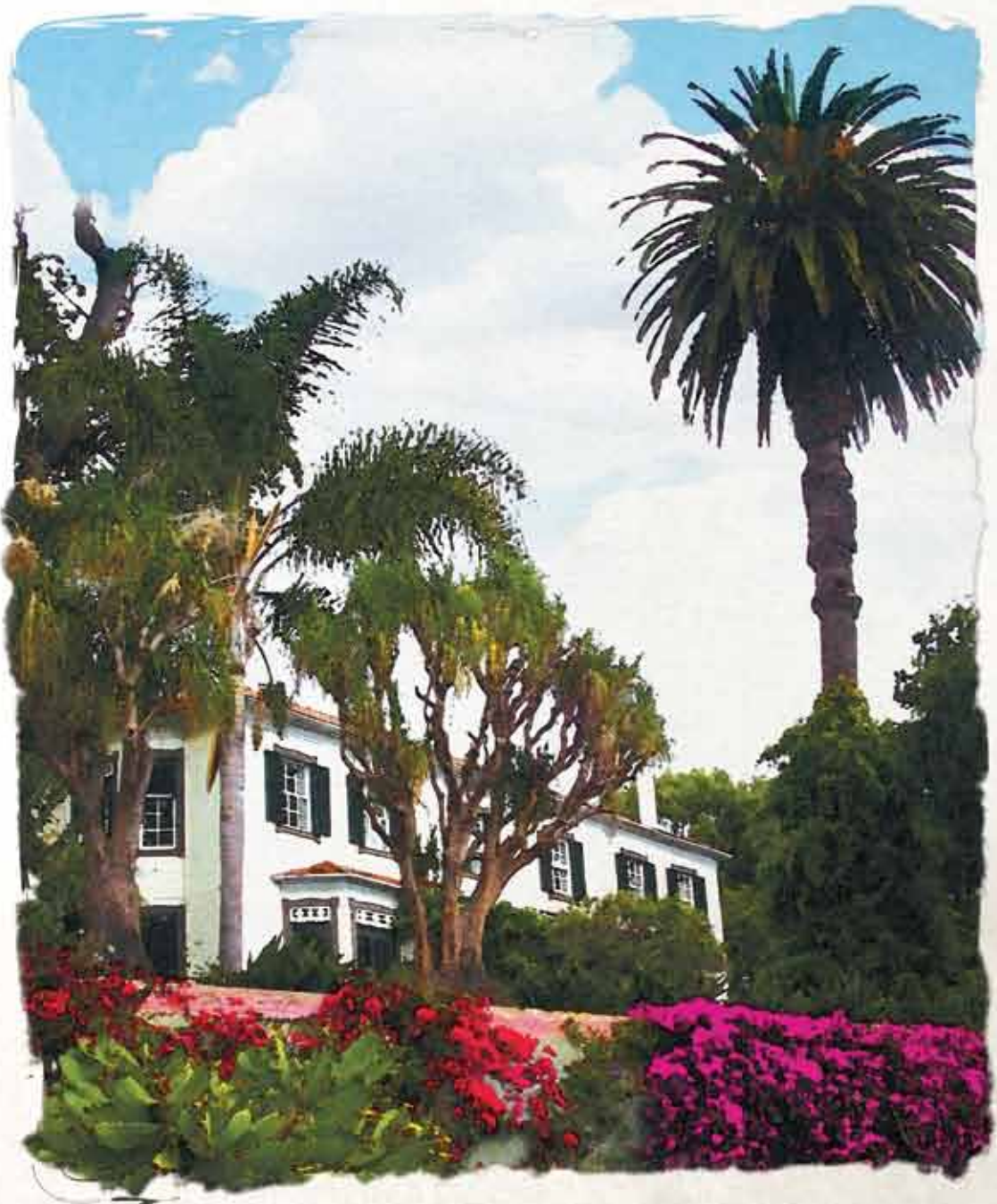


50 Anos

Jardim Botânico da Madeira
Eng.º Rui Vieira



50 Anos
Jardim Botânico da Madeira
Eng.º Rui Vieira

ÍNDICE

Capítulo 1 - Luisa Gouveia. JARDIM BOTÂNICO DA MADEIRA ENG.º RUI VIEIRA	00
1.1 Historial	00
1.2. Uma instituição ao serviço da conservação, da educação ambiental e do uso público.	00
Capítulo 2 - José Augusto Carvalho, Francisco Fernandes, Carlos Lobo. A INVESTIGAÇÃO E CONSERVAÇÃO DA DIVERSIDADE VEGETAL NO JARDIM BOTÂNICO DA MADEIRA ENG.º RUI VIEIRA	
1. Introdução.....	00
1.2. Banco de Sementes.....	00
1.3. Herbário	00
1.4. Bancos de ADN	00
1.5 Plantas vivas	00
2. Casos de estudo	00
2.1. Sistemática e taxonomia	00
2.1.1. Massarocos no arquipélago da Madeira	00
2.1.3. O género <i>Musschia</i> no arquipélago da Madeira	00
2.1.4. <i>Teucrium francoi</i> M. Seq., Capelo, J.C. Costa & R. Jardim: uma nova espécie para a flora da Madeira.	00
2.1.5. Uma explicação para a distribuição mundial peculiar do Género <i>Echinodium</i> (Bryopsida: Echinodiaceae): evolução independente na Macaronésia e Austrália.	00
2.2. Conservação	00
2.2.1. Conservação de <i>Aichryson dumosum</i> (Lowe) Praeger	00
2.2.2. Conservação de <i>Dracaena draco</i> (L.) L.....	00
2.2.3. Conservação de <i>Pittosporum coriaceum</i> Dryander ex Aiton.....	00
2.2.4. Conservação de <i>Sorbus maderensis</i> Dode.....	00
2.2.5. Conservação de <i>Andryala crithmifolia</i> Aiton.....	00
2.2.6. Conservação de <i>Solanum trisectum</i> Dunal.....	00
2.2.7. Conservação de <i>Polystichum drepanum</i> (Sw.) C. Presl	00
2.2.8. Conservação de <i>Teucrium abutiloides</i> L'Hèr.	00
2.3. Fitossociologia: a classificação das comunidades vegetais	00
Capítulo 3 - The responses of botanic gardens to new challenges in research, conservation and biodiversity management.	00
Capítulo 4 - Juli Caujapé Castells. BOTANIC GARDENS AND CONSERVATION OF THE MACARONESIAN FLORAS.	00

50 ANOS JARDIM BOTÂNICO DA MADEIRA – ENG.º RUI VIEIRA

EDITORES:

Luisa Gouveia
José A. Carvalho
Francisco Fernandes
Carlos Lobo

EDIÇÃO:

Direcção Regional de Florestas
Secretaria Regional do Ambiente e dos Recursos Naturais

PROJECTO GRÁFICO E IMPRESSÃO:

Grafimadeira, S.A.



PREFÁCIO

O Jardim Botânico da Madeira, um dos maiores repositórios de Biodiversidade e um dos mais famosos pontos de atracção turística da Ilha da Madeira comemora este ano 50 anos de existência!

Este Jardim, criado em 1960, constitui uma das imagens de qualidade e um dos locais turísticos mais procurado e visitado, quer por residentes, quer pelos muitos turistas que visitam a nossa Região.

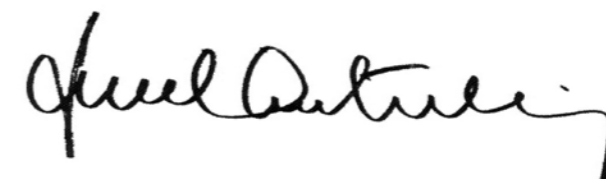
Em muito contribui para a sua notoriedade o excelente trabalho que tem sido realizado, nos últimos 50 anos, neste importante centro de ciência e educação, onde o Homem é convidado a (re)descobrir o fascinante mundo das plantas.

Este espaço, para além da vertente educativa e de uso público, tem também um papel fundamental na investigação no campo da Botânica e conservação de espécies vegetais prioritárias e raras do arquipélago da Madeira, recuperação de habitats naturais e disseminação da biodiversidade, cujo Ano Internacional é comemorado agora, em 2010.

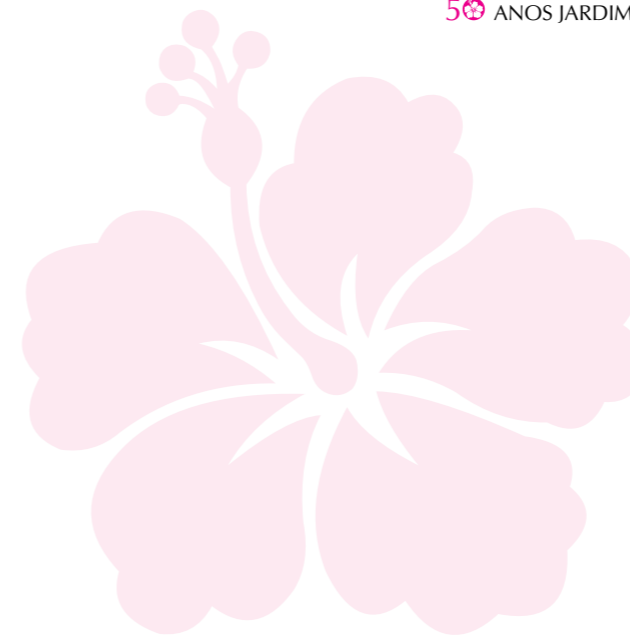
Gostaria ainda de deixar uma palavra de apreço ao falecido Engenheiro Rui Vieira, que tendo sido o primeiro Director do Jardim Botânico da Madeira, foi também um Homem que em muito contribuiu para o desenvolvimento deste Jardim, na sua organização e estruturação. Por tal, e pela faceta de Homem de Valores e de profissional competentíssimo, a título póstumo, o Governo Regional da Madeira atribuiu o seu nome ao agora Jardim Botânico da Madeira – Engenheiro Rui Vieira.

Funchal, 8 de Abril de 2010

Manuel António Rodrigues Correia



Secretário Regional do Ambiente e dos Recursos Naturais



O Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira constitui o lugar institucional da preservação e da investigação da flora natural da Região Autónoma da Madeira.

Contribui dessa forma para a divulgação e afirmação desta terra da Macaronésia no Mundo.

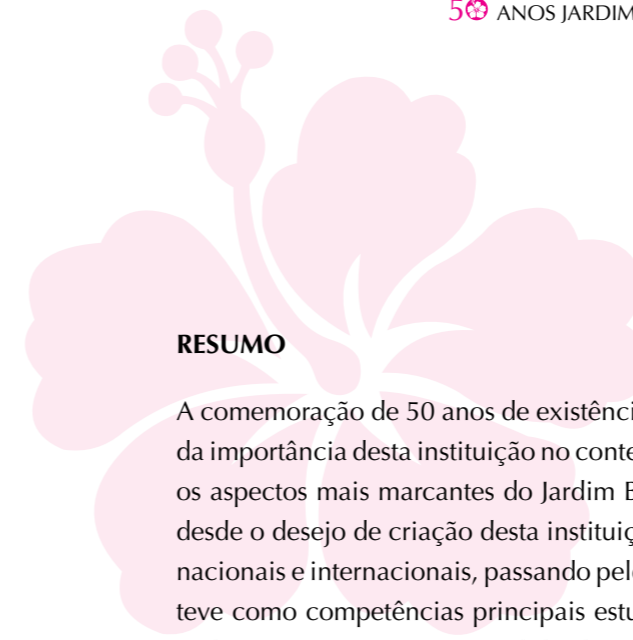
Local de visita obrigatória, qual sala de visita de maior grandeza, o Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira, ainda jovem nos seus 50 anos de existência, tem alimentado sonhos românticos de várias gerações, satisfeito a curiosidade de milhões de visitantes e constituído uma âncora do saber profundo do vasto património de biodiversidade do Arquipélago da Madeira.

Que assim continue ao longo dos anos.

Funchal, 8 de Abril de 2010

Paulo Conceição Rocha da Silva

Director Regional de Florestas



RESUMO

A comemoração de 50 anos de existência do Jardim Botânico da Madeira – Eng. Rui Vieira é reveladora da importância desta instituição no contexto social e económico da Madeira. Este livro reúne e apresenta os aspectos mais marcantes do Jardim Botânico da Madeira ao longo dos seus 50 anos de existência; desde o desejo de criação desta instituição, defendida por vários investigadores e técnicos da botânica nacionais e internacionais, passando pelo processo da sua criação e inclusão nos serviços agrários, onde teve como competências principais estudar a introdução e aclimação de novas cultivares, até à sua inclusão na Direcção Regional de Florestas, onde em consonância com a estratégia global de acção de jardins botânicos na conservação dos recursos vegetais naturais, adquire competências na investigação e conservação desse tipo de recursos dos arquipélagos da Madeira e Selvagens. Neste âmbito, é dado especial destaque ao Herbário, ao Banco de Sementes, à colecção de plantas vivas e aos laboratórios de biologia molecular e de cultura *in vitro*, estruturas fundamentais na concretização dos diversos projectos de investigação e conservação desenvolvidos. Desses trabalhos, são apresentados alguns casos de estudo nas áreas da sistemática e taxonomia de plantas vasculares e avasculares, fitossociologia de comunidades de plantas vasculares, bem como resultados de trabalhos de conservação *in situ* e *ex situ* de várias espécies endémicas raras ou ameaçadas de extinção na natureza.

ABSTRACT

The celebration of 50 years of the Botanical Garden of Madeira is indicative of the importance of this institution in the social and economic context of Madeira Region. This book includes and presents some of the most important aspects of the Botanical Garden of Madeira during its 50 years of existence; starting with the desire to create the institution, supported by several national and international botanical researchers and technicians, passing by the process of creation of the institution and its inclusion in the Agricultural Services, where it had as main competence studying the introduction of new cultivars in Madeira, up to its inclusion in the Regional Forestry Department, where in line with the global action strategy of the botanical gardens towards the research and conservation of natural plant resources, the Botanical Garden of Madeira acquires competences in the research and conservation of these resources of Madeira and Selvagens archipelagos. In this context, special emphases is given to the herbarium, the seed bank, the collection of living plants and the molecular biology and *in vitro* culture laboratories, fundamental structures in carrying out the various research and conservation projects. Of these projects, several study cases on the systematics and taxonomy of vascular and avascular plants are presented, phytosociology of vascular plant communities, as well as results of *in situ* and *ex situ* conservation projects carried out on some endemic species which are rare and threatened of extinction.

