

## CAPÍTULO 4 | CHAPTER 4

# OS LÍQUENES E FUNGOS LIQUENÍCOLAS (FUNGI) DOS ARQUIPÉLAGOS DA MADEIRA E DAS SELVAGENS

## THE LICHENS AND LICHENICOLOUS FUNGI (FUNGI) OF THE MADEIRA AND SELVAGENS ARCHIPELAGOS

Palmira Carvalho<sup>1</sup>, Rui Figueira<sup>2</sup> & Maurice P. Jones<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Jardim Botânico, Museu Nacional de História Natural, Universidade de Lisboa, Centro de Biologia Ambiental, R. da Escola Politécnica, 58, 1250-102 Lisboa, Portugal; e-mail: pgcarvalho@fc.ul.pt

<sup>2</sup> Instituto de Investigação Científica e Tropical, Jardim Botânico Tropical. Trav. Conde da Ribeira, 9 1300-142 Lisboa, Portugal; e-mail: rui.figueira@iict.pt

### Resumo

1. Os líquenes são organismos resultantes de uma associação simbiótica estável entre um fungo, o micobionte, e pelo menos um parceiro fotossintético, o fotobionte, que pode ser uma alga, uma cianobactéria ou ambos.
2. De acordo com a bibliografia consultada foram publicados, até ao momento, 758 *taxa* (líquenes e fungos liquenícolas) para os arquipélagos da Madeira e Selvagens, dos quais 12 *taxa* são considerados endémicos. Este valor provavelmente subestima a representatividade real destes organismos na região, pois o estado de conhecimento sobre a diversidade é ainda bastante incompleto.
3. A grande maioria das espécies é referida para a Ilha da Madeira, o que pode ser explicado pelas diferenças de dimensão em relação às restantes ilhas do arquipélago e à maior diversidade de habitats, para além da maior acessibilidade, relativamente às outras, concentrando assim a maior parte dos estudos sobre líquenes.
4. A flora líquénica dos arquipélagos da Madeira e Selvagens foi comparada com a de outros arquipélagos macaronésicos, com base no Índice de similitude de riqueza específica de Kroeber, revelando maiores semelhanças com o arquipélago das Canárias.

### 1. Introdução

Os líquenes são organismos resultantes de uma associação simbiótica estável entre um fungo, o micobionte, e pelo menos um parceiro fotossintético, o fotobionte, que pode ser uma alga, uma cianobactéria ou ambos. Desta associação resulta um talo líquénico com uma estrutura específica, que é diferente da forma que cada um dos parceiros assume quando se desenvolve isoladamente. Na maior parte

### Abstract

1. Lichens are organisms that result from a stable association between, at least, two component entities. Generally, the dominant organism is a fungus, often called the mycobiont and accompanied by a photosynthetic partner (photobiont), either a green alga or a cyanobacterium, or in some cases both.
2. According to the list of bibliographic references, there were 758 published Lichen *taxa* (lichens and lichenicolous Fungi) for the Madeira and Selvagens archipelagos, of which twelve are considered endemic. This value probably underestimates the true representativeness of these organisms, due the lack of knowledge on Lichen diversity in the region.
3. The vast majority of *taxa* are referred for Madeira Island, which could be a consequence of its larger surface area in comparison to the other islands in the archipelago, of the diversity of habitats and ease of access. Such favourable conditions resulted in a higher number of studies.
4. The Lichen flora of Madeira and Selvagens was compared to the other Macaronesian archipelagos by applying the Kroeber Similarity Index for species richness. Results revealed more similarities to the Canary Islands flora.

### 1. Introduction

Lichens are organisms that result from a stable association between, at least, two component entities. Generally, the dominant organism is a fungus, often called the mycobiont and accompanied by a photosynthetic partner (photobiont), either a green alga or a cyanobacterium, or in some cases both.

This association produces a lichen thallus, of a constant form, different from that of either of the component species

dos casos, o componente fúngico pertence ao grupo dos Ascomycota e, só em alguns casos, ao dos Basidiomycota ou ao dos Deuteromycota. Esta simbiose permite que o líquene sobreviva em habitats onde nenhum dos seus constituintes conseguiria sobreviver sozinho, sendo possível observar os líquenes em quase todos os ecossistemas terrestres, sobre uma elevada diversidade de substratos, como solo, rochas, árvores ou, inclusivamente, no dorso de insectos ou superfícies artificiais, como sinais de trânsito.

Nesta associação, o fotobionte tem como principal função realizar a fotossíntese, produzindo os hidratos de carbono necessários à manutenção da simbiose, enquanto o fungo (micobionte) fornece essencialmente o suporte e a protecção em condições de luz e temperatura demasiado intensas. Algumas espécies mostraram serem capazes de resistir às condições extremas do espaço, resistindo à exposição extraterrestre de radiação ultravioleta e cósmica (Sancho *et al.* 2007).

Os líquenes apresentam características morfológicas e ecológicas peculiares que lhes conferem uma importância crescente em programas de biomonitorização e conservação ambiental, nos quais são utilizados como indicadores ecológicos, de poluição atmosférica, de estabilidade de habitats naturais ou mesmo como indicadores paleológicos (Nimis *et al.* 2002).

