. A. T. (2020). <i>Atlas dos recursos turísticos da Natureza - Cultura da ilha Terceira, Açores</i> [Final Course Project, Universidade dos Açores]. Repositório da Universidade dos Açores.	2020
Telleria, M. T., Melo, I., Dueñas, M., Larsson, K. H., & Paz Martín, M. P. (2013). Molecular analyses confirm <i>Brevicellicium</i> in Trechisporales. <i>International Mycological Association Fungus</i> , 4(1), 21-28.	2013
Telleria, M. T., Melo, I., Duenas, M., Rodriguez-Armas, J. L., Beltran-Tejera, E., Cardoso, J., & Salcedo, I. (2009). Diversity and richness of corticioid fungi (Basidiomycota) on Azores Islands: a preliminary survey. <i>Nova Hedwigia</i> , 88(3), 285.	2009

Apêndice 4 - Localização dos inventários das plantas vasculares que compõe o Grupo 1 na Análise de Clusters, dominado por *Laurus azorica*, *Hedychium gardnerianum* e *Pittosporum undulatum* (17 de 72 inventários) (dados obtidos em 2015 e 2022).



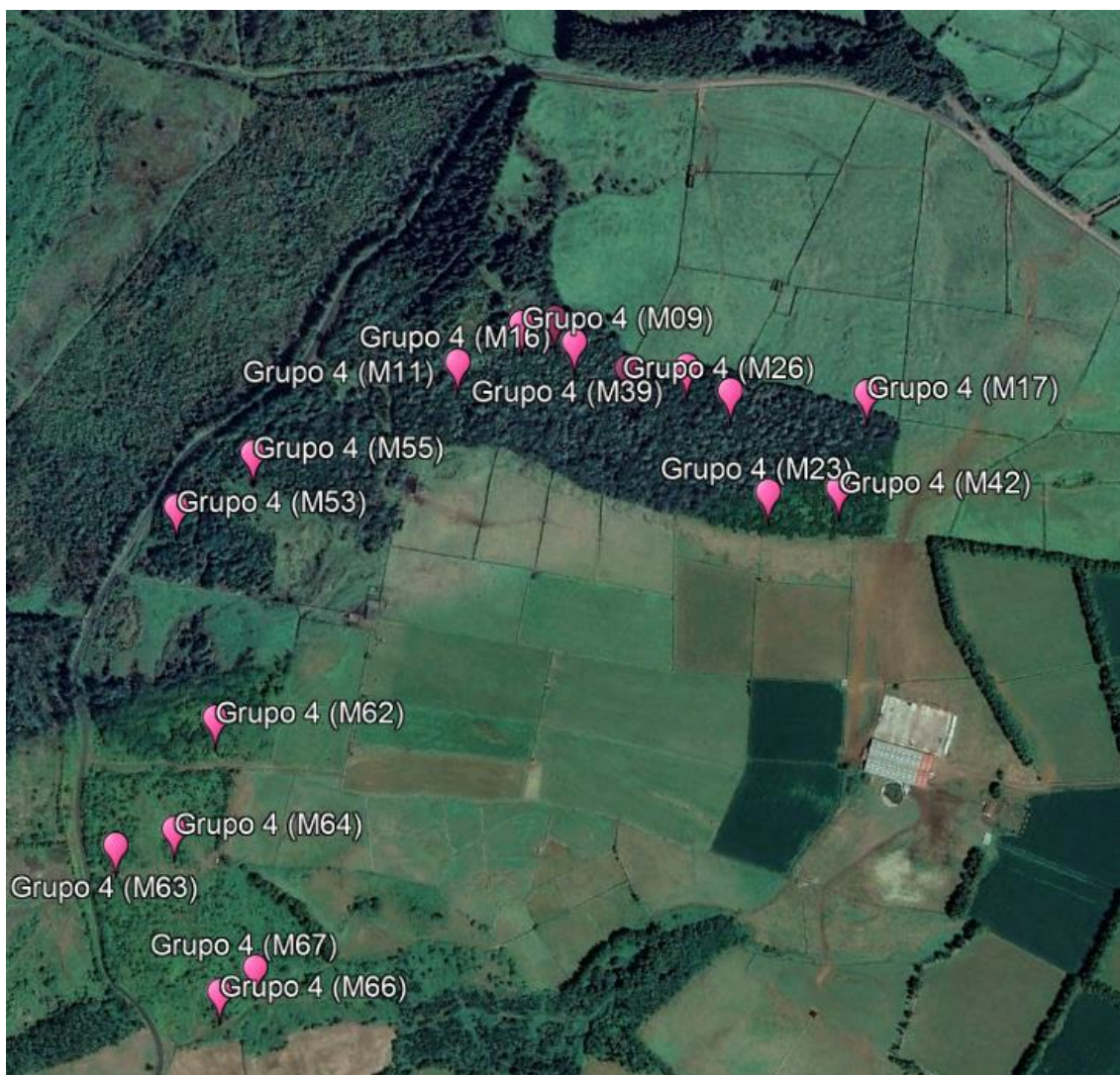
Apêndice 5 - Localização dos inventários das plantas vasculares que compõe o Grupo 2 na Análise de Clusters, dominado por *Laurus azorica* e *Dryopteris azorica* (22 de 72 inventários) (dados obtidos em 2015 e 2022).