CAPÍTULO 1

JARDIM BOTÂNICO DA MADEIRA ENG.º RUI VIEIRA

Luisa Gouveia

Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira

luisagouveia.sra@gov-madeira.pt

1.1 HISTORIAL

A criação do Jardim Botânico da Madeira (JBM) foi deliberada pela Junta Geral do Distrito Autónomo do Funchal, na sessão de 30 de Abril de 1960. Além desta deliberação, foi também decidido que este Jardim tinha como anexos a Quinta das Cruzes e o seu orquideário, os Postos Agrários e os Parques Botânicos e foi nomeado como seu director o Eng.º Agrónomo Rui Manuel da Silva Vieira. Nesta sessão, o Jardim Botânico foi definido como um “*estabelecimento de natureza essencialmente científica e cultural e de muito interesse económico e turístico*”.



Figura 1. – Edifício Principal da Quinta do Bom Sucesso

A criação do Jardim Botânico da Madeira foi a concretização de uma aspiração antiga que remontava ao século XVIII, dado que a Ilha reunia condições de clima propícias para cultivar um grande número de espécies vegetais, desde as características das regiões tropicais como as das regiões frias.

Os registos históricos, referem que parece ter sido João Francisco de Oliveira o primeiro a estudar com maior cuidado a criação de um estabelecimento desta natureza, tendo enviado ao Dr. Domingos Vandelli, director do Real Jardim Botânico (Lisboa), em Maio de 1798 um relatório intitulado “*Apontamentos para se estabelecer na Ilha da Madeira hum viveiro de plantas e huma Inspeção sobre*

a *Agricultura da mesma Ilha*”. Na sequência do trabalho de João Francisco de Oliveira, em 1799 criou-se um viveiro de plantas na freguesia do Monte, o qual, segundo os autores do “*Elucidário Madeirense*”, foi extinto em 1828 pelo Governo de D. Miguel.

No século XIX, alguns botânicos e naturalistas defenderam a criação do jardim, nomeadamente o naturalista J. R. Theodor Vogel, em Maio de 1841, referiu as potencialidades da Madeira como ideal para a instalação de um Jardim Botânico; o grande botânico austríaco Frederico Welwitsch, em Novembro de 1852, reforça entusiasticamente a criação de um jardim de aclimação na Madeira dadas as peculiares condições climáticas da Ilha; o naturalista barão de Castello de Paiva, em Julho de 1855 num relatório entregue ao Ministro Fontes Pereira de Mello, menciona a importância de se criar na Ilha um “*horto de naturalização de plantas exóticas*”.

No Século XX, muitos cientistas e técnicos ligados à botânica defenderam a organização de um Jardim Botânico na Madeira e foi manifestado o interesse em apoiar a concretização da criação desse espaço por pessoas como os Professores Rui Telles Palhinha, António Sousa da Câmara, J. Vieira Natividade e Américo Pires de Lima, o Padre Alphonse Luisier, o Dr. Carlos Romariz e o Eng.º Agrónomo A. R. Pinto da Silva. Em 1946, por sugestão do naturalista e Professor António Sousa da Câmara, elaborou-se um memorial relativo à criação do Jardim Botânico justificando a sua criação, entre outras, pelas seguintes razões: “*Portugal, tendo vários Jardins Botânicos, não dispõe de um que esteja à altura do seu Império. Todos são muito pequenos, pobres, sem possibilidades de expansão, condenados a uma vida precária. Entretanto, Portugal, pela expansão que tem no Mundo, não pode prescindir dessa magnífica ferramenta de educação popular, de aperfeiçoamento de cientistas e, sobretudo, de valorização dos territórios do ultramar. Portugal imperial, sem um grande Jardim Botânico de projecção metropolitana e colonial, é expressão vazia de sentido, tal a importância formidável que o Jardim tem no estudo e resolução dos grandes problemas de culturas coloniais. Todos os grandes povos civilizadores se têm interessado de forma deliberada pelos seus Jardins Botânicos... Parece-me que a zona ideal para o estabelecimento de um Jardim desta ordem é a Ilha da Madeira... Diria mesmo que tem condições únicas... poderia ocupar um lugar de vanguarda ente todos os grandes jardins do Mundo*”.

Entre 1946 e 1959, foram elaborados vários documentos que reforçavam a necessidade de criar um Jardim Botânico na Madeira. Estes documentos, assim como uma das conclusões da I Conferência da Liga para a Protecção da Natureza, realizada no Funchal em 1950, que referia: “*que seja instalado na ilha da Madeira, com a maior urgência, um Jardim Botânico, funcionando este não só como mostruário das extraordinárias possibilidades locais para a cultura das mais variadas plantas, mas também como centro de estudos botânicos, agronómicos e florestais, tendo em vista a maior valorização económica do Arquipélago*.”, constituíram as bases de justificação para a criação do Jardim Botânico da Madeira (JBM).

A concretização da criação do JBM teve lugar com a aquisição, pela Junta Geral do Distrito Autónomo do Funchal, da Quinta do Bom Sucesso (Quinta da Paz ou Quinta Reid) em 1952, por dois mil contos. A Quinta foi adquirida, por escritura datada de 18 de Setembro de 1952, a Manuel Gomes da Silva situando-se entre a Levada do Bom Sucesso e o Caminho do Meio e das Voltas e entre os 200 e 350 metros de altitude, tendo na altura uma área de pouco mais de 10 hectares, com uma casa de residência que havia sido da família Reid, antes de 1936. A Quinta foi adquirida com o intuito de ser utilizada pelos Serviços da Estação Agrária e “*com o objectivo de ali ser instalado a sede do Jardim*

Botânico”. Posteriormente, entre Dezembro de 1952 e Junho de 1953, foram adquiridos outros terrenos anexos, pela Junta Geral do Distrito Autónomo do Funchal e incorporados ao parque botânico.

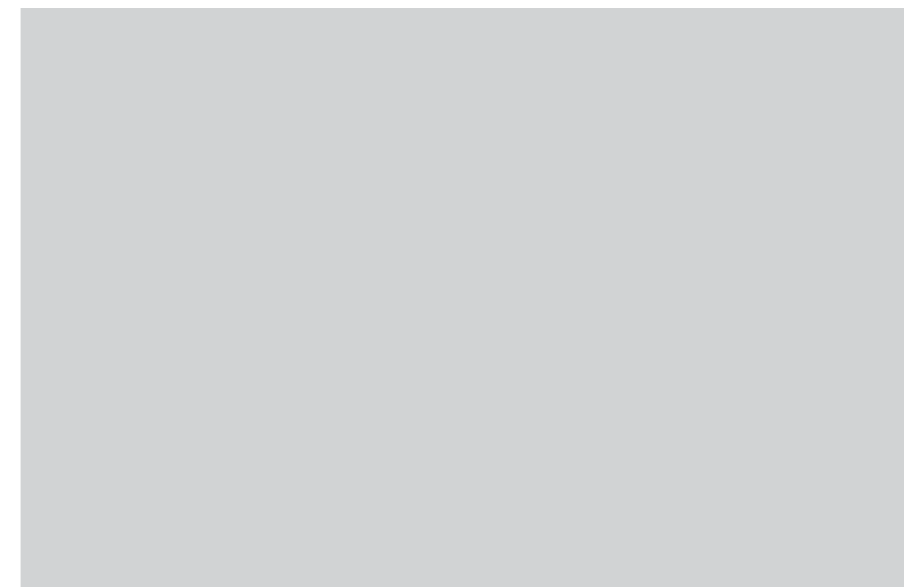


Figura 2. – Quinta do Bom Sucesso, aquando da sua aquisição

Desde a sua criação até 1973, o JBM foi parte integrante da Estação Agrária com o seu suporte administrativo. Em Dezembro de 1973, foi aprovado um regulamento do Jardim Botânico, numa reunião da Junta Geral do Distrito Autónomo do Funchal, em que lhe foi concedido a categoria de Direcção de serviços “independente” mas com a obrigação de “*exercer a sua actividade em estreita colaboração com a Estação agrária sempre que, no desempenho das suas funções, tenham de ser considerados aspectos relacionados com a agricultura distrital*”.

A alteração de funcionamento do Jardim Botânico ocorreu em 1979, com a publicação do Decreto Regulamentar Regional n.º 8, a 29 de Maio, que estabeleceu a orgânica da Secretaria Regional de Agricultura e Pescas (SRAP), uma vez que passou a ser um departamento da Direcção de Serviços Agrícolas da mesma Secretaria.

Em 1984, com aprovação da alteração orgânica da SRAP, pelo Decreto Regulamentar Regional n.º 7/84/M, de 19 de Abril, o JBM sucedeu a Divisão da Direcção dos Serviços Agrícolas, da Direcção Regional da Agricultura, mantendo as competências que presidiram à aprovação do seu regulamento em 1973, tendo em conta os relatórios do Eng.º Agrónomo A. R. Pinto da Silva, da Estação Agrónoma Nacional e do Dr. Pierre Dansereau, da Universidade de Montreal (Canadá).

De entre as competências então definidas, destacam-se: Introdução e aclimação de plantas úteis, especialmente novas cultivares; Selecção, multiplicação e distribuição das espécies vegetais, variedades ou cultivares de interesse científico, ornamental ou económico; Permuta com outros Jardins e Institutos Botânicos, de sementes, plântulas e propágulos de espécies naturalizadas, cultivadas ou indígenas da Região e, ainda, de material herborizado; Investigação científica, principalmente nos domínios da Botânica e, sempre que possível, em colaboração com Institutos e outros Jardins portugueses e estrangeiros; Educar popular e turismo. Divulgação.

Com a regulamentação da orgânica daquela Secretaria Regional, efectuada através do Decreto Regulamentar Regional n.º 1/93/M, de 7 de Janeiro, é criada a Direcção Regional de Florestas. Com aprovação da orgânica desta Direcção Regional, pelo Decreto Regulamentar Regional n.º 7/93/M, de 27 de Março, o Jardim Botânico integra como Divisão a Direcção de Serviços de Florestação e Recursos Naturais, à qual competia promover e desenvolver a investigação científica nos domínios da Botânica, em colaboração com entidades, nacionais e internacionais, que desenvolvam atribuições semelhantes.

Com a publicação do Decreto Regulamentar Regional n.º 11/2002/M, de 24 de Julho, a Direcção Regional de Florestas compreende entre os seus órgãos e serviços o Jardim Botânico, enquanto Direcção de Serviços, situação que se mantém até à presente data, com atribuições nos domínios da investigação, conservação dos recursos genéticos vegetais e de apoio à criação e gestão de espaços verdes.

A partir da integração na Direcção Regional de Florestas, em 1993 a posição do Jardim Botânico foi consolidada tanto a nível Nacional como Internacional dado que, das várias competências e responsabilidades, a Investigação Científica e a Conservação da diversidade genética de plantas indígenas e endémicas passaram a ser essenciais. As suas instalações foram enriquecidas com a montagem de um laboratório em 1999 que, posteriormente, foi sendo apetrechado e melhorado. Foi criado também, em 1994, o Banco de Sementes do Jardim Botânico da Madeira direccionado para colecções de plantas indígenas da Madeira (Madeira, Desertas, Selvagens, Porto Santo), com prioridade para os endemismos e para as plantas raras e ameaçadas de extinção na Natureza.

O Laboratório de Investigação em Biodiversidade e Conservação Macaronésica, instalado no Edifício Principal, está equipado para desenvolver estudos de biologia molecular e, também, desenvolve estudos de propagação *in vitro* de plantas endémicas da Madeira, com prioridade para espécies raras e ameaçadas de extinção.



Figura 3. Laboratório de Investigação em Biodiversidade e Conservação Macaronésica

O Banco de Sementes transitou para novas instalações a Norte do Edifício Principal, em 2006. O melhoramento e enriquecimento das suas instalações fortaleceram o desenvolvimento da investigação com vista ao conhecimento e conservação da vegetação e flora naturais do arquipélago da Madeira.



Figura 4. Banco de Sementes do JBM

No Edifício Principal, além do laboratório, existem gabinetes técnicos, o Museu de História Natural e o Herbário. O Museu de História Natural encontra-se instalado em 3 salas do rés-do-chão do Edifício e foi inaugurado a 9 de Outubro de 1984. Este Museu reúne o espólio do antigo Seminário Diocesano do Funchal, o qual foi entregue à guarda do Jardim Botânico em 1982.



Figura 5. Museu de História Natural

O Herbário do Jardim Botânico da Madeira foi iniciado em 1957, antes da criação oficial do JBM, pelo Eng.º Rui Vieira, Eng.º Malato-Beliz e Sr. Rui Santos. Neste herbário está incorporado o Herbário Histórico do Seminário do Funchal, o qual foi entregue à guarda e cuidado técnico do Jardim Botânico, continuando propriedade do Seminário Diocesano, através de um acordo celebrado a 3 de Janeiro de 1979 entre o Bispo da Diocese, D. Francisco Santana e a Secretaria Regional de Agricultura.



Figura 6. Herbário do JBM

A área ajardinada também tem vindo a sofrer alterações e, em 1997 foi ampliada com a área correspondente à cota dos 200 metros de altitude, deixada disponível após a conclusão da cota 200 (passagem da via rápida em túnel). A área foi enriquecida com a introdução de diversas espécies de grande valor botânico, científico e paisagístico em que se destacam palmeiras e plantas similares, cicadales, núcleos de espécies da flora indígena e endémica da Ilha da Madeira, Porto Santo, Ilhas Desertas e Ilhas Selvagens. Criou-se um anfiteatro nesta área, com finalidades pedagógicas, melhorando as instalações para a realização de actividades no âmbito da divulgação e educação ambiental, sendo estas actividades um dos objectivos do JBM desde a sua criação. Ainda durante esta ampliação, construiu-se um novo miradouro com vista para as novas zonas e para a parte norte do Jardim, introduziram-se espécies adequadas à topiária - arte de moldar as plantas - criando uma área dedicada a esta arte e fez-se também a integração do Jardim dos Loiros no Jardim Botânico.



Figura 7. Área das cicadales



Figura 8. Anfiteatro para a realização de actividades ludico-pedagógicas

O Jardim dos Loiros abriu oficialmente ao público em Outubro de 1988. A concessão de construção e exploração deste Jardim foi adjudicada, pelo Conselho de Governo através da Resolução 1607/87, de 21 de Dezembro, a uma empresa sueca. Desde Julho de 1991, passou para a responsabilidade do Governo Regional e, em 1994 é construído e inaugurado o “Aviário Livre”.



Figura 9. Jardim dos Loiros

O JBM é propriedade do Governo Regional da Madeira, é um jardim público que mantém, entre outras, colecções vivas de plantas com o objectivo de serem estudadas, para a sua conservação e educação ambiental e é, também, um espaço de lazer e atracção turística, tornando-o um Centro de Ciência e Cultura.