Do ponto de vista ecológico, os líquenes desempenham um papel fundamental na colonização e estabilização dos solos, integrando as crostas biológicas do solo (Belnap *et al.* 2001), no controlo da erosão, na produção de biomassa e na reciclagem de nutrientes, para além de serem utilizados como habitat ou como principal fonte de alimento de diversos animais.

## 2. Metodologia

Este trabalho tem como objectivo produzir uma lista de referências dos líquenes e fungos liquenícolas dos arquipélagos da Madeira e das Selvagens, com base na literatura existente, actualizando e aumentando as publicações de Hafellner (1995, 2002, 2005).

A lista apresentada inclui apenas os *taxa* com categoria taxonómica igual ou superior à da subespécie. Os *taxa* abaixo do nível de subespécie não foram considerados, sendo porém referenciados no índice, juntamente com os sinónimos das espécies referidas.

Na lista florística apresenta-se a distribuição das espécies ou subespécies nas quatro áreas dos arquipélagos da Madeira e das Selvagens, utilizando a seguinte simbologia: M (Madeira), PS (Porto Santo), D (Desertas) e S (Selvagens). Para os *taxa* relativamente aos quais se desconhece a área em que foram observados, utilizou-se o símbolo MA. Na primeira coluna estão assinalados (como END) os endemismos, isto é, os *taxa* que até ao momento são apenas conhecidos nestes dois arquipélagos.

A nomenclatura utilizada foi baseada em Nimis (1993, 2005), Cabi Bioscience *et al.* (2005) e Llimona & Hladun (2001). O arranjo das classes, ordens e famílias foi baseado em Eriksson (2006).

when they develop in isolation from each other. In the majority of cases, the fungal component is an Ascomycota, although infrequently Basidiomycota or Deuteromycota can be involved.

This symbiotic association enables the lichens to survive in habitats where neither of the constituents could survive on their own and in most terrestrial ecosystems it is possible to find lichens growing on a high diversity of substrates; soil, rocks, trees and even the backs of insects or artificial surfaces such as traffic signs.

The main function of the photobiont is to carry out photosynthesis, producing the necessary carbohydrates for maintaining the fungus, while the micobiont is responsible for the structure of the thallus and its reproduction, besides protecting the photobiont from excessively high levels of light and heat. Some species have been shown to be able to survive the extreme conditions in space, resisting to extra-terrestrial UV and cosmic radiations (Sancho *et al.* 2007).

The lichens demonstrate morphological and ecological characteristics that make them of great importance to monitoring programmes and environmental conservation. In these, they are used as biological indicators of air pollution, ecosystem stability, and even as paleological indicators (Nimis *et al.* 2002).

From an ecological point of view, the lichens play a fundamental role in the colonisation and stability of soils: as a component of biological soil crusts (Belnap *et al.* 2001), in controlling erosion, in biomass production and mineral cycling, while they are also used as habitats and food sources for a large variety of animals.

## 2. Methodology

This work aims to produce a bibliographic checklist of lichens and lichenicolous Fungi of the Madeira and Selvagens archipelagos, based on existing references, updating and supplementing those published by Hafellner (1995, 2002, 2005).

The list shown includes only the *taxa* with ranks equal or higher than subspecies level. Other *taxa* with lower ranks were not included; however, they are referred to in the index together with synonyms of the cited species.

In the floristic list the species' distribution in the four areas of the archipelagos of Madeira and Selvagens is presented, using the following symbols: M (Madeira), PS (Porto Santo), D (Desertas) and S (Selvagens). For the *taxa* of which the distribution within the archipelagos of Madeira and Selvagens is unknown, the symbol MA is used. In the first column, the endemic species for the archipelagos of Madeira and Selvagens, at the level of current knowledge, are marked with END.

The *taxa* names were based on Nimis (1993, 2005), Cabi Bioscience *et al.* (2005) and Llimona & Hladun (2001). The taxonomic hierarchy of classes, orders and families follows Eriksson (2006).

The floristic list of lichenized Fungi was compared with that of the other Macaronesian archipelagos of Cape Verde (Sánchez-Pinto & Rodríguez 2005), the Canary Islan-

A lista de líquenes da Madeira e Selvagens foi comparada com listas de líquenes dos outros arquipélagos macaronésicos: Cabo Verde (Sánchez-Pinto & Rodríguez 2005), Canárias (Hernandés-Pradrón 2004) e Açores (Rodrigues & Aptroot 2005). Na análise da percentagem de similitude da riqueza específica entre os arquipélagos da Madeira /Selvagens e os restantes arquipélagos da Macaronésia utilizou-se o índice de Kroeber,  $KI = C(A+B)/2AB \times 100$ , em que A representa o número de *taxa* presente na primeira área sob comparação, B o número de *taxa* presente na segunda área sob comparação e C o número da *taxa* comuns nas áreas A e B. Este índice minimiza a influência causada pelo diferente tamanho das amostras em comparação (Tan 1984).