Apêndice 6 - Localização dos inventários das plantas vasculares que compõe o Grupo 3 na Análise de Clusters, dominado por *Pittosporum undulatum*, *Dryopteris azorica* e *Laurus azorica* (21 de 72 inventários) (dados obtidos em 2015 e 2022).



Apêndice 7 - Localização dos inventários das plantas vasculares que compõe o Grupo 4 na Análise de Clusters, dominado por *Rubus ulmifolius*, *Erica azorica* e *Dryopteris azorica* (17 de 72 inventários) (dados obtidos em 2015 e 2022).



ANEXOS

Anexo 1 – Reservas/Monumentos Naturais, Áreas/Paisagens Protegidas do Parque Natural da Ilha Terceira, baseado nas informações do Decreto Legislativo Regional 11/2011/A, de 20 de abril.

Parque Natural da Ilha Terceira
Reservas Naturais
Reserva Natural da Serra de Santa Bárbara e dos Mistérios Negros
Reserva Natural do Biscoito da Ferraria e Pico Alto
Reserva Natural da Terra Brava e Criação das Lagoas
Monumentos Naturais
Monumento Natural do Algar do Carvão
Monumento Natural das Furnas do Enxofre
Áreas Protegidas para Gestão de Habitats ou Espécies
Área Protegida para Gestão de Habitats ou Espécies da Ponta das Contendas
Área Protegida para Gestão de Habitats ou Espécies dos Ilhéus das Cabras
Área Protegida para Gestão de Habitats ou Espécies da Matela
Área Protegida para Gestão de Habitats ou Espécies do Biscoito da Ferraria
Área Protegida para Gestão de Habitats ou Espécies da Costa das Quatro Ribeiras
Área Protegida para Gestão de Habitats ou Espécies do Planalto Central e Costa Noroeste
Área Protegida para Gestão de Habitats ou Espécies do Pico do Boi
Paisagens Protegidas
Área de Paisagem Protegida das Vinhas dos Biscoitos
Áreas Protegidas de Gestão de Recursos
Área Protegida de Gestão de Recursos das Quatro Ribeiras
Área Protegida de Gestão de Recursos da Caldeira de Guilherme Moniz
Área Protegida de Gestão de Recursos da Costa das Contendas
Área Protegida de Gestão de Recursos dos Ilhéus das Cabras
Área Protegida de Gestão de Recursos das Cinco Ribeiras
Área Protegida de Gestão de Recursos da Baixa da Vila Nova
Área Protegida de Gestão de Recursos do Monte Brasil

UNIVERSIDADE DOS AÇORES
Faculdade de Ciências Agrárias e do
Ambiente

Rua Capitão João d'Ávila
9700-042 Angra do Heroísmo
Açores, Portugal