Em Setembro de 2009, passou a lhe ser atribuído o nome do Engenheiro Rui Manuel da Silva Vieira, pelo Conselho de Governo através da Resolução n.º 1081/2009. Esta atribuição vem na sequência da sua morte ocorrida em Agosto de 2009, e no facto de ter sido considerado “*que se deve ao Engenheiro Rui Manuel da Silva Vieira, nas suas funções públicas de então, a organização e estruturação do que é hoje o Jardim Botânico da Madeira, uma das imagens de Qualidade da Região Autónoma, muito procurado e visitado, quer pelos cá residentes, quer pelos que nos visitam*”.

1.2 UMA INSTITUIÇÃO AO SERVIÇO DA CONSERVAÇÃO, DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL E DO USO PÚBLICO

O Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira é uma Direcção de Serviços da Direcção Regional de Florestas que tem por missão “*promover o conhecimento e a investigação das espécies vegetais do arquipélago da Madeira, sua biodiversidade, monitorização, conservação e sustentabilidade e assegurar a manutenção de espaços verdes sob a sua jurisdição*”. Das suas competências, destacam-se as seguintes: Desenvolver a investigação científica nas áreas da sistemática e da ecologia da flora e vegetação e nas áreas da conservação dos recursos genéticos vegetais do arquipélago da Madeira; Elaborar estudos moleculares com vista à caracterização e conhecimento da variabilidade genética da flora madeirense; Fomentar intercâmbios de conhecimentos e experiências com outros jardins botânicos e outras instituições afins, assim como permutar material herborizado; Implementar a conservação dos recursos genéticos vegetais através de técnicas de propagação *in vitro* e convencionais; Promover a propagação de espécies autóctones raras e ameaçadas de extinção, disponibilizando-as para reintroduções na natureza; Orientar e participar na criação e manutenção de jardins e parques públicos; Proceder à introdução e aclimação de plantas com interesse científico, económico ou ornamental, promover a selecção, multiplicação e distribuição.

A existência deste espaço público justifica uma tripla intenção: Conservação, Educação Ambiental e Uso Público. Está localizado numa zona estratégica do Anfiteatro do Funchal, na margem esquerda da Ribeira de João Gomes, aproximadamente a 3 quilómetros do Centro da Cidade, entre os 150 e os 300 metros de altitude. Tem uma área ajardinada de, aproximadamente 5 hectares e uma colecção de mais de 2500 plantas provenientes de diferentes regiões do Mundo, as quais estão organizadas de acordo com a sua família, distribuição geográfica e utilidade. Ao percorrer o Jardim, o visitante poderá observar várias colecções de plantas, nomeadamente as indígenas da Madeira, as suculentas, o arboreto, as agro-industriais, as aromáticas e medicinais, os jardins coreografados, a topiária, as palmeiras, as cicadales e as cultivadas em estufa. Além destas colecções de plantas, também podemos observar a colecção de aves exóticas, com cerca de 500 exemplares de 60 espécies, a qual constitui o Louro Parque que está integrado no Jardim Botânico desde 1997. A colecção de plantas indígenas da Madeira pode ser observada em duas áreas distintas do Jardim, uma relativamente próxima do Edifício Principal e outra, de maior dimensão, na zona inferior junto ao anfiteatro sendo que, nesta última área as plantas estão organizadas de acordo com o tipo de vegetação, ou seja, vegetação do Litoral, Laurissilvas, vegetação de Altitude, vegetação do Porto Santo, Desertas e Selvagens. As plantas suculentas encontram-se distribuídas por três patamares a sul do Edifício Principal. Aqui, podemos observar várias espécies das famílias aizoáceas, portulacáceas, asclepiadáceas e asteráceas suculentas, as colecções das cactáceas, das euforbiáceas suculentas arborescentes, das liliáceas do género *Aloe* e das crassuláceas representada por diversas espécies. Na zona norte do Jardim, encontramos a colecção de árvores de grande porte constituída por espécies indígenas da Madeira e por espécies exóticas que, apesar de serem originárias de zonas do Globo ecologicamente opostas, vivem em harmonia neste espaço. Nos jardins coreografados localizados na zona central da Quinta, as plantas encontram-se dispostas formando diversos desenhos geométricos com cores contrastantes. Na área das plantas agro-industriais existem as principais plantas utilizadas na agricultura madeirense, assim como noutras regiões, como são exemplos as alcachofras, os espargos e a mandioca. Ainda nesta área, podem ser observadas as árvores de fruto, sobretudo as tropicais e subtropicais cultivadas na Madeira. Na colecção

das plantas aromáticas e medicinais encontramos algumas das principais espécies da etnobotânica madeirense, como hortelãs, rosmaninho, alfavaca, losna, arruda, alecrins, entre outras. A área da topiária é uma das mais recentes, encontrando-se as plantas moldadas em diversas formas geométricas. Na zona das cicadales - plantas que fazem lembrar as palmeiras - existem diversas espécies e as mais cultivadas para fins ornamentais são as cicas. As palmeiras são plantas nativas sobretudo de regiões quentes tropicais e subtropicais e, no Jardim encontramos cerca de 40 espécies de palmeiras cultivadas num total de 180 exemplares.

Para além das colecções de plantas vivas, o Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira mantém colecções conservadas em herbário e no banco de sementes. O Herbário foi iniciado em 1957, ainda antes da criação do Jardim Botânico, com cerca de 642 plantas vasculares de diversos locais do arquipélago da Madeira e Selvagens. Inclui o herbário do Seminário do Funchal e foi enriquecido ao longo dos 50 anos de existência do Jardim com novas colheitas e colecções cedidas por vários botânicos apresentando, hoje, mais de 24000 exemplares de plantas. Os exemplares são na sua maioria da Madeira, Porto Santo, Desertas, Selvagens e, também de outros arquipélagos Macaronésicos. Este herbário é considerado o maior e mais importante da Região Autónoma da Madeira e, no seu espólio encontramos incluídas colecções de plantas cultivadas e medicinais. Através da informação contida no herbário, o Jardim Botânico presta um serviço público que dificilmente será prestado por outra Instituição Regional, isto porque com essa informação é possível seleccionar áreas com importância para a conservação, estudar as alterações climáticas, realizar estudos moleculares, elaborar mapas de distribuição de espécies. O intercâmbio de conhecimento com especialistas de cada grupo de plantas de modo a confirmar a identificação dos exemplares existentes no herbário e a actualização taxonómica é importante para a valorização do Património existente. Presentemente, está a ser desenvolvido um projecto com financiamento europeu que visa incrementar a qualidade das infra-estruturas do herbário e irá permitir melhorar a preparação do material colhido para ser incluído nas colecções do herbário e as condições gerais de armazenamento dessas mesmas colecções.

O Banco de Sementes, criado em 1994, contém sementes armazenadas da maioria das espécies indígenas da Madeira (Madeira, Porto Santo, Desertas e Selvagens), com prioridade para os endemismos e para as plantas raras e ameaçadas de extinção na Natureza. O esforço em criar boas condições de armazenamento, utilizando técnicas internacionalmente reconhecidas no Banco de Sementes revela a importância que a Instituição tem dado na preservação da diversidade genética vegetal dos endemismos madeirenses. Com base nos conhecimentos adquiridos ao longo de vários anos, é elaborado um plano anual de colheita de sementes com o objectivo de assegurar e aumentar o número de táxones indígenas e endémicos armazenados. Realizam-se várias saídas de campo para recolha de sementes, incluindo estadias no arquipélago das Selvagens e nas Ilhas Desertas. Presentemente, existem sementes de 230 táxones indígenas e, desde a sua fundação foram efectuadas 2300 entradas no Banco de Sementes.

Desde sempre o JBM tem estado direccionado para a investigação no âmbito da Botânica e interessado na conservação da diversidade biológica, assim como tem dado importância à área da sensibilização e difusão da utilidade e riqueza das plantas. Ao longo dos anos, tem sido reconhecido como Instituição ao serviço da Conservação. Os seus contributos, a nível da investigação científica, passam pelo conhecimento e informação sobre a origem, evolução e importância científica da flora madeirense, pela conservação dos recursos genéticos vegetais naturais, pela inventariação e monitorização das espécies vegetais indígenas da Madeira, principalmente as mais ameaçadas de

extinção, pela herborização de exemplares que passam a integrar a colecção do herbário do Museu de História Natural, pela propagação e cultivo de espécies da flora madeirense principalmente dos endemismos raros e ameaçados de extinção e reintrodução de alguns exemplares na Natureza, pelo reforço de populações na Natureza de espécies com reduzido efectivo populacional e pela colaboração com Universidades e Instituições afins, nacionais e estrangeiras, em programas de investigação relativamente à Flora da Madeira.

Têm sido realizados estudos de sistemática de briófitos e de plantas vasculares, de biologia reprodutiva, de biologia molecular e de ecologia da vegetação. Os diferentes estudos e actividades desenvolvidos têm contribuído para a disponibilização do conhecimento Científico, à Comunidade, através da publicação de artigos científicos, contabilizando-se nos últimos dez anos cerca de cinquenta artigos já publicados. Nestes trabalhos científicos, muitas têm sido as espécies alvo de estudo, podendo mesmo dizer-se que ultrapassa as cinquenta e cinco espécies. Dos diferentes estudos, destacam-se as acções de conservação do *Jasminum azoricum*, do *Teucrium abutiloides*, do *Sorbus maderensis*; a propagação de táxones indígenas ameaçados de extinção, através de técnicas *in vitro*, como o *Polystichum drepanum*, o *Pittosporum coriaceum* e o *Taxus baccata*; a reintrodução das espécies *Andryala crithmifolia* e *Polystichum drepanum* na Natureza e o reforço da população de *Dracaena draco* na escarpa da Ribeira Brava; a manutenção de colecções vivas no Jardim Botânico de *Andryala crithmifolia*, *Polystichum drepanum*, *Cheilolophus massonianus*, *Aichryson dumosum*, *Jasminum azoricum* e *Geranium maderense*; os estudos de biologia reprodutiva das orquídeas indígenas do arquipélago da Madeira; estudos de variabilidade morfológica dos géneros *Echium*, *Euphorbia* e *Fissidens*; estudo morfométrico das populações de *Marcetella maderensis*; inventariação das populações, ameaças e estatuto de conservação de espécies inseridas nos anexos da Directiva Habitats, das quais se destacam as espécies *Marcetella maderensis*, *Teucrium abutiloides*, *Monizia edulis*, *Hymenophyllum maderense*, *Polystichum drepanum*, *Asplenium trichomanes* subsp. *maderense*, *Ceterach lolegnamense*, *Arachniodes webbiana*. O desenvolvimento de acções de manutenção de colecções fora do seu habitat natural, quer através do banco de sementes, quer produzindo plantas através de técnicas *in vitro*, quer criando colecções vivas no próprio Jardim Botânico, tem sido um dos contributos fundamentais da Instituição na conservação da flora madeirense.

Dando cumprimento a uma das suas competências, a de fomentar intercâmbios de conhecimentos e experiências com outros jardins botânicos e outras instituições afins, o JBM tem desenvolvido projectos de investigação ao longo dos anos com diversas instituições, referindo-se como exemplos o Museu, Laboratório e Jardim Botânico de Lisboa; a Universidade de Leiden – Holanda; o Departamento de Biotecnologia Vegetal da Faculdade de Ciências de Lisboa; o Departamento de Química Orgânica da Faculdade de Ciências de Cadiz; o Departamento de Biologia e Geologia da Universidade da Madeira; o Jardim Botânico de Orotava; o Departamento de Criptogamia do Museu Nacional de História Natural de Paris. Presentemente, decorre um projecto co-financiado pela União Europeia que permite a troca de conhecimentos técnicos com o Jardim Canário Viera Y Clavijo – Canárias e o Jardim Botânico do Faial – Açores. A colaboração entre várias Instituições afins permite ao Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira melhorar o seu desempenho como Centro de Conservação, através da partilha de conhecimentos e experiência, assim como na uniformização de estratégias.

O JBM está associado a outros Jardins Botânicos através da AIMJB (Associação Ibero-Macaronésica de Jardins Botânicos), que é uma Associação que tem por objectivo a colaboração entre os seus

membros, promovendo e coordenando projectos comuns de actuação e impulsionando o intercâmbio de conhecimentos, experiências, documentação e material vegetal. A Instituição tem vindo a participar em reuniões da Associação, através da apresentação de trabalhos científicos. Dado que o JBM está ligado à rede Mundial de Jardins Botânicos pelo vínculo da AIMJB, as suas acções de conservação estão inseridas numa estratégia global de conservação. O *Index Seminum*, que é elaborado anualmente no Jardim Botânico, com disponibilização de 100 táxones para cedência a Instituições que o solicitem, é divulgado através da AIMJB.

No âmbito da Educação e Sensibilização, o Jardim Botânico é um local excepcional para a realização de diversas actividades pedagógicas e culturais, como teatro, pintura, dança e concertos. É um local ímpar, onde se promove a formação especializada, a divulgação da Botânica e da conservação de espécies vegetais. Ao longo da sua existência, esta Instituição tem sido visitada por diversas escolas e associações culturais da Região, bem como por escolas nacionais e estrangeiras quando de visita à Região. Apesar da Educação e Sensibilização estar presente desde a sua criação, a partir de 1996 houve um crescimento significativo da acção pedagógica e formativa na Instituição, tanto no apoio aos formandos e formadores, como na melhoria da apresentação e disponibilidade da informação aos visitantes. Têm sido desenvolvidas várias actividades com o intuito de desenvolver nos jovens e menos jovens, com distintos conhecimentos e interesses, uma consciência ecológica e o interesse pelo conhecimento e conservação da Flora e Vegetação da Madeira, proporcionando o aumento do seu conhecimento científico. Diversas são as actividades educativas realizadas, nomeadamente: visitas guiadas, exposições temáticas, acções de sensibilização nas escolas, produção de material didáctico e informativo e cedência de plantas para enriquecer os jardins das escolas da Região ou para a criação de “jardins de plantas indígenas” ou “jardins de plantas medicinais e aromáticas”. A divulgação do conhecimento científico adquirido nesta Instituição tem sido feita através de publicações em revistas científicas, em revistas de divulgação, em posters nos Encontros Científicos e em livros e através de comunicações orais em congressos e simpósios científicos.