### 3. Padrões de riqueza

Ao longo do tempo, a elevada diversidade de habitats existentes na ilha da Madeira favoreceu o desenvolvimento de uma flora líquénica muito rica que, para além de *taxa* endémicos, integra espécies vicariantes ou existentes noutras áreas geograficamente afastadas, com grande interesse fitogeográfico. O conhecimento sobre a diversidade, distribuição e ecologia dos líquenes nesta região é ainda bastante incompleto e fragmentado, pela falta de estudos continuados sobre estes organismos.

Com base na bibliografia analisada foram referenciados, até ao momento, 758 *taxa* (líquenes e fungos líquenícolas) para os arquipélagos da Madeira e Selvagens, dos quais a maioria foi colhida na Ilha da Madeira (Quadro 1). Este facto explica-se, em parte, pelas diferenças de dimensão das ilhas, que é substancialmente maior na Ilha da Madeira, assim como a diversidade de habitats, para além da maior acessibilidade que esta ilha apresenta para os especialistas, relativamente às outras, onde se concentraram a maior parte dos estudos sobre líquenes.

#### Quadro 1. | Table 1.

**Diversidade dos grandes grupos taxonómicos de líquenes nos arquipélagos da Madeira e Selvagens (M – Madeira; PS – Porto Santo; D – Desertas; S – Selvagens; Global – número acumulado de *taxa* em todas as ilhas).**  
**Diversity of the major taxonomic groups of lichens in the archipelagos of Madeira and Selvagens (M – Madeira; PS – Porto Santo; D – Desertas; S – Selvagens; Global – total number of *taxa* in all the islands).**

Grandes grupos Taxonómicos Higher Taxonomic groups		N.º de <i>taxa</i> (espécies e subespécies) N.º of <i>taxa</i> (species and subspecies)				
		Global	M	PS	D	S
<b>Phylum</b>	<b>Ascomycota</b>	<b>755</b>	<b>377</b>	<b>16</b>	<b>7</b>	<b>25</b>
Classe	Arthoniomycetes	10	32	1	4	7
Ordem	Arthoniales	70	32	1	4	7
Classe	Dothideomycetes	11	3	0	0	0
Ordem	Patellariales	1	0	0	0	0
	Incertae sedis	10	3	0	0	0
Classe	Eurotiomycetes	33	16	0	0	0
Ordem	Chaetothyriales	2	2	0	0	0

ds (Hernandés-Pradrón 2004), and Azores (Rodrigues & Aptroot 2005). The similarity of the species richness between the Madeira and Selvagens archipelagos and the other archipelagos of the Macaronesia region was analysed using the Kroeber index,  $KI = C(A+B)/2AB \times 100$ , where A is the number of *taxa* present in the first area under comparison, B the number of *taxa* in the second area and C the number of common *taxa* to areas A and B. The Kroeber index minimises the influence of different sampling sizes (Tan 1984).

### 3. Patterns of richness

The high diversity of habitats in Madeira has promoted the development of a rich Lichen flora, including endemic *taxa* and vicarious species or species occurring in other areas that are geographically separated, of high phyto-geographic interest. The level of knowledge on diversity, distribution and ecology of lichens in this region is however very sparse and incomplete, because of the lack of comprehensive studies.

Based mainly on literature records, there are about 758 *taxa* (lichens and lichenicolous Fungi) recorded for the Madeira and Selvagens archipelagos, the majority collected on Madeira Island (Table 1). This fact may be partly explained by the differences in surface area of the islands, substantially higher for Madeira Island, and the consequent diversity of habitats. On the other hand, due to the easy access to the latter island the bulk of studies were performed there.

Quadro 1. | Table 1. (cont.)

Grandes grupos Taxonómicos Higher Taxonomic groups		N.º de taxa (espécies e subespécies) N.º of taxa (species and subspecies)				
		Global	M	PS	D	S
	Mycocaliciales	5	2	0	0	0
	Pyrenulales	8	3	0	0	0
	Verrucariales	12	7	0	0	0
	Incertae sedis	6	2	0	0	0
Classe	Lecanoromycetes	<u>610</u>	<u>316</u>	<u>15</u>	<u>3</u>	<u>18</u>
Ordem	Acarosporales	4	2	0	0	1
	Agyriales	8	3	0	0	0
	Gyalectales	7	2	0	0	0
	Lecanorales	420	203	12	1	13
	Ostropales	26	17	0	0	1
	Peltigerales	68	55	1	0	0
	Pertusariales	24	9	0	0	0
	Teloschistales	28	14	2	2	3
	Trichotheliales	10	9	0	0	0
	Incertae sedis	15	7	0	0	0
Classe	Leotiomycetes	<u>6</u>	<u>1</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>
Ordem	Helotiales	6	1	0	0	0
Classe	Lichinomycetes	<u>4</u>	<u>1</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>
Ordem	Lichinales	4	1	0	0	0
Classe	Sordariomycetes	<u>4</u>	<u>3</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>
Ordem	Hypocreales	2	0	0	0	0
	Sordariales	2	1	0	0	0
Classe	Incertae sedis	<u>17</u>	<u>5</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>
Ordem	Incertae sedis	17	5	0	0	0
<b>Phylum</b>	<b>Basidiomycota</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Classe	Basidiomycetes	<u>2</u>	<u>1</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>
Ordem	Tremellales	2	1	0	0	0
Classe	Urediniomycetes	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>
Ordem	Platyglloeales	1	1	0	0	0
<b>TOTAL</b>		<b>758</b>	<b>379</b>	<b>16</b>	<b>7</b>	<b>25</b>

Dos 12 *taxa* endêmicos indicados para a Madeira, um (*Anzia centrifuga*) está referenciado para Porto Santo e os restantes 11 estão referenciados para a Ilha da Madeira. Estes dados ressaltam, mais uma vez, a falta de estudos sobre a diversidade líquênica nesta área, sobretudo para as Desertas e Selvagens, que apresentam habitats peculiares e são as menos estudadas.

Relativamente à diversidade líquênica, observa-se que os Ascomycota (755 *taxa*) são os mais diversos relativamente aos Basidiomycota (3 *taxa*). Na primeira divisão, as ordens que apresentam mais espécies são, por ordem decrescente: Lecanorales (420), Arthoniales (70), Peltigerales (68), Teloschistales (28), Ostropales (26), Pertusariales (24) Verrucariales (12) e Trichotheliales (10). As restantes doze ordens apresentam menos de 10 espécies (Fig. 1).

Among the 12 endemic *taxa* reported for Madeira and Selvagens, one is cited for Porto Santo, and the remainders are for Madeira Island. This indicates the lack of studies in Desertas and Selvagens, which have unusual habitats but are still underexplored.

With regard to Lichen diversity, it is observed that the Ascomycota group (755 *taxa*) is largely dominant over the Basidiomycota group (3 *taxa*). For the former division, the most represented orders are, in decreasing order: Lecanorales (420), Arthoniales (70), Peltigerales (68), Teloschistales (28), Ostropales (26), Pertusariales (24) Verrucariales (12) and Trichotheliales (10). The remaining orders represent less than 10 species (Fig. 1).

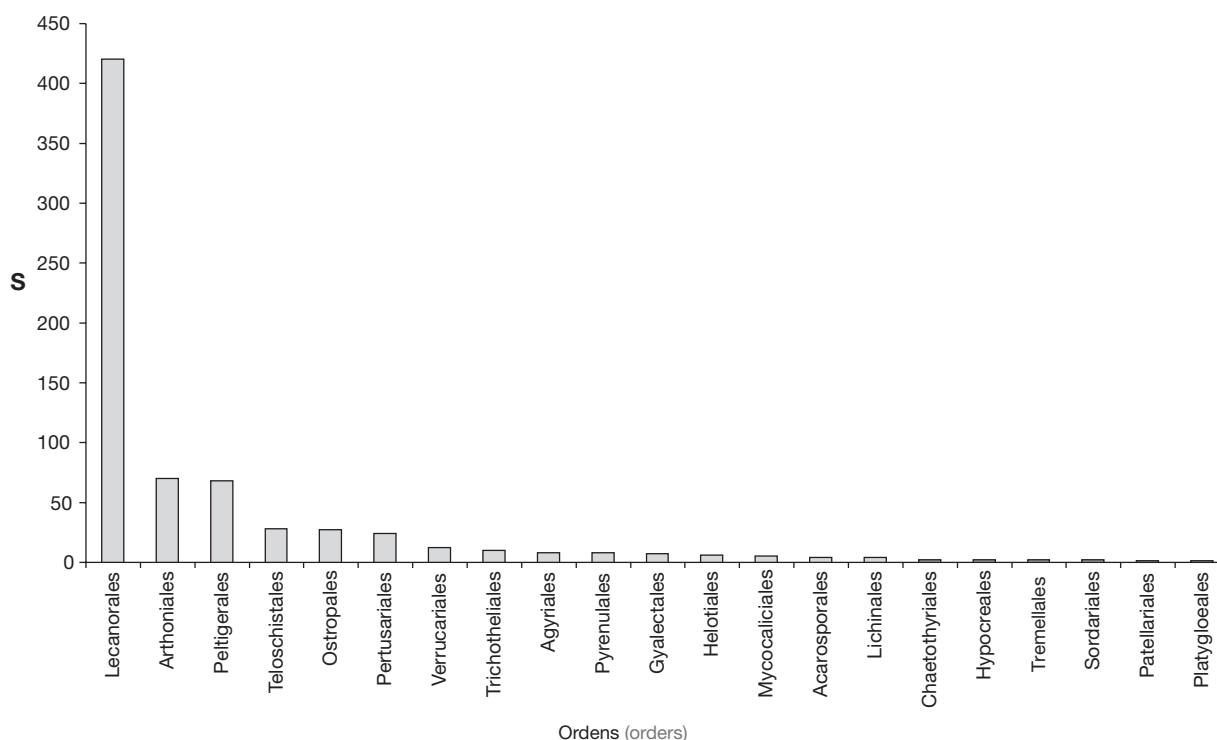


Figura 1. Gráfico da distribuição de frequências dos 758 *taxa* de líquenes e fungos líquenícolas dos arquipélagos da Madeira e Selvagens agrupados pelas respectivas ordens.