O Uso Público do Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira é outra vertente desta Instituição. A disponibilidade da informação sobre a Flora e Vegetação da Madeira neste espaço contribui para a sensibilização da Comunidade que o visita, de modo a torná-la participativa num processo de Conservação desse Património. Além disso, o Jardim é um local único para desfrutar do nosso Património Natural de um modo acessível, dado que muitas espécies da Flora madeirense encontram-se muito dispersas e inacessíveis na Natureza. Este local, visitado e apreciado por mais de 300000 visitantes ao ano, é enriquecido também com plantas oriundas de outras regiões, conferindo-lhe uma beleza singular. A riqueza florística existente no Jardim pode ser visitada gratuitamente nos dias 21 de Março – Dia Mundial da Floresta, 30 de Abril – Aniversário do JBM, 18 de Maio – Dia Mundial dos Museus, 1 de Julho – Dia da Região e 27 de Setembro – Dia Mundial do Turismo.

A actuação do JBM, como Instituição ao serviço da Conservação, da Educação Ambiental e do Uso Público, irá continuar a desenvolver estudos de sistemática e de conservação da flora da Macaronésia; a enriquecer as colecções de plantas vivas e a arte de jardinagem; a sensibilizar a população para o conhecimento e conservação das plantas endémicas e indígenas; a dinamizar actividades científicas e sócio-culturais. A Instituição irá continuar a prestar o Serviço Público que tem desenvolvido, sempre com o intuito de melhorar os contributos que tem proporcionado a toda a Sociedade. Algumas das actividades a desenvolver será o continuar de um trabalho que se iniciou há

muitos anos e que se perpetua no tempo. No entanto, serão sempre delineadas novas actividades de modo a se concretizar os objectivos a que a Instituição se propõe atingir, sempre numa perspectiva de conservar um Património Único e de informar e sensibilizar toda a Sociedade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Anónimo, 1960. A criação do Jardim Botânico da Madeira. Junta Geral do Distrito Autónomo do Funchal: 1 – 8. Funchal.
- [2] Fernandes, F., 2003. Jardim Botânico da Madeira – Espaço de estudo e conservação da flora e vegetação. In: 50 anos a servir a floresta. Secretaria Regional do Ambiente e Recursos Naturais. Direcção Regional de Florestas. Funchal.
- [3] Fontinha, S. S., 2003. Jardim Botânico da Madeira: Relembrar o Passado e abordar o Presente, numa perspectiva de Futuro. In 50 anos a servir a floresta. Secretaria Regional do Ambiente e Recursos Naturais. Direcção Regional de Florestas. Funchal.
- [4] Gonçalves, A. B. & Nunes, R. S., 1992. Riqueza Florestal. Jardim Botânico, Museu de História Natural e Louro - Parque. Adenda Ilhas de Zarco da Edição de 1990. pp 55-61.
- [5] Pereira, E. C. N., 1967. Ilhas de Zarco. Volume I. Câmara Municipal do Funchal. pp 319-321.
- [6] Quintal, R. e Groz, M. P., 2001. Parques e Jardins do Funchal. Câmara Municipal do Funchal.
- [7] Silva, Pe. A. & Menezes C. A., 1984. Elucidário Madeirense. Fax-Símile da edição de 1946. Volume I, III. Secretaria Regional de Turismo e Cultura. Direcção Regional dos Assuntos Sociais. Funchal.

A INVESTIGAÇÃO E CONSERVAÇÃO DA DIVERSIDADE VEGETAL NO JARDIM BOTÂNICO DA MADEIRA ENG.º RUI VIEIRA

José Augusto Carvalho¹, Francisco Fernandes² & Carlos Lobo³

Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira

¹ josecarvalho.sra@gov-madeira.pt

² franciscofernandes.sra@gov-madeira.pt

³ carloslobo.sra@gov-madeira.pt

1. INTRODUÇÃO

O arquipélago da Madeira, quer pela sua elevada riqueza em património biológico vegetal, quer pela diversidade de ecossistemas existentes, constitui uma área com um elevado interesse científico.

Na sequência das opções políticas ambientais do Governo Regional da Madeira, no sentido de valorizar e conservar os recursos naturais do arquipélago, o Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira tem como uma das suas principais funções desenvolver projectos de investigação científica que permitam o conhecimento das espécies da flora indígena e endémica do arquipélago da Madeira, com vista à sua conservação e utilização sustentável. Nesse sentido, o Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira reúne um conjunto de equipamentos, infraestruturas e de técnicos especializados cuja investigação científica incide sobre a taxonomia, sistemática, biologia reprodutiva e ecologia de espécies vasculares e avasculares. Os conhecimentos produzidos na investigação científica são usados no planeamento de acções de conservação *in situ* a conservação *ex situ*.

Idealmente a conservação de recursos vegetais naturais deverá ser baseada na conservação dos ecossistemas naturais (conservação *in situ*). A conservação *in situ* permite não só a preservação das espécies e habitats, mas também todas as relações bióticas e abióticas inerentes ao ecossistema. Neste tipo de estratégia, a preservação e/ou recuperação de espécies e habitats requer os contributos de várias disciplinas científicas, nomeadamente ecologia, genética, biologia reprodutiva e taxonomia, bem como a recolha de dados bibliográficos e de campo referentes às especificidades ecológicas das espécies e dos habitats, a determinação dos seus factores de risco e estatuto de conservação, com vista a elaboração de planos de recuperação específicos. No entanto, a pressão negativa exercida pela actividade humana sobre esses ecossistemas resulta frequentemente na sua alteração, por vezes de forma profunda, e com riscos acrescidos de extinção de determinadas espécies vegetais na natureza. Nesse sentido, os trabalhos de conservação *in situ* são complementados com acções de conservação *ex situ*.

Na conservação *ex situ*, uma das suas principais limitações é a possibilidade da diversidade genética a conservar não representar o taxone em questão bem como não estar sujeito às “forças evolutivas” existentes na natureza. Apesar disso, a conservação *ex situ* é uma das ferramentas mais importantes para levar a cabo programas de conservação da diversidade vegetal. Neste tipo de conservação, para além das colecções de plantas vivas dos jardins botânicos, são criados bancos de

sementes, bancos de pólen e criopreservado material produzido *in vitro*. Estas medidas permitem não só a preservação da diversidade vegetal, mas também a criação de uma fonte de material genético para outras aplicações técnico-científicas e educação ambiental.

1.1. PROJECTOS

1.1.1 LIFE 99 NAT/ P/006431

Recorrendo ao programa LIFE-Natureza, componente do instrumento financeiro europeu LIFE, orientado para o apoio ao desenvolvimento de projectos de Conservação da Natureza, o Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira obteve recursos financeiros para levar a cabo a conservação de oito espécies consideradas ameaçadas de extinção na natureza e a recuperação de habitats naturais.

Este projecto resultou da necessidade em obter conhecimentos mais aprofundados sobre a distribuição, ecologia, biologia reprodutiva e diversidade genética das espécies mais ameaçadas de extinção, sem os quais não seria possível elaborar estratégias de conservação e implementar as respectivas acções de uma forma integrada. Assim, foram seleccionadas as espécies: *Aichryson dumosum* (Lowe) Praegr., *Andryala crithmifolia* Ait., *Chamaemeles coriacea* Lindl., *Cheirolophus massonianus* (Lowe) A. Hans. et Sund., *Convolvulus massonii* Dietr., *Geranium maderense* P. F. Yeo, *Jasminum azoricum* L. e *Pittosporum coriaceum* Dryand. Os habitats que foram alvo de recuperação estão localizados no Pico Branco em Porto Santo.

A avaliação dos factores de ameaça, inventariação exaustiva das populações e cartografia digital da distribuição geográfica das espécies contribuíram com informação fundamental para a avaliação e actualização do estatuto de conservação das espécies em estudo e redefinição/definição de estratégias de conservação. Esta informação foi conjugada com a realização de estudos de carácter mais técnico-científico, os quais envolveram a biologia reprodutiva, a variabilidade genética, a ecologia, a taxonomia, a propagação vegetativa e seminal, a fisiologia da germinação, a conservação de sementes em banco de germoplasma, o reforço de populações e a reintrodução de espécies.

As oito espécies seleccionadas e estudadas representam uma diversidade de situações de risco, e por tal, as metodologias de estudo e as estratégias de conservação adoptadas constituem Estratégias Padrão para outras espécies em situações similares.

Uma outra componente fundamental deste projecto envolveu a recuperação de habitats com grande interesse para a conservação de algumas espécies alvo do referido projecto. A necessidade de conservar e recuperar o coberto vegetal e respectivas espécies naturais da ilha do Porto Santo, levou-nos a seleccionar uma área que se apresentasse como a Arca de Noé da flora e vegetação desta ilha. Assim sendo, foi escolhido o Pico Branco pelo seu interesse florístico com uma percentagem de táxones endémicos da Macaronésia (9%), da Madeira (11%) e do Porto Santo (3%). Trata-se de um local onde se encontra um reduto de flora indígena melhor conservada daquela ilha, refugiados nas escarpas pouco acessíveis ou inacessíveis.

1.1.2 BASEMAC, INTERREG IIIB AÇORES-MADEIRA-CANÁRIAS

O Banco de Sementes da Macaronésia (BASEMAC) foi uma iniciativa orientada para a conservação e uso sustentado dos recursos vegetais naturais dos arquipélagos da Macaronésia através da conservação de sementes a curto, médio e longo prazo.

Este projecto desenvolveu-se segundo as orientações propostas pela Estratégia Global para a Conservação Vegetal (EGCV) (Haia, 19 de Abril de 2002), tendo como objectivo principal a 8ª alínea da EGCV, que estipula que pelo menos 60% das espécies vegetais mundiais ameaçadas de extinção sejam conservadas em colecções *ex situ* e que destas, seja dada prioridade às espécies sob ameaça crítica, das quais a conservação de 90% deverá ser garantida até 2010.

O BASEMAC permitiu a criação de uma rede de Bancos de Sementes no espaço geográfico da Macaronésia. Neste âmbito o Banco de Sementes do Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira foi ampliado e melhorado com os recursos técnicos e humanos necessários à conservação de sementes a curto, médio e longo prazo. Por outro lado, este projecto consolidou as cooperações técnicas e científicas com outros jardins botânicos da Macaronésia, nomeadamente na criação e aperfeiçoamento de procedimentos experimentais.

No Banco de Sementes do Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira são desenvolvidas as acções de limpeza, desidratação e pesagem, testes de viabilidade, bem como a posterior conservação das sementes em duas colecções, a colecção activa e a colecção de base. No processo de armazenamento das sementes a curto prazo, que constitui a colecção activa, estas são armazenadas em câmaras a uma temperatura de 15°C e humidade atmosférica de 15%. Na colecção de base, as sementes são previamente desidratadas com sílica gel e seladas em tubos de vidro contendo sílica gel e posteriormente armazenadas em câmaras frigoríficas que mantêm as sementes a uma temperatura constante de – 10°C.

1.1.3 BIOMABANC, INTERREG IIIB AÇORES-MADEIRA-CANÁRIAS

A Rede de Bancos da Biodiversidade da Flora Macaronésica (BIOMABANC) constitui uma estratégia de conservação de recursos fitogenéticos dos arquipélagos da Macaronésia, nomeadamente os táxones endémicos, ameaçados, emblemáticos e com interesse evolutivo.

O BIOMABANC foi um projecto integrado no Programa de Iniciativa Comunitária INTERREG IIIB Açores-Madeira-Canárias 2000 – 2006 que permitiu delinear e aplicar medidas efectivas de conservação, mediante o uso de metodologias científicas multidisciplinares e complementares.

Este projecto foi criado com base nos objectivos da Estratégia Global para a Conservação de Espécies Vegetais, ou seja, o conhecimento e estudo da diversidade vegetal e a sua conservação, a utilização sustentada, a promoção, a educação e divulgação do conhecimento da diversidade vegetal, a criação e intensificação dos recursos humanos e tecnológicos para a conservação vegetal.

Neste projecto, foi constituída uma base para a preservação dos recursos genéticos vegetais face às múltiplas ameaças que se centram no território que possui a maior diversidade biológica da União Europeia, ou seja na Macaronésia. Foi criado um sistema de indicadores para avaliar, permanentemente, o estado da diversidade biológica e a sua erosão, desenvolvendo bancos de dados de biodiversidade que servirão como instrumento básico de apoio à política de planificação territorial. A criação de uma base de dados de acesso público irá colocar à disposição de outras instituições e organismos de investigação, informação valiosa para a tomada de decisões na gestão do meio natural, bem como o uso sustentado da diversidade vegetal.

A informação interdisciplinar gerada pelo BIOMABANC irá fomentar, juntamente com o BASEMAC (Banco de Sementes da Macaronésia), uma actuação coordenada que permitirá a criação de estratégias de conservação e recuperação da diversidade vegetal eficazes e adequadas a curto, médio e longo prazo.

1.1.4 BIOCLIMAC, PCT MAC

Bioclimatologia e Conservação face às Alterações Climáticas – BIOCLIMAC é um projecto no âmbito do Programa de Cooperação Transnacional MAC 2007-2013. O Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira é uma das instituições participantes juntamente com os congéneres, Jardim Botânico Canário Viera y Clavijo de Canárias e o Jardim Botânico do Faial dos Açores. Este projecto incide sobre o estudo e conservação a longo prazo da diversidade vegetal, representando uma estratégia inovadora e integrada, para a conservação dos recursos naturais da Flora da Macaronésia. Neste contexto o projecto tem como objectivos:

- Estudar o comportamento germinativo das sementes de um grupo de espécies da Macaronésia, simulando cenários climáticos, para compreender e prever o efeito destas alterações na distribuição e sobrevivência destas espécies;
- Desenhar uma estratégia de amostragem e de colheita de sementes baseada em modelos ecogeográficos e análise da diversidade genética para otimizar a relação esforço de colheita / representatividade da diversidade conservada nos bancos de sementes;
- Enriquecer com novas amostras os herbários, bancos de sementes e bancos de ADN das instituições participantes;
- Restruir infraestruturas para albergar as colecções de herbário;
- Sensibilizar a sociedade e divulgar a importância da conservação da biodiversidade e as consequências do aquecimento global.

1.2 COLECÇÕES CIENTÍFICAS

1.1.5 BANCO DE SEMENTES

A conservação em bancos de sementes é um método fácil e seguro de conservar recursos genéticos vegetais *ex situ*. Recorrendo a técnicas e procedimentos internacionalmente reconhecidos, as sementes são conservadas em condições controladas de humidade e temperatura, o que possibilita a manutenção da sua viabilidade por um longo período de tempo.

Este tipo de conservação, comparativamente com outros métodos de conservação *ex situ*, oferece várias vantagens e faz com que os bancos de sementes sejam um dos métodos de conservação *ex situ* mais utilizados. Dessas vantagens, destacam-se:

- A sua aplicação a uma ampla gama de espécies vegetais de uma forma fácil e universal;
- O armazenamento, num espaço reduzido, de grandes quantidades de variabilidade genética, a curto, médio e longo prazo;
- A disponibilidade, para uso imediato, de material genético proveniente de diversos locais;
- O processo de recolha de material na natureza não apresentar qualquer prejuízo para a sobrevivência das populações naturais.

Considerando a singularidade da flora da Madeira, em parte uma relíquia do Terciário e por outro lado com elevado índice de espécies endémicas, foi criado em 1994 o Banco de Sementes do Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira (BSJBM). Esta colecção teve como objectivo a preservação de plantas indígenas da Madeira, com prioridade para a diversidade vegetal endémica do arquipélago e a de ocorrência rara ou ameaçada de extinção na natureza.

Em 2002, com o financiamento obtido a partir do projecto BASEMAC, foram melhoradas as instalações do BSJBM, equipando-o com os meios necessários à criação e à manutenção de um banco de sementes capaz de conservar sementes viáveis durante longos períodos de tempo.

Presentemente o BSJBM conserva sementes de todas as espécies endémicas dos arquipélagos da Madeira e Selvagens, bem como de várias espécies indígenas. As sementes encontram-se guardadas em duas colecções; a colecção activa e a de base. Na colecção de base, as sementes são preservadas a longo prazo. Não são para cedência e permitem dispor, a médio e longo prazo, de material genético para investigação e para eventual recuperação de espécies no seu habitat natural. Na colecção activa, as sementes são conservadas a curto e médio prazo, sendo destinadas à realização de trabalhos de investigação e para cedências a jardins botânicos e a outras instituições científicas.

No âmbito da cedência de sementes, o BSJBM participa num programa de cedência e intercâmbio de sementes com outras instituições a nível mundial. Através deste programa, é criada anualmente uma lista de sementes denominada *Index seminum*, a partir da qual as outras instituições poderão solicitar as sementes seleccionadas. As sementes cedidas neste âmbito têm como objectivo a investigação científica e a educação ambiental. Desde 2001 e até ao momento, o BSJBM já efectuou trocas de sementes de várias espécies com cerca de 200 instituições científicas de cerca de 60 países.

1.1.6 HERBÁRIO

Pensa-se que o primeiro herbário foi criado em 1530 por Luca Ghini, um professor de Botânica na Universidade de Bolonha. Este investigador apercebeu-se de que secar plantas ao mesmo tempo que as mantinha prensadas permitia a preservação das suas características botânicas durante longos períodos de tempo. Estas plantas seriam depois cuidadosamente montadas sobre cartolina e reunidas em colecções onde ficaria depositada variada informação botânica sobre os diferentes tipos de plantas. Esta informação podia numa fase posterior servir de referência para determinadas conclusões e publicações científicas, com a vantagem de que as amostras podiam ser facilmente transportadas para outros locais. A estas colecções Ghini denominou de *hortus siccus*.

Presentemente, as colecções de herbário estão principalmente restritas a instituições científicas, tais como universidades, jardins botânicos e museus de história natural. Estas colecções reúnem amostras de espécies vegetais colhidas durante longos períodos de tempo, e incluem exemplares que servem de referência para a descrição de espécies novas, exemplares de espécies que servem de referência a material vegetal utilizado em determinados estudos e experiências científicas e exemplares de espécies características de determinadas regiões.

Os exemplares de herbário são também acompanhados de variada informação relacionada com a nomenclatura, classificação, sistemática, distribuição geográfica e ainda ecologia da espécie. Nesse sentido, os herbários actuam como uma base de dados de diversidade vegetal das regiões onde existem. Esta informação reveste-se de elevada importância para a realização de projectos de

investigação científica nas mais variadas áreas da investigação científica e conservação, sendo também uma importante ferramenta no apoio à tomada de decisões relacionadas com a gestão e ordenamento do território.

O Herbário do Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira (MADJ) foi iniciado em 1957 pelo Eng.º Rui Vieira, Eng.º Malato-Beliz e Sr. Rui Santos, antes da criação oficial do Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira a 30 de Abril de 1960. Presentemente, o Herbário do Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira integra a colecção MADS (Herbário Histórico do Seminário do Funchal), propriedade da Diocese do Funchal e que se encontra à guarda do Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira desde 1982.

Ao longo dos anos, a colecção MADJ tem vindo a ser enriquecida de uma forma bastante significativa, quer pelo acréscimo de novas colheitas levadas a cabo pelos técnicos da Instituição, quer pela adição de colecções particulares, cedidas por vários botânicos e naturalistas nacionais e estrangeiros. Presentemente, o Herbário do Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira reúne cerca de 24.200 exemplares de plantas vasculares, avasculares e líquenes, na maioria de espécies existentes na Madeira, Porto Santo, Desertas, Selvagens e noutros arquipélagos Macaronésicos.

Neste Herbário encontram-se também depositados alguns exemplares tipo e isotipo, exemplares a partir dos quais determinadas espécies foram descritas, bem como exemplares que constituem a referência de material vegetal de espécies utilizadas em experiências e estudos científicos.

O Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira, como instituição virada para a investigação científica presta apoio à investigação de outras instituições científicas. Nesse sentido e tendo em conta o carácter dinâmico das colecções de herbário, os exemplares para além de passíveis de empréstimo a instituições científicas, podem também ser estudados por investigadores nas instalações do Herbário do Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira. Esta estrutura tem nas suas instalações todo o equipamento de microscopia óptica necessário ao desenvolvimento de trabalhos na área da Taxonomia e Sistemática segundo uma abordagem clássica. Ainda no campo da microscopia óptica, o Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira possui um microscópio de fluorescência e um sistema digital de captura de imagem, cuja utilização tem sido indispensável na execução de trabalhos no âmbito de caracterização dos sistemas reprodutores e de estudos de sistemática.

A sistemática estuda a forma como as espécies e as várias associações que elas formam a níveis superiores, ex. género, família, ordem, etc., se relacionam entre si e evolutivamente. A sistemática inclui uma outra área de estudo, a taxonomia, que se dedica à descrição e identificação das espécies.

Grande parte dos estudos de sistemática e taxonomia têm sido realizados a partir de técnicas clássicas. Na taxonomia, estas técnicas incluem análises morfológicas e biométricas das espécies, no sentido de detectar os caracteres distintivos das espécies e a existência e extensão da plasticidade fenotípica, ou seja, variações da morfologia das plantas resultante de adaptações a diferentes condições ecológicas. Com base nestes dados são depois criados modelos explicativos das relações evolutivas das espécies.

A partir dos resultados destes estudos, e por forma a clarificar problemas de taxonomia ou da sistemática difíceis de ultrapassar recorrendo às técnicas clássicas, utilizam-se técnicas mais modernas e recentes, envolvendo Biologia Molecular, que permitem confrontar os resultados da análise morfológica com a variabilidade genética e compreender as adaptações das espécies e/ou as suas populações aos diferentes habitats onde ocorrem.

A investigação em sistemática e evolução no Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira incide sobre grupos específicos de plantas Macaronésicas/Madeirenses. Os grupos seleccionados são escolhidos com base na sua importância científica e ecológica na Flora Macaronésica, bem como na existência de problemas taxonómicos. Destaca-se os estudos realizados com as espécies do género *Isoplexis* e *Digitalis* nas plantas vasculares e os géneros *Porella* e *Fissidens* nas plantas avasculares.

1.1.7 BANCO DE ADN

No ADN encontra-se toda a informação que determina as características específicas dos seres vivos, sendo também através dessa molécula que é feita a transmissão hereditária dessas características. Com estas descobertas e o posterior desenvolvimento de tecnologia e de técnicas que permitem conhecer a informação existente no genoma, foi colocada à disposição de investigadores uma fonte de informação essencial para aprofundar os seus temas de investigação, bem como abordar determinadas questões até então inacessíveis. Assim, são cada vez mais os cientistas que recorrem ao ADN para resolver problemas nas mais variadas áreas, das quais aqui se destacam a taxonomia, sistemática, evolução e conservação.

Este Banco foi criado em 2006 no âmbito do projecto BIOMABANC, projecto financiado pelo programa de iniciativa comunitária Interreg IIIB Madeira-Açores-Canárias, tendo como base as recomendações da Convenção da Diversidade Biológica no sentido de uma utilização sustentada, racional e legal dos recursos genéticos naturais de cada região.

Nesta estrutura do Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira são mantidas amostras do ADN de espécies da flora vascular e avascular da Madeira. O ADN das espécies é armazenado a -80°C, sendo também reunida em base de dados toda a informação relevante sobre o local de colheita do material vegetal, a ecologia da espécie e ainda o método utilizado para a extracção do ADN. Em articulação com o Herbário do Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira, são armazenados no herbário material vegetal de espécies de onde foi extraído o ADN armazenado no Banco de ADN.

1.1.8 PLANTAS VIVAS

Os jardins botânicos existem desde o séc. XVI. Muitos destes jardins pioneiros cultivavam plantas medicinais e aromáticas para estudo. Com os descobrimentos e a descoberta de novas terras, recursos vegetais e culturas a eles associados, os jardins botânicos passaram a manter colecções de plantas exóticas, tornando-se centros de introdução, aclimação, exposição e distribuição de plantas exóticas. Mais recentemente estas instituições têm responsabilidade directa na preservação de espécies indígenas e endémicas, mantendo nos seus jardins colecção de plantas vivas. Estas colecções constituem importantes bancos de germoplasma e representam uma medida importante para a conservação *ex situ* dos recursos fitogenéticos de uma determinada região, sendo dada especial importância às espécies raras, às ameaçadas ou as com interesse especial de conservação. Adicionalmente, e tendo em conta o elevado valor dos jardins botânicos como agente de educação ambiental, estas colecções visam também dar a conhecer a flora à população e sensibilizá-la para a sua conservação. Nesse sentido, o Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira possui vários espaços reservados às plantas de espécies indígenas e endémicas do arquipélago da Madeira. Esta colecção reúne mais de uma centena de

espécies, algumas das quais raras e ainda outras ameaçadas de extinção. Destas últimas, destaca-se *Andryala crithmifolia*, *Jasminum azoricum*, *Pittosporum coriaceum*, *Cheirolophus massonianus* e *Aichryson dumosum*. Relativamente a esta última espécie, foi recriado no Jardim Botânico da Madeira Eng. Rui Vieira o seu habitat natural, constituído por pedras de rocha basáltica porosa e incluindo várias espécies suas companheiras, para albergar uma duplicação da população natural.

Estas plantas existentes no Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira, para além de servirem de reserva de material biológico para futuras reintroduções ou reforços de populações na natureza, as quais são apenas feitas mediante uma criteriosa selecção de locais e após um estudo adequado da ecologia da espécie e dos locais, servem também para recolha de sementes, as quais são incluídas no BSJBM, sendo o material vegetal também utilizado para fins de investigação.

1.3 LABORATÓRIOS

1.3.1 SISTEMÁTICA MOLECULAR

A maior parte do trabalho de taxonomia e da sistemática de briófitos tem como base a análise e comparação de características morfológicas. Contudo, a morfologia das espécies vegetais é fortemente influenciada pelo meio ambiente, e por tanto passível de apresentar variações em função de diferentes condições ecológicas. Este facto torna por vezes difícil a interpretação e identificação da biodiversidade, com conseqüente introdução de erros nos modelos que estabelecem as relações evolutivas entre espécies.

No entanto, se tivermos em conta que as características morfológicas apresentadas pelas plantas resultam da expressão de informação existente num código genético, o qual é característico e específico para cada espécie, é compreensível que o estudo da informação existente nesse código permite ultrapassar os condicionalismos impostos pelo meio ambiente sobre a morfologia. Este tipo de abordagem permite confrontar a informação das características morfológicas com a existente no genoma, sendo o resultado a coerência ou a incoerência dos dados. Assim, a análise genética não pressupõe substituir os estudos morfológicos, mas é utilizada numa lógica de complementaridade, de forma a melhor compreender a diversidade de espécies e as suas variações e adaptações.

Em 1999, no âmbito do projecto “Conservação de espécies vegetais prioritárias e raras do Arquipélago da Madeira” obtido através do programa Life 99 Nat/P/006431 da União Europeia, onde foram desenvolvidos estudos da variabilidade genética de algumas espécies raras e ameaçadas da Madeira, foi instalado no Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira um laboratório de sistemática molecular. Posteriormente, e através da participação do Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira em projectos financiados pelo programa INTERREG IIIB Açores-Madeira-Canárias - Projectos BASEMAC e BIOMABANC, este laboratório tem vindo a ser completado e melhor equipado.

Os trabalhos de investigação desenvolvidos no laboratório de sistemática molecular têm permitido o estudo da diversidade genética de espécies ameaçadas dos Arquipélagos da Madeira e Selvagens, cujos resultados têm tido repercussões importantes no desenvolvimento de estratégias de conservação e de gestão dos recursos vegetais naturais do Arquipélago da Madeira. Para além disso, têm também sido desenvolvidos estudos que permitem a compreensão das relações evolutivas entre espécies, abrindo novas perspectivas no estudo e compreensão da evolução da flora em ilhas, em

particular da flora das ilhas Macaronésicas. Destaca-se os estudos da diversidade genética da espécie vascular *Aichryson dumosum* e da sistemática do género de briófitos *Fissidens*.

1.3.2 CULTURA IN VITRO

O Jardim Botânico da Madeira Eng. Rui Vieira possui nas suas instalações um laboratório de cultura *in vitro* equipado com os meios técnicos e tecnológicos imprescindíveis à realização deste tipo de trabalhos. Nesta instituição a cultura *in vitro* é uma importante ferramenta no desenvolvimento de projectos conservação de recursos vegetais naturais. Tem sido utilizada na propagação de plantas, principalmente para ultrapassar problemas na reprodução de algumas espécies vegetais endémicas e indígenas do arquipélago da Madeira.

As plantas produzidas nestes trabalhos são posteriormente introduzidas na natureza, sendo os locais seleccionados de acordo com indicações específicas produzidas por estudos científicos. Dos trabalhos desenvolvidos no laboratório de cultura *in vitro*, destaca-se a cultura de embriões zigóticos de *Pittosporum coriaceum* e de *Taxus baccata*, cultura de esporos de *Polystichum drepanum* e de espécies de orquídeas indígenas e endémicas da Madeira, através de semente.

No âmbito do projecto “Conservação de espécies vegetais prioritárias e raras do Arquipélago da Madeira”, foi possível construir nas instalações do Jardim Botânico da Madeira Eng. Rui Vieira uma estufa cujas características técnicas, nomeadamente bancada aquecida, temperatura e humidade atmosférica controladas e rega automatizada, têm permitido desenvolver trabalhos de propagação vegetativa, sementeira e de aclimação de plantas obtidas através da cultura *in vitro*.