Figure 1. Frequency histogram of 758 *taxa*, grouped by orders, of lichens and lichenicolous Fungi of the Madeira and Selvagens archipelagos.

#### 4. Padrões biogeográficos

A análise do padrão de diversidade entre os diferentes arquipélagos da Macaronésia foi baseada na proporção das classes referenciadas na bibliografia e no Índice de Kroeber, apesar do nível de conhecimento sobre estes organismos ser muito diferente entre estas regiões.

Para o arquipélago das Canárias, a região mais bem estudada, estão referenciados 1320 *taxa* (Hernández-Padrón 2004), 758 para os arquipélagos da Madeira e Selvagens (neste trabalho), 632 para os Açores (Rodrigues & Aptroot 2005) e, finalmente, apenas 261 *taxa* líquênicos (Sánchez-Pinto & Rodríguez 2005) para o arquipélago de Cabo Verde.

#### 4. Biogeographical patterns

Despite the different level of knowledge on lichens between all Macaronesian archipelagos, the analysis of the biodiversity between them was based on the proportion of classes referenced on the bibliography and by applying the Kroeber Index.

The number of recorded *taxa* is highest for the Canary Islands, which is the most intensely studied region, with 1,320 *taxa* (Hernández-Padrón *et al.* 2004), followed by 758 for Madeira and Selvagens (this work), 632 for Azores (Rodrigues & Aptroot 2005) and 261 for Cape Verde (Sánchez-Pinto & Rodríguez 2005).

The comparative analysis of the proportion of classes occurring in each of the archipelagos shows a similar pat-

A análise comparativa da proporção das classes existentes em cada um dos arquipélagos mostra que o padrão entre eles é muito semelhante, existindo uma clara dominância dos *taxa* pertencentes à classe dos Lecanoromycetes, seguidos dos pertencentes aos Arthoniomycetes (Fig. 2). Esta semelhança deve-se ao facto de a primeira classe incluir a maioria das espécies fúngicas liquenizadas (mais de 13500 espécies) (Miadlikowska *et al.* 2006). Dentro desta classe, a comparação da proporção dos *taxa* nas diferentes ordens continua a mostrar um padrão semelhante entre os diferentes arquipélagos, com dominância clara dos *taxa* pertencentes à ordem das

tern among the regions, with a clear dominance of *taxa* belonging to Lecanoromycetes, followed by those belonging to Arthoniomycetes (Fig. 2). This similarity is due to the fact that the first class includes the vast majority of lichenized Fungi (more than 13,500 species) (Miadlikowska *et al.* 2006). With regard to this class, the comparison between orders also shows a similar pattern between archipelagos, with a clear dominance of the order Lecanorales, followed by the Arthoniales and Peltigerales. The large representativeness of the order Lecanorales is also due to the fact that it is the larger order in the lichenized Fungi, and that which