2. CASOS DE ESTUDO

2.1 SISTEMÁTICA E ECOLOGIA

2.1.1 OS MASSAROCOS NO ARQUIPÉLAGO DA MADEIRA

INTRODUÇÃO

Os massarocos são espécies arbustivas do género *Echium*, e constituem um dos casos de excepcional diversificação de espécies em ilhas oceânicas, ocorrendo distribuídas num grande número de habitats nas ilhas da Macaronésia. Ocorrem na maioria das ilhas dos arquipélagos da Madeira, Canárias e Cabo Verde, desde o nível do mar até altitudes de cerca de 2300 m. Foram classificadas vinte e oito espécies [1], das quais vinte e sete são endémicas desta região, e destas, três são endémicas do arquipélago da Madeira.

As espécies presentes em ilhas oceânicas apresentam muitas vezes características que as demarcam dos seus congéneres continentais. Entre estas características temos o carácter arbustivo típico de muitas espécies de plantas presentes em ilhas como as ilhas Havai e ilhas Juan Fernández [2]. Este estado tem sido referido nos últimos anos e por variados autores como tendo evoluído a partir de um estado herbáceo presente nas espécies ancestrais que colonizaram as ilhas macaronésicas [3, 4]. Os massarocos constituem um bom exemplo das pressões evolutivas que as ilhas exercem sobre as plantas e seres vivos em geral, moldando-os de tal forma que acabam por apresentar uma grande diversidade de formas e comportamentos reprodutivos muito diferentes das plantas que lhes deram origem. No caso dos massarocos, estes são maioritariamente perenes e arbustivos ao invés das espécies afins que ocorrem na flora circum-mediterrânica e oeste-asiática, as quais são herbáceas e anuais [3].

UMA NOVA ESPÉCIE NO SÉCULO XXI!

Os massarocos encontram-se referenciados para a ilha da Madeira desde o século XIX. A primeira referência bibliográfica de espécies arbustivas de Massaroco na ilha da Madeira data de 1782 quando Lineu f. [5] descreveu a primeira espécie de massaroco endémica da ilha da Madeira, *Echium candicans* (Figura 1). Esta espécie possui grande beleza ornamental pelo que terá sido levada pelos emigrantes madeirenses para a Califórnia, onde fugida à cultura, apresenta-se hoje em dia como uma espécie de grande cariz invasor dos ecossistemas naturais. É uma espécie de grande altitude (800-1500 m) e que apenas ocorre na ilha da Madeira. Posteriormente, mas ainda no século 19, e no ano de 1810, foi descrita uma segunda espécie de massaroco endémico das ilhas da Madeira, *E. nervosum* (Figura 2) [5]. Esta espécie apenas ocorre nas zonas de menor altitude desde o nível do mar até cerca de 300 m de altitude e em todas as ilhas do arquipélago da Madeira.

Apenas durante o ano de 2010, passados 200 anos, está prestes a ser reconhecida pela ciência uma terceira espécie de massaroco endémica do arquipélago da Madeira [6], e exclusiva da ilha do Porto Santo. O reconhecimento desta espécie resultou de um trabalho iniciado em 2000 e desenvolvido pelo Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira. A existência de novas espécies para a ilha do Porto Santo não nos surpreende pois as características geológicas, morfológicas e climáticas peculiares da ilha de Porto Santo em relação às restantes ilha do arquipélago, e o seu mais ou menos isolamento geográfico,

fizeram-nos considerar ao longo dos anos a possibilidade de serem encontradas e reconhecidas novas espécies de plantas. A espécie porto-santense será designada de *Echium portosanctensis* (Figura 3), e encontra-se restrita a apenas alguns picos da ilha do Porto Santo, nomeadamente o Pico Branco e o Pico da Gandaia.

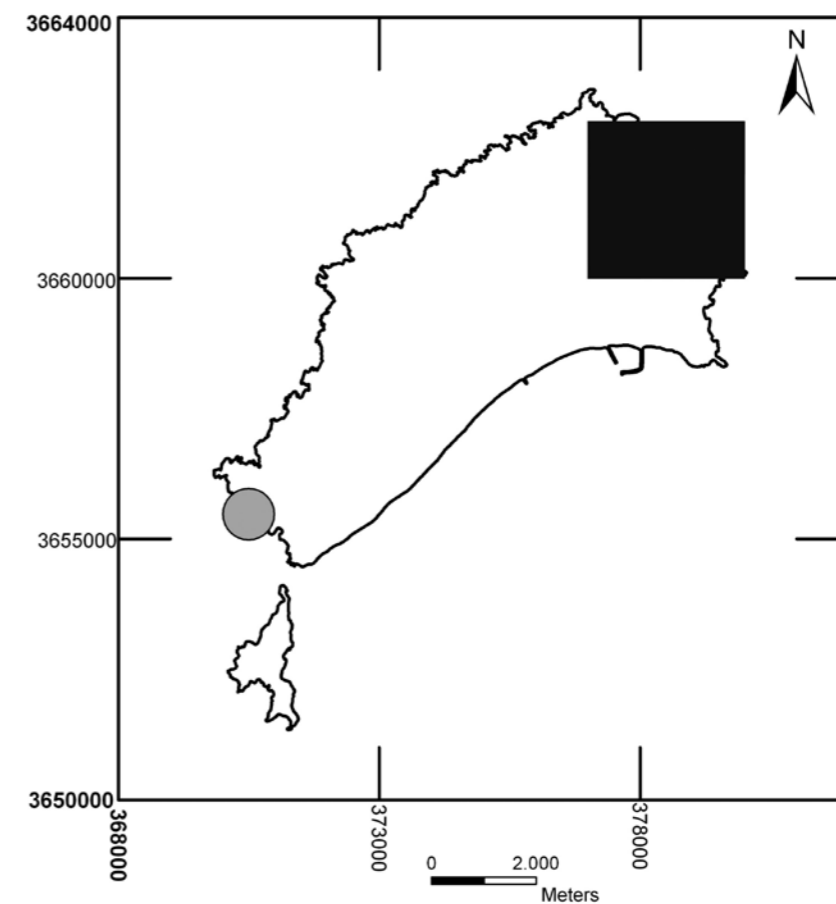


Figura 1. *Echium candicans*.

Figura 2. *Echium nervosum*.Figura 3. *Echium portosanctensis*

MASSAROCOS NA ILHA DO PORTO SANTO

A existência de Massarocos da espécie *Echium nervosum* na ilha do Porto Santo foi em 1914 referida pela primeira vez pelo botânico madeirense Carlos Azevedo Menezes [7] para o sítio do Zimbralinho (Figura 4). Por outro lado, a referência à ocorrência da espécie madeirense de grande altitude, *Echium candicans* na ilha do Porto Santo foi efectuada pela primeira vez pelo padre Costa em 1946 [8] e mencionada por outros investigadores [1, 9].

Figura 4. Mapa de distribuição de *Echium portosanctensis*.

Echium nervosum ● *Echium portosanctensis* ■

A primeira referência à existência de uma espécie distinta na ilha do Porto Santo foi efectuada pelo Engenheiro Florestal Andrada em 1974 [10]. Em 1977, o Engenheiro Rui Vieira (pers. com.) após colher um exemplar na ilha do Porto Santo que não se enquadrava em nenhuma espécie descrita reiterava as dúvidas já levantadas pelo Eng.º Andrada. O inventário florístico dos picos da ilha do Porto Santo desenvolvido por investigadores do Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira [11], também confirmou a existência de uma espécie de massaroco afim à espécie *Echium nervosum*.

Somente com a conclusão dos estudos iniciados em 2009, os investigadores do Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira concluíram pela apresentação da nova espécie ao mundo científico [6]. Assim, o género *Echium* passará dentro em breve a estar representado na Madeira pelas espécies arbustivas *E. candicans* na ilha da Madeira, *E. nervosum* nas ilhas da Madeira, Desertas e Porto Santo, e *E. portosanctensis* na ilha do Porto Santo. A forma das inflorescências das espécies de *Echium* arbustivos deu o nome comum a estas espécies, as quais apresentam uma inflorescência cilíndrica com flores azuis ou cor-de-rosa. Por outro lado, o género *Echium* ainda está representado nas ilhas da Madeira por uma espécie herbácea, *Echium plantagineum*, que possui uma distribuição mediterrânica e macaronésica, ocorrendo em todas as ilhas da Madeira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Bramwell, D. 1972. A revision of the genus *Echium* in Macaronesia. *Lagasalia*, 2 (1): 37-115.
- [2] Jose L. Panero, J. Francisco-Ortega, R. K. Jansen. & A. Santos-Guerra. 1999.
- [3] Molecular evidence for multiple origins of woodiness and a New World biogeographic connection of the Macaronesian Island endemic *Pericallis* (Asteraceae: Senecioneae). *Proceedings of the National Academy of Science*. USA, 96 (24): 13886-13891.
- [4] Böhle, U.-R., H.H. Hilger & W.F. Martin. 1996. Island colonization and evolution of the insular woody habit in *Echium* L. (Boraginaceae). *Proceedings of the National Academy of Science*. USA 93, 11740–11745.
- [5] Federico García-Maroto, Aurora Mañas-Fernández, José A. Garrido-Cárdenas, Diego López Alonso, José L. Guil-Guerrero, Beatriz Guzmán, Pablo Vargas. 2009. D6-Desaturase sequence evidence for explosive Pliocene radiations within the adaptive radiation of Macaronesian *Echium* (Boraginaceae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 52: 563–574.
- [6] Short, M.J. 1994. Boraginaceae. In: Press, J.R. & M.J. Short (eds.). *Flora of Madeira*. pp.: 276-277. HMSO. London.
- [7] Carvalho, J.A., T. Pontes, M.I. Batista-Marques & R. Jardim. 2010. A new species of *Echium* (Boraginaceae) from the island of Porto Santo (Madeira Archipelago). *Anales del Jardín Botánico de Madrid*. (in press).
- [8] Menezes, C.A. 1914. *Flora do Archipelago da Madeira (Phanerogamicas e Cryptogamicas Vasculares)*. Funchal. Typ. Bazar do Povo.
- [9] Costa, J. G. 1946. Lista Fitológica do Porto Santo. *Boletim do Museu Municipal do Funchal*, 2 (4): 65-71.
- [10] Pickering, C. H. C. 1962. A Checklist of the flowering plants and ferns of Porto Santo (Archipelago of Madeira). *Boletim do Museu Municipal do Funchal*, 15: 33-60.
- [11] Andrada, E. C. 1974. Contribuição dos serviços florestais na preservação da flora da Madeira. Secretaria de Estado da Agricultura. Lisboa.
- [12] Jardim, R., S. Fontinha & F. Fernandes. 1998. Pico Branco: a peculiar floristic site on Porto Santo island. *Boletim do Museu Municipal do Funchal*, 50 (285): 43-57.

2.1.2 O GÉNERO MUSSCHIA NO ARQUIPÉLAGO DA MADEIRA

INTRODUÇÃO

O género *Musschia* é constituído por espécies robustas, perenes e formando rosetas basais com um caule lenhoso, as folhas são bisseradas e a inflorescência muito ramificada. [1]. É um género endémico do arquipélago da Madeira pertencente à família das Campanuláceas, as quais são caracterizadas pelas suas flores em forma de campânula [1].

As primeiras referências à *Musschia*, mas como *Campanula*, remontam ao século 18, entre os anos de 1777 e 1830, e são presumivelmente baseadas em sementes levadas da Madeira para o continente europeu por Francis Masson, mas possivelmente também por outros autores [referido por 2]. Inclusivamente, Aiton, em 1789, referiu o cultivo de *Campanula aurea* L. f. (*Musschia aurea*) em Kew Gardens (Londres) [referido por 2]. No entanto, foi apenas em 1782 que Lineu f. efectuou a publicação com a descrição da espécie *Campanula aurea* L.f. [3], a qual viria a ser denominada de *Musschia aurea* por Dumortier em 1822 [4]. É uma espécie típica das zonas costeiras da ilha da Madeira e ilhas Desertas, ocorrendo desde cerca do nível do mar até cerca de 300 metros de altitude.

Em 1856, quase três quartos de século após a descrição da primeira espécie de *Musschia*, o reverendo inglês Thomas Lowe, autor da importante obra de sobre a flora da Madeira publicada em 1868: “A manual Flora of Madeira and the adjacent islands of Porto Santo and the Desertas” [5], descreveu uma segunda espécie, *Musschia wollastonii* Lowe [6]. É uma espécie restrita apenas à ilha da Madeira, estando limitada a altitudes acima dos 800 metros, fazendo parte do ecossistema Laurissilva [7].

Foi necessária a passagem de mais de um século para que uma terceira espécie deste género fosse descrita. Exemplos da nova espécie foram descobertos pela primeira vez por Isamberto Silva [8] no Porto das Moças, Deserta Grande, tendo sido identificada como *M. wollastonii*. No entanto, estudos taxonómicos e observações conduzidas *in loco*, durante os anos de 2000 e 2001, por investigadores do Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira, José A. Carvalho e Tânia Pontes, concluíram que se tratava de uma espécie completamente diferente de *M. wollastonii* da ilha da Madeira, da qual mais se aproximava em termos morfológicos. Dois exemplares de material vegetal foram colhidos e depositados no herbário do Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira MADJ. A espécie veio a ser descrita em 2007 como *Musschia isambertoii* M. Seq., R. Jardim, M. Silva & L. Carvalho [2]. Esta espécie apresenta diferenças significativas das restantes espécies no que respeita ao tipo de crescimento, habitat, ecologia, inflorescência e flor (Figuras 1-3).



Figura 1. *Musschia isambertoi*. A. Planta em roseta basal sem frutificação; B. Inflorescência compacta com três ramos que se prolongam para fora do cone invertido central; C. Flor; D. Praia adjacente à zona de ocorrência da população de *M. isambertoi*.



Figura 2. *Musschia aurea*. A. Planta; B. Inflorescência; C. Flor.



Figura 3. *Musschia wollastonii*. Flor

CARACTERIZAÇÃO ECOLÓGICA

As três espécies de *Musschia* apresentam uma diferenciação morfológica que indica a adaptação de cada uma das espécies a um tipo característico de habitat. A *Musschia wollastonii*, sendo característica da Laurissilva, apresenta folhas largas e membranosas, as quais permitem a captação do máximo de luminosidade possível num ambiente em que a luminosidade existente é muito reduzida. Esta espécie é característica de zonas de canóia aberta ou em sítios afectados por deslizamentos de terras, essencialmente em solos ricos mas bem drenados, em encostas quase verticais, em zonas sombrias e húmidas, sob condições de nevoeiro persistente, essencialmente junto a quedas de água [7].