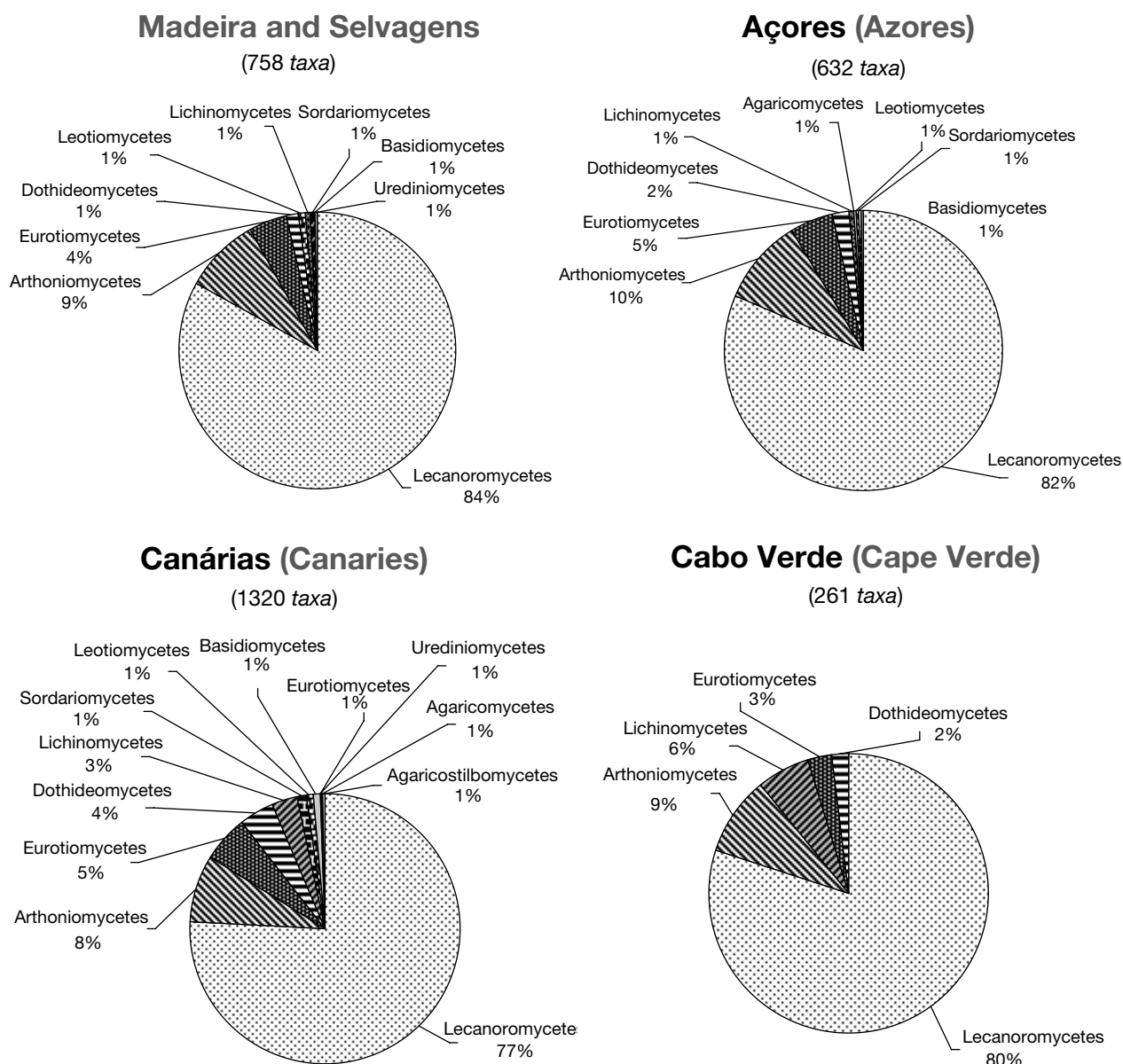


Figura 2. Proporção das classes de fungos liquenizados existentes nos quatro arquipélagos macaronésicos: Açores, Madeira e Selvagens, Canárias, Cabo Verde.

Figure 2. Proportion of the lichenicolous Fungi classes in the four Macaronesian archipelagos: Azores, Madeira and Selvagens, Canary Islands, and Cape Verde.



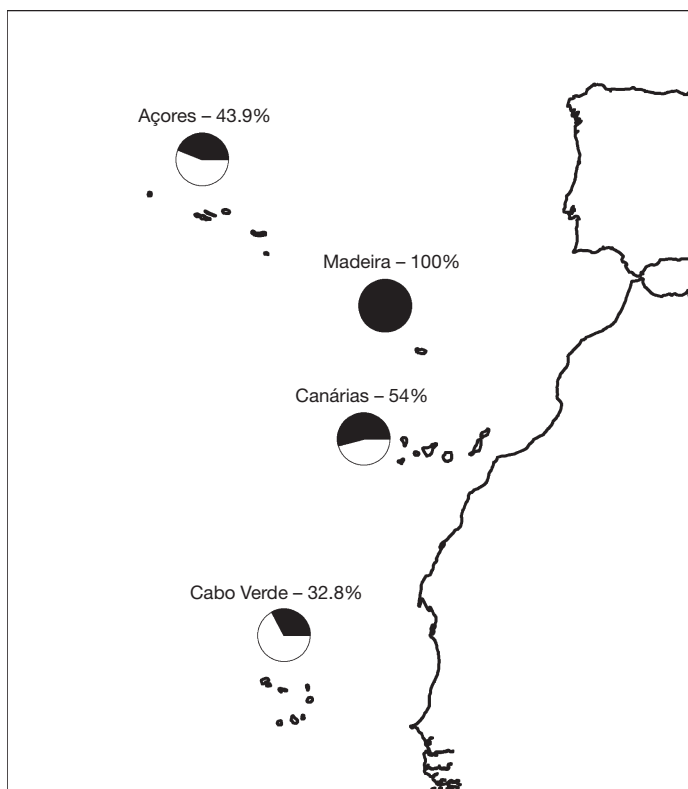


Figura 3. Similitude entre a flora líquénica da Madeira e Selvagens com outros arquipélagos da Macaronésia (percentagem de similaridade de Kroeber).

Figure 3. The affinities (Kroeber's percentage similarity) of the Lichen taxa of Madeira with those of the other Macaronesian archipelagos.

Lecanorales, seguidos dos das ordens das Arthoniales e das Peltigerales. A grande representatividade da ordem Lecanorales também se deve ao facto de esta ser a maior ordem dos fungos liquenizados e a que inclui os taxa mais frequentes.