Por outro lado, a espécie *Musschia aurea*, vulgarmente denominada de Múchia-dourada, está bem adaptada a condições secas ou sub-húmidas, às temperaturas típicas das zonas de baixa altitude e a um substrato constituído por piroclastos e cinzas vulcânicas consolidadas [9]. As suas folhas bastante mais reduzidos no seu tamanho que as da espécie anterior e bastante mais coriáceas denotam a sua perfeita adaptação a condições de grande seca e a boas condições de luminosidade. Ocorre nas fendas de rochas, quer em encostas viradas directamente para o mar quer em encostas viradas para o interior.

A *Musschia isambertoii*, estando claramente mais proximamente relacionada morfológicamente com a *Musschia wollastonii*, apresenta folhas que em tamanho e forma muito se assemelham às da espécie típica da Laurissilva. No entanto, esta nova espécie, pelas suas folhas mais suculentas e coriáceas que as da *M. wollastonii*, apresenta-se bem adaptada às condições de grande stress hídrico típicas do habitat em que ocorre. Por outro lado, a sua inflorescência sendo bastante reduzida em tamanho quando comparada com a da *M. wollastonii*, minimiza o dispêndio de energia necessário ao processo de reprodução face ao elevado stress hídrico existente e aos solos mais pobres em que ocorre. É uma espécie típica da base de encostas em que o processo de erosão é bastante acentuado, sobre depósitos com elevada capacidade de drenagem junto às praias, na Deserta Grande. A área onde ocorre é caracterizada por uma exposição a ventos fortes de nordeste com uma grande carga de água marinha.

DISTRIBUIÇÃO E HABITAT

A única localidade em que encontramos a espécie *M. isambertoii* localiza-se entre os 10 e os 50 metros de altitude, em encostas rochosas com depósito de material resultante de quebradas, na baía do Porto das Mõças, na encosta leste da Deserta Grande. Esta espécie também foi registada por Isamberto Silva (*pers. com.*) em 1992 acima do sítio dos Vermelhos a uma altitude de 350m, numa encosta basáltica da Deserta Grande. No entanto, passados alguns anos, Isamberto Silva (*pers. com.*) refere o desaparecimento do indivíduo isolado que tinha observado. A localização desta espécie em localidades distintas sugere uma distribuição muito mais alargada no passado. Contudo, a introdução de gado e coelhos logo após a colonização humana do arquipélago da Madeira, terá conduzido a uma redução acentuada do número de indivíduos e populações desta espécie, em que restariam apenas indivíduos isolados em locais inacessíveis aos mamíferos introduzidos.

A espécie *M. isambertoii* ocorre em áreas de depósito de detritos resultantes de quebradas, apresentando uma profundidade de solo adequada ao crescimento da própria planta, e apresentando uma ecologia muito mais semelhante à da *M. wollastonii*, embora as condições climáticas se aproximem muito mais das de *M. aurea*. Por outro lado, a espécie *M. aurea* é uma planta casmofítica, ou seja cujo crescimento ocorre em pequenas fissuras rochosas [2].

A espécie *M. isambertoii* apresenta um tipo de crescimento (habito) muito semelhante ao de *M. wollastonii*. Apesar das três espécies apresentarem diferenças morfológicas acentuadas entre si, as espécies de *M. wollastonii* e *M. isambertoii* aparentam possuir maiores afinidades morfológicas e ecológicas entre si do que com a espécie *M. aurea*.

A presença nas ilhas Desertas de espécies de árvores típicas da floresta Laurissilva [8] sugere que no passado existiram condições climáticas muito mais adequadas à ocorrência de outras espécies típicas da Laurissilva, nomeadamente e possivelmente de um ancestral comum à *M. wollastonii* e à *M.*

isambertoii. A modificação das condições climáticas que ocorreram nas últimas dezenas de milhares de anos [10-12] e o isolamento geográfico relativo das ilhas Desertas em relação à ilha da Madeira terá possibilitado uma evolução divergente das populações da ilha da Madeira e das populações das ilhas Desertas, resultando na formação de duas espécies distintas, uma mais adaptada a condições de maior seca e outra adaptada a condições de grande humidade. No entanto, apenas através da utilização de técnicas moleculares utilizando o DNA e a posterior análise filogenética (análise das relações de parentesco) poderemos conhecer com maior certeza a história evolutiva destas espécies tão peculiares do arquipélago da Madeira.

POLINIZAÇÃO

A observação de grande número de indivíduos da lagartixa endémica, *Lacerta dugesiimauli* Mertens, durante os trabalhos de campo efectuados por José A. Carvalho & Tânia Pontes em 2000 e 2001, e confirmados em trabalhos mais recentes [2], indiciam o seu grande papel na polinização das flores de *Musschia isambertoii*. Estas observações sobre a *M. isambertoii* estão de acordo com diversos autores que se referem ao importante papel das lagartixas na polinização de flores [13, 14] ou na dispersão de sementes de *M. aurea*.

ESTATUTO DE CONSERVAÇÃO

A espécie *M. isambertoii* é extremamente rara, sendo conhecida apenas numa única localidade na ilha da Deserta Grande. Em 1992, é referida pela primeira vez a existência de 5 plantas no Porto das Moças [8]. Passados nove anos, durante os estudos e observações realizadas *in loco* por José A. Carvalho & Tânia Pontes (*pers. com.*), foram contabilizados 30 indivíduos adultos (Figura 1). Estas observações demonstram inequivocamente um aumento substancial do número de indivíduos desde a primeira contabilização efectuada em 1992 [8]. Esta espécie encontra-se claramente inserida numa das categorias da União Internacional para a Conservação da Natureza [15] mais ameaçadas de extinção, ou seja é uma espécie criticamente ameaçada (CR) com base no reduzido tamanho das suas populações, uma única localidade e uma população com um número de indivíduos adultos inferior a 50. As perspectivas de sobrevivência desta espécie são ainda incertas. Se por um lado existiu um aumento do tamanho populacional com a redução do número de cabras e a erradicação dos coelhos (Isamberto Silva, *pers. com.*), levando a um aumento da área de ocupação potencial. Por outro lado, o recente aumento do número de cabras (Isamberto Silva, *pers. com.*) tem levado novamente à redução de muitas espécies endémicas. Adicionalmente, a existência de uma única população eleva o risco de extinção a curto prazo devido a acontecimentos imprevisíveis, tais como deslizamento de terras ou derrocadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Turland, N.J. *Musschia*. In: Press, J.R. and Short, M. Flora of Madeira. 1994. HMSO. London.
- [2] Sequeira, M. M., R. Jardim, M. Silva & L. Carvalho. 2007. *Musschia isambertoi* M. Seq., R. Jardim, M. Silva, L. Carvalho (Campanulaceae), a new species from the Madeira Archipelago (Portugal). *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 64 (2): 135-146.
- [3] Linnaeus f., C. 1782. Supplementum Plantarum Systematis Vegetabilium Editionis Decimae Tertiae, Generum Plantarum Editiones Sextae, et Specierum Plantarum Editionis Secundae. Editum a Carolo a Linné. Brunsvigae.
- [4] Dumortier, B.C. 1823. Commentationes botanicae. Observations botaniques, dédiées à la Société d'Horticulture de Tournay par B.C. Dumortier. Tournay : Imprimerie Ch. Casterman.
- [5] Lowe, R. T. 1868. A manual Flora of Madeira and the adjacent islands of Porto Santo and the Desertas. London.
- [6] Lowe, R.T. 1856. Species Plantarum Maderensium quaedam Novae, vel hectenus ineditae, breviter descriptae. *Hooker's journal of botany and Kew Garden miscellany*, 8: 289-302.
- [7] Carvalho, J.A. & A. Culham. 1998. Conservation Status and Preliminary Results on the Phylogenetics of *Isoplexis* (Lindl.) Benth. (Scrophulariaceae): An Endemic Macaronesian Genus. *Boletim do Museu Municipal do Funchal*, sup. no. 5: 109-127.
- [8] Neves, H.C., I. Silva, C. Palmeira. 1992. Contributions to the knowledge of the flora of Desertas Islands. *Bocagiana*, 163:1-21.
- [9] Costa, J. C., J. Capelo, R. Jardim, M. Sequeira, D. Espírito-Santo, M. Lousã, S. Fontinha, C. Aguiar & S. Rivas-Martinez. Catálogo sintaxonómico e florístico das comunidades vegetais da Madeira e Porto Santo. In Capelo, J. 2004. A paisagem vegetal da ilha da Madeira. *Quercetea*, 6: 3-200. ALFA. Lisboa. Portugal.
- [10] Fauquette, S., J.P. Suc, J. Guiot, F. Diniz, N. Feddi, Z. Zheng, E. Bessais & A. Drivaliari. 1999. Climate and biomes in the West Mediterranean area during the Pliocene. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 152: 15–36.
- [11] Geldmacher, J., P.V.D. Bogaard, K. Hoernle & H.U. Schmincke. 2000. New 40 Ar/39 Ar dating of the Madeira archipelago and hot spot track (easternNorthAtlantic). *Geochem. Geophys. Geosys.* 1,1999GC000018.
- [12] Meco, J., J. Ballester, J.F. Betancort, A. Cilleros, S. Scaillet, H. Guillou, J.C. Carracedo, A. Lomoschitz, N. Petit Maire, A.G.J. Ramos, N. Perera & J.M. Meco. 2006. Paleoclimatología del Neógeno en las Islas Canarias. Geliense, Pleistoceno y Holoceno. Ministério de Médio Ambiente- Universidad de las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria.
- [13] Elvers, I. 1978. The Madeiran lizard - flower connection observed in a natural habitat. *Botaniska Notiser*, 131 (1): 159-160.
- [14] Olesen, J.M. & A. Valido. 2003. Lizards as pollinators and seed dispersers: an island phenomenon. *Trends in Ecology and Evolution*, 18: 177-181.
- [15] IUCN. 2001. IUCN Red List Categories. Switzerland.

2.1.3 *TEUCRIUM FRANCOI* M. SEQ., CAPELO, J.C. COSTA & R. JARDIM: UMA NOVA ESPÉCIE PARA A FLORA DA MADEIRA.

Este artigo é na quase totalidade baseado no artigo científico listado na bibliografia com a referência [1]. Ao longo do texto foram introduzidos dados de outros documentos, os quais aparecem com uma referência numérica para a respectiva correspondência na bibliografia.

O arquipélago da Madeira, devido à sua história climática, localização geográfica relativa aos restantes arquipélagos da Macaronésia e ainda aos continentes Africano, Europeu e Americano, bem como pela orografia particular das ilhas, reúne um conjunto de condições ecológicas particulares que determinaram a existência de uma biodiversidade variada e com elevado grau de endemismo [2, 3].

A flora da Madeira é presentemente constituída por 1226 táxones, dos quais 157 são endémicos [2]. A maior parte destas espécies vegetais ocorrem na ilha da Madeira, onde uma orografia muito particular permite a existência de habitats importantes, que possibilitam a manutenção de um elevado número de espécies, comunidades vegetais e mosaicos de vegetação, algumas únicas no mundo e de elevado interesse científico.

Um dos géneros com maior interesse científico na Madeira é o género *Teucrium*. Este género pertence à família *Lamiaceae*, que reúne várias espécies que têm como uma das principais características a produção de óleos essenciais, sendo por tal frequentemente plantas aromáticas e com larga utilização na medicina tradicional e culinária.

Na flora da Madeira, a família *Lamiaceae* é a terceira família com maior número de táxones endémicos, 11 dos quais são endemismos exclusivos da Madeira e outros 4 comuns entre os arquipélagos da Macaronésia [3].

A nível mundial, o género *Teucrium* é constituído por aproximadamente 300 espécies, distribuídas principalmente pela região mediterrânica da Europa, África do Norte e regiões temperadas da Ásia [4]. O género encontra-se subdividido em várias secções, que agrupam as várias espécies tendo em conta semelhanças entre caracteres morfológicos. Uma destas secções – *Teucriopsis* – é endémica dos arquipélagos da Madeira e Canárias e inclui a maior parte das espécies que ocorre nestes arquipélagos [1, 5].

Na Macaronésia, e considerando apenas os arquipélagos de Canárias, Madeira e Açores, o género *Teucrium* é constituído por 7 taxa, sendo 4 endémicos da Madeira; três espécies; *Teucrium abutiloides* L'Hér., *Teucrium betonicum* L'Hér., *Teucrium francoi* M. Seq., Capelo, J.C. Costa & R. Jardim são exclusivas da ilha da Madeira, e uma subespécie *Teucrium heterophyllum* L'Hér. subsp. *heterophyllum* é comum à ilha da Madeira e às Desertas [2, 5, 6, 7].

Até ao início de 2008, apesar do número de espécies deste género na Madeira ser o mesmo que o actual, a espécie *Teucrium francoi* não era conhecida. As plantas presentemente identificadas como esta espécie eram determinadas como *Teucrium scorodonia* L., espécie cuja distribuição está limitada à Europa e África do norte e onde estão descritas várias subespécies [1]. Contudo, e apesar de *Teucrium scorodonia* ser considerada para a flora da Madeira há vários anos, num trabalho recente sobre a flora da Madeira foi referido pelos autores que as plantas determinadas como *Teucrium scorodonia* não correspondiam facilmente a alguma das várias subespécies conhecidas para esta espécie, fazendo assim uma alusão, embora indirecta, às importantes diferenças morfológicas das plantas encontradas na Madeira [1, 8].

Recentemente, no âmbito de estudos da vegetação da Madeira, desenvolvidos por uma equipa de investigadores de várias instituições nacionais e regionais, das quais se destaca o Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira, foram colhidos alguns exemplares de uma espécie de *Teucrium* nas montanhas da ilha da Madeira, tradicionalmente identificada como *Teucrium scorodonia*. Contudo, a presença nestas plantas de um indumento pouco característico para esta espécie, pelo menos quando comparado com material da mesma espécie com origem na Europa continental, e que conferia à planta uma cor amarelada indicou aos investigadores, familiarizados com o aspecto típico de *Teucrium scorodonia* da Europa continental, que este material vegetal poderia não pertencer à classificação usualmente aceite na Madeira, merecendo portanto um estudo mais atento.