A análise baseada no Índice de Similitude de Kroeber mostra, no entanto, que a flora líquénica da Madeira e Selvagens é mais semelhante à das Canárias do que às dos restantes arquipélagos, partilhando 54% dos taxa referenciados até ao momento (Fig. 3). Esta afinidade deve-se a factores relacionados com a colonização insular. Durante o Pleistocénico, a emersão de bancos de areia promoveu a passagem de animais e outros organismos entre a Ilha da Madeira e os continentes Africano e Europeu, e também entre esta e as Canárias (Whittaker & Fernández-Palacios 2007), o que não aconteceu com os restantes arquipélagos. Para além disso, a própria localização geográfica dos arquipélagos proporciona maiores semelhanças climáticas entre a Madeira e as Canárias, o que influencia o tipo de flora existente em cada um dos arquipélagos. Deste modo, enquanto a Madeira e as Canárias, que estão localizadas na zona central da região macaronésica, apresentam muitas afinidades com o clima mediterrânico (com características subtropicais), os Açores diferem dos restantes arquipélagos pelo carácter mais oceânico, devido à situação mais setentrional, com temperaturas amenas e maior pluviosidade (temperado marítimo). O arquipélago de Cabo Verde, localizado no limite sul da Macaronésia, é o mais diferenciado, com um clima tropical seco.

includes the most frequent taxa.

However, the analysis based on the Kroeber Similarity Index shows that the Lichen flora of Madeira is more closely related to the Canary Island flora than to that of the other archipelagos, sharing 54% of referenced taxa, according to present results (Fig. 3). This affinity is due to factors related with insular colonisation. The emersion of sand banks during the Pleistocene allowed for the passage of animals and other organisms between the Madeira islands and the African and European Continents, and also between the latter and the Canary Islands (Whittaker & Fernández-Palacios 2007), which did not happen in the case of Azores and Cape Verde. Furthermore, the geographic localization of the archipelagos afforded higher climatic similarities between Madeira and the Canary Islands, which determines the type of existing Flora in each of the regions. While Madeira and the Canary Islands are in the central area of the Macaronesian region, and show large affinities with the Mediterranean climate (with subtropical characteristics), Azores differs from the other archipelagos because of the predominance of oceanic features, due to its northern localization, characterised by milder temperature and higher precipitation (temperate maritime). The archipelago of Cape Verde, located at the Southeastern limit of the Macaronesian area, has the most differentiated climate conditions, of the dry tropical type.

---

## 5. Considerações acerca da conservação

A flora líquénica da Madeira é rica em diversidade e os líquenes desempenham um papel conspícuo nos vários tipos de vegetação insular e nas comunidades vegetais. Desde os cumes relativamente estéreis, até aos urzais de *Erica*, à Laurissilva e às áreas de cultivo, abaixo do nível das levadas, estes organismos estão bem representados, crescendo no solo, nas rochas, como epífitos, ou noutras superfícies não tóxicas ao seu desenvolvimento e que lhes ofereçam humidade e luz. Atendendo às condições ideais para o seu desenvolvimento nas ilhas e à diversidade dos seus requisitos específicos, é difícil apontar as condições ambientais que podem causar a devastação alargada dos líquenes.

A actividade humana pode causar, como é natural, problemas localizados. Estes podem resultar da destruição dos habitats, com o desaparecimento de forófitos adequados, devido à desflorestação depois de abate das matas originais. Outras alterações no uso do solo devido ao cultivo intenso de monoculturas, com o uso de fertilizantes ou pesticidas que são tóxicos para os líquenes. Estes factores podem afectar também os padrões de distribuição dos cursos de água e provocar alterações na distribuição da humidade. O estabelecimento de complexos turísticos, algumas vezes de dimensões consideráveis, com destruição da flora nativa e introdução de betão ou outros materiais cuja composição é muitas vezes tóxica e afecta os cursos de água.

Devido ao tamanho da ilha e densidade populacional relativamente baixa nas zonas rurais, pela maior parte da população estar concentrada em áreas urbanas, é difícil definir o estabelecimento de estratégias de conservação abrangentes. No entanto, o controlo e monitorização local de fontes de emissão pontual, tais como centrais termoelectricas ou outros complexos industriais de maior dimensão com efluentes tóxicos, devem ser considerados.

## 5. Conservation remarks

The Lichen flora of Madeira is highly diverse and the lichens play a conspicuous part in most vegetation types and plant communities of the island. From the relatively barren mountain tops, down through the *Erica* heath lands and the Laurissilva and finally all through the large areas of cultivation below the levels of 'levadas', lichens are well represented, growing on the soil, on the rocks and as epiphytes on any other surface that is not toxic to them, and offers humidity and light. Taking into account the ideal conditions for their growth on the islands, and the diversity of their individual needs, it is difficult to pinpoint environmental conditions that could cause widespread devastation to lichens.

Human activity can of course cause local problems. This can occur either in the form of habitat destruction, with the loss of suitable phorophytes due to deforestation following clearance of the original woodland, or other changes of land use due to intensive cultivation of monocultures, with the use of treatments that are toxic to lichens. This can also affect the distribution patterns of the watercourses and a modification of the spatial distribution of humidity. The establishment of tourist complexes, often of considerable size, may cause the destruction of the native Flora and the introduction of stone substitutes, whose composition is often toxic and affects watercourses.

Due to the size of Madeira Island and its relatively small population, concentrated in a few urban areas, it is difficult to imagine the necessity of the establishment of an overall conservation strategy, but local control and monitoring of point emission sites, such as power generating units or other large industrial complexes with toxic effluents, should be considered.



---

## 6. Referências bibliográficas | References

- Belnap, J., Büdel, B. & Lange, O.L. (2001) Biological Soil Crusts: Characteristics and Distribution. In *Biological Soil Crusts: Structure, Function, and Management, Ecological Studies* 150 (eds. J. Belnap, O.L. Lange), pp. 3-30. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- CABI BIOSCIENCE, CBS, LANDCARE RESEARCH (2005). *Index Fungorum*. (<http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp>) 2004-2005.
- Eriksson, O.E. (ed.) (2006) Outline of Ascomycota – 2006. – *Mycotax*, **12**, 1-82.
- Hafellner, J. (1995) A new checklist of lichens and lichenicolous fungi of insular Laurimacaronesia including a lichenological bibliography for the area. *Fritschiana*, **5**, 1-132.
- Hafellner, J. (2002a) Additions and Corrections to the Checklist and Bibliography of Lichens and Lichenicolous Fungi of Insular Laurimacaronesia. II. *Fritschiana*, **36**, 1-10.
- Hafellner, J. (2002b) Bemerkenswerte Funde von Flechten und lichenicolen Pilzen auf makaronesischen Inseln. VI. Über einige Neufunde. *Fritschiana*, **36**, 11-17.
- Hafellner, J. (2005) Additions and Corrections to the Checklist and Bibliography of Lichens and Lichenicolous Fungi of Insular Laurimacaronesia. III. *Fritschiana* **50**, 1-13.
- Hernandez-Padrón, C. (2004) Lichenes, Lichenicolous Fungi. In *Lista de especies silvestres de Canarias (hongos, plantas y animales terrestres)* (eds. I. Izquierdo, J.L. Martín-Esquivel, N. Zurita & M. Arechavaleta), pp. 58-84. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial, Gobierno de Canarias.
- Llimona, X. & Hladun, N.L. (2001) Checklist of the lichens and Lichenicolous fungi of the Iberian Peninsula and Balearic Islands. *Bocconea*, **14**, 1-581.
- Miadlikowska, J., Kauff, F., Hofstetter, V., Fraker, E., Grube, M., Hafellner, J., Reeb, V., Hodkinson, B.P., Kukwa, M., Lücking, R., Hestmark, G., Garcia Ojalora, M., Rauhut, A., Büdel, B., Scheidegger, C., Timdal, E., Stenroos, S., Brodo, I., Perlmutter, G., Ertz, D., Diederich, P., Lendemer, J.C., May, P., Schoch, C.L., Arnold, A.E., Gueidan, C., Tripp, E., Yahr, R., Robertson, C. & Lutzoni, F. (2006) New insights into classification and evolution of the Lecanoromycetes (Pezizomycotina, Ascomycota) from phylogenetic analyses of three ribosomal RNA- and two protein-coding genes. *Mycologia*, **98**, 1088-1103.
- Nimis, P.L. (1993) The Lichens of Italy. An annotated catalogue. *Museo Regionale di Scienze Naturali Torino. Monogr.*, **12**, 1-897.
- Nimis, P.L., Scheidegger, C. & Wolseley, P. (2002) *Monitoring with Lichens—Monitoring Lichens*. Kluwer. Dordrecht. 416 pp.
- Nimis, P.L. (2003) *Checklist of the Lichens of Italy 3.0.*, University of Trieste, Dept. of Biology, IN3.0/2 (<http://dbiodbs.univ.trieste.it/>), 2004-2005.
- Rodrigues, A.F.F. & Aptroot, A. (2005) Adições e correções à lista de espécies da flora liquenológica do arquipélago dos Açores. In *A list of the terrestrial fauna (Mollusca and Arthropoda) and flora (Bryophyta, Pteridophyta and Spermatophyta) from the Azores* (eds. P.A.V. Borges, R. Cunha, R. Gabriel, A.M.F. Martins, L. Silva, & V. Vieira), pp. 231-249. Direcção Regional do Ambiente and Universidade dos Açores, Horta, Angra do Heroísmo and Ponta Delgada.
- Sánchez-Pinto, L. & Rodríguez, S. (2005) Lichenes. In *Lista preliminar de especies silvestres de Cabo Verde (hongos, plantas y animales terrestres)* (eds. M. Arechavaleta, N. Zurita, M.C. Marreno & J.L. Martín-Esquivel), 27-33. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial, Gobierno de Canarias.
- Sancho, L.G., de la Torre, R., Horneck, G., Ascaso, C., de los Rios, A., Pintado, A., Wierzos, J. & Schuster, M. (2007) Lichens Survive in Space: Results from the 2005 LICHENS Experiment. *Astrobiology*, **7**, 443-454.
- Tan, B.C. (1984) A reconsideration of the affinity of Philippine moss flora. *Journal Hattori Botanical Laboratory*, **55**, 13-22.
- Whittaker, R.J. & Fernández-Palacios, J.M. (2007) *Island Biogeography—Ecology, Evolution and Conservation*. Oxford University Press, Oxford.