O termo indumento acima mencionado refere-se ao conjunto de pêlos (também designados de tricomas), glândulas, escamas ou outras estruturas que cobrem a superfície dos órgãos de uma planta [9]. No género *Teucrium*, os pêlos podem ser glandulares ou não glandulares [4]. Os não glandulares são geralmente pequenos filamentos e a sua função prende-se principalmente com a protecção dos órgãos da planta. Por outro lado, os pêlos glandulares têm capacidade de segregar substâncias químicas que são muitas vezes responsáveis pela cor, odor e sabor das plantas.

Do ponto de vista ecológico, os pêlos glandulares e seus produtos têm sido associadas a funções de protecção, como por exemplo repelindo animais herbívoros, ou ainda como agentes favorecedores da polinização, atraindo insectos ou outros vectores polinizadores [4, 10].

Para além destas funções, vários estudos científicos têm mostrado que o estudo da micro-morfologia dos tricomas, sejam glandulares ou não glandulares, bem como o tipo de distribuição destas estruturas nos vários órgãos de uma planta permite em muitos casos a distinção de diversidade de espécies dentro de um género taxonómico. No género *Teucrium*, assim como noutros géneros da família *Lamiaceae*, é uma das características com grande relevância taxonómica [1, 5]. Em geral, a micro-morfologia dos tricomas refere-se ao número e tamanho das células que compõem os tricomas, à espessura das paredes celulares e existência de micro-papilas (ornamentações na parede celular), à forma dos tricomas e ainda à sua orientação em relação à epiderme dos órgãos da planta [1, 5].

Existem inúmeros tipos destas estruturas e combinações de distribuição nas superfícies dos órgãos das plantas. Especificamente no que se refere ao género *Teucrium*, têm sido feitos alguns estudos exclusivamente sobre este tema descrevendo pelo menos 25 tipos diferentes de tricomas [5].

As observações feitas no campo pelo grupo de investigadores foram posteriormente, e numa primeira fase, reinvestigadas no laboratório, mediante uma análise microscópica do material vegetal por eles colhido nas montanhas da Madeira, bem como do existente nos herbários MADJ (Herbário do Jardim Botânico da Madeira – Eng. Rui Vieira), MADM (Herbário do Museu Municipal do Funchal) e MA (Real Jardim Botânico de Madrid) colhido na Madeira e identificado como *Teucrium scorodonia*. Nestas amostras foi observada a presença constante e invulgar de pêlos glandulares longos, característica não observada em *Teucrium gr. scorodonia* (nome referente ao grupo de subespécies da espécie *Teucrium scorodonia*), e ainda algumas características na flor inconsistentes com as encontradas em *Teucrium gr. scorodonia*. Na realidade, os dados obtidos apontavam para que este material vegetal se tratasse de uma outra espécie, sendo que as diferenças observadas sugeriam ser uma nova espécie do género *Teucrium* para a ciência [1].

O passo seguinte foi efectuar um estudo mais exaustivo do material vegetal da nova espécie, comparando os índices biométricos de vários caracteres morfológicos desta espécie com os de outras espécies mais similares, nomeadamente *Teucrium gr. scorodonia*, *T. pseudoscorodonia* Desf., *T. siculum* Guss. e *T. kotschyannum* Poech, por forma a determinar com suporte estatístico quais as características morfológicas diagnosticantes e distintivas para a espécie nova [1].

Este trabalho envolveu a observação de vários exemplares destas espécies provenientes de várias localidades. O estudo incluiu análises das características morfológicas à lupa, onde foram feitas medições dos caracteres da planta seleccionados para o estudo, bem como o registo fotográfico das características que se revelassem distintivas. Considerando a pequena dimensão das estruturas que constituem o indumento e a indiciada elevada importância que teriam na distinção desta espécie, foi também utilizada a microscopia electrónica de varrimento para os melhor estudar. A elevada capacidade de ampliação deste equipamento, bem como a elevada resolução e definição das imagens produzidas por esta técnica permite visualizar com grande detalhe a morfologia destas estruturas e assim proceder à sua adequada distinção e classificação.

Os resultados deste trabalho de comparação biométrica confirmaram as observações iniciais e revelaram diferenças importantes entre as plantas da espécie nova e as outras incluídas no estudo, sendo essas diferenças mais significativas ao nível do indumento, do tamanho e forma das folhas e ao nível de algumas partes da flor, que são a seguir apresentadas:

- O indumento desta nova espécie reúne vários detalhes que o tornam distinto do observado noutras espécies do género *Teucrium* mais afins e consideradas neste estudo. Alguns pormenores do indumento observado nas folhas e flores são apresentados nas alíneas a seguir. Contudo, em geral, o indumento desta nova espécie destaca-se pela elevada densidade dos tricomas sobre toda a planta, bem como a tipologia destas estruturas, observando-se quatro tipos de tricomas glandulares; três simples (A1, A2, A3) e um séssil (B). Por outro lado, as outras espécies estudadas mais similares à nova espécie apresentam uma tipologia de tricomas muito diferente, nomeadamente: *Teucrium scorodonia* (tricomas tipo G3, F5, E, D, B) e a espécie *Teucrium pseudoscorodonia* (tricomas tipo G3, B, E, D e A1). Também, estas espécies apresentam diferentes padrões de distribuição destes tricomas em várias partes da planta [1];
- Os ramos vegetativos da nova espécie apresentam uma elevada densidade de tricomas, sendo mais frequentes os tricomas sesseis do que os glandulares longos. Estas características revelam-se únicas para esta nova espécie, tendo como referência de comparação as outras espécies estudadas [1];
- As folhas da nova espécie apresentam forma cordada (coração) e são maiores do que as apresentadas pelas espécies mais próximas – *Teucrium scorodonia* e *Teucrium pseudoscorodonia* – consideradas no estudo. Nas folhas, destaca-se ainda o padrão de cobertura de tricomas nomeadamente; a face inferior da folha (face abaxial) apresenta tricomas sesseis distribuídos por toda a lâmina foliar e tricomas glandulares longos apenas junto à nervura, tendo a face superior da folha (face adaxial) uma distribuição contrária, ou seja, tricomas glandulares longos sobre toda a lamina foliar e os sesseis mais concentrados junto à nervura. Estas características revelam-se muito distintas das apresentadas pelas outras espécies utilizadas no estudo comparativo, quer ao nível do tipo de tricomas observados, quer na sua distribuição e frequência relativa sobre as folhas [1];

- A inflorescência encontra-se coberta por tricomas glandulares longos e por tricomas glandulares sésseis, sendo estes últimos os mais abundantes;
- Na flor, as diferenças principais da nova espécie são observadas ao nível de algumas das suas estruturas, nomeadamente nas brácteolas, no cálice e na corola. Em geral, estas estruturas nesta nova espécie são maiores do que as observadas nas outras espécies utilizadas no estudo comparativo. Na nova espécie, as brácteolas distinguem-se ainda pela sua forma deltóide, sendo ovadas a lanceoladas nas outras espécies. No cálice e corola, são ainda observadas diferenças importantes ao nível do indumento, diferenças essas relacionadas com o tipo de tricomas existentes, bem como a frequência e distribuição relativa dessas estruturas sobre as peças florais [1].

Desta forma, o tratamento estatístico dos dados biométricos recolhidos para as várias espécies estudadas e a sua comparação confirmaram e suportaram, com um elevado grau de confiança, as observações iniciais de que as plantas da Madeira, anteriormente identificadas como *Teucrium scorodonia* não pertencem a este táxone. Ainda, as diferenças encontradas sustentam uma diferenciação taxonómica das plantas da Madeira ao nível de espécie [1].

Assim, tendo em conta estes estudos, foi possível excluir a espécie *Teucrium scorodonia* da flora da Madeira, sendo à nova espécie atribuída o nome *Teucrium francoi*. O restritivo específico “francoi” é decorrente de uma homenagem dos descritores da espécie a João Manuel António Paes do Amaral Franco, um dos principais contribuidores para a taxonomia vegetal em Portugal. O exemplar tipo de *Teucrium francoi*, material vegetal a partir do qual a descrição da espécie foi baseada, encontra-se depositado na colecção de Herbário da Universidade da Madeira (MA), havendo um isotipo (duplicado do material tipo) na colecção de herbário do Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira, colecção MADJ [1].



Figura 1. *Teucrium francoi*. a) aspecto da planta; b) pormenor da flor (Foto retirada do artigo de Sequeira et al., 2008).

As prospeções realizadas na natureza no sentido de determinar qual a área de distribuição de *Teucrium francoi* revelaram que esta espécie ocorre apenas na Bica da Cana, Pico do Areeiro e Pico Ruivo, sendo portanto endémica da ilha da Madeira e em especial destas localidades, onde encontra-se restrita a um habitat muito particular [1].

Alguns estudos sobre a vegetação da Madeira, desenvolvidos com a participação de técnicos do Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira, identificaram uma floresta indígena que existe apenas nas montanhas mais altas da ilha da Madeira. Esta floresta, cientificamente denominada de *Polysticho falcinelli-Ericetum arboreae*, é dominada pela espécie *Erica arborea* (urze molar ou urze arbórea), embora no passado tenha sido co-dominada pela *Juniperus cedrus* subsp. *maderensis* (cedro-da-Madeira), da qual restam poucos exemplares devido à utilização da madeira na construção e como carvão.

Presentemente, o Urzal de Altitude, nome comum desta comunidade florestal, é raro e encontra-se limitado a algumas áreas restritas do maciço montanhoso central, geralmente em zonas com bolsas de solos mais profundos. Contudo, esta comunidade vegetal deverá ter sido no passado e em área ocupada o principal habitat do Paul da Serra [2].

Algumas clareiras e zonas limítrofes desta floresta são os locais onde são encontradas plantas de *Teucrium francoi*. Estas comunidades vegetais apresentam-se dominadas por esta espécie, a qual destaca-se pela cor amarelada das plantas. As populações de *Teucrium francoi* revelam-se na generalidade pequenas, em alguns casos com menos de 10 indivíduos, sendo a área total de ocorrência desta espécie na Madeira estimada em aproximadamente 16 km² [1].

Pela aplicação dos critérios da Lista Vermelha da IUCN; critérios que avaliam o risco de extinção de uma espécie tendo em conta vários factores, como por exemplo; tamanho da população, área de distribuição geográfica, taxa de declínio, e ainda o grau de distribuição e fragmentação da população, a espécie *Teucrium francoi*, fundamentalmente com base nos dados actuais de distribuição e tamanho das populações, obtém a classificação de vulnerável (VU). Neste âmbito, é legítimo inferir que a pressão exercida durante muito tempo pela pastorícia desordenada no habitat de *Teucrium francoi* e áreas circundantes teria provocado o declínio da distribuição original desta espécie e travado a sua possível recuperação posterior, situação que certamente tenderá a se alterar com a recente retirada do gado das serras da Madeira [1].

Relativamente à origem e evolução desta espécie na Madeira, há que ter em conta as seguintes observações para obter uma possível explicação: todos os taxa do género *Teucrium* existentes na Madeira são endémicos do arquipélago; três táxones encontram-se incluídos na secção *Teucriopsis*, que é endémica da Macaronésia, e partilham entre si um hábito arbustivo, característica de resto pouco comum no género *Teucrium*; *Teucrium francoi* apresenta um hábito herbáceo, é taxonomicamente mais próxima de *Teucrium scorodonia* e é a única espécie da secção *Scorodonia* na Madeira.

Tendo em conta estes factos, é considerado pouco provável que a origem de todos os táxones do género *Teucrium* na Madeira tenha resultado de um único evento de colonização. Para os três táxones endémicos da secção *Teucriopsis*, a origem a partir de um único evento de colonização parece aceitável. Contudo, no caso de *Teucrium francoi*, parece provável que esta espécie tenha resultado de uma colonização mais recente, a partir de uma região com afinidades com a floresta temperada da região Holoártica, região que se tem revelado de grande significância nas análises biogeográficas e filogenéticas da secção *Scorodonia* na Macaronésia [1].

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] M. M. Sequeira, J.H. Capelo, J.C. Costa & R. Jardim. 2008. *Teucrium francoi* M. Seq., Capelo, J.C. Costa & R. Jardim, a new species of *Teucrium* gr. *scorodonia* (Lamiaceae) from Madeira, *Botanical Journal of the Linnean Society*, Vol 156(4): 639-647.
- [2] Capelo, J., M. M. Sequeira, R. Jardim, & J.C. Costa, J. 2004. Guia da excursão geobotânica dos V Encontros ALFA 2004 à ilha da Madeira. In: Capelo, J. A paisagem vegetal da ilha da Madeira. pp. 5 -45. *Quercetea*, 6: 3 -200.
- [3] Jardim, R. & M. Sequeira. 2008. As Plantas Vasculares (Pteridophyta e Spermatophyta) dos Arquipélagos da Madeira e das Selvagens. In: Borges, P. A. V., C. Abreu, A. M. F. Aguiar, P. Carvalho, R. Jardim, I. Melo, P. Oliveira, C. Sérgio, A. R. M. Serrano & P. Vieira (eds.). A list of the terrestrial fauna and flora from Madeira. Direcção Regional do Ambiente da Madeira and Universidade dos Açores, Funchal and Angra do Heroísmo.
- [4] Barroso, J. G., L.G. Pedro, A.C. Figueiredo, T. Antunes, I. Sevinate-Pinto, J.J.C. Scheffer. 1993. The essential oils of two endemic *Teucrium* species from Madeira: *T. abutiloides* L'Hér. and *T. betonicum* L'Hér. *Flavour and Fragrance*, 8 (5): 277-280.
- [5] Navarro T, J. Oualidi. 2000a. Trichome morphology in *Teucrium* L. (Labiatae). A taxonomic review. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 57: 277–297.
- [6] Gaisberg M. 2000. A revision of *Teucrium heterophyllum* L'Her. (Lamiaceae) with two new subspecies of the Canary Islands. *Willdenowia*, 30: 263–271.
- [7] Borges, P.A.V., R. Cunha, R. Gabriel, A.M.F.Martins, L. Silva & V. Vieira (Eds.). 2005. A list of the terrestrial fauna (Mollusca and Arthropoda) and flora (Bryophyta, Pteridophyta and Spermatophyta) from the Azores. Direcção Regional de Ambiente and Universidade dos Açores, Horta, Angra do Heroísmo and Ponta Delgada.
- [8] Press J. 1994. *Teucrium* L. In: Press J & M.J. Short (eds.). Flora of Madeira. London: Natural History Museum. pp.: 281–283.
- [9] Font Quer, P. 1985. Dicionário de Botânica. Editorial Labor. Espanha.
- [10] Antunes, T. & I. Sevinate-Pinto. 1991. Glandular trichomes of *Teucrium scorodonia* L. Morphology and histochemistry. *Flora*, 185: 65–70.

2.1.4 UMA EXPLICAÇÃO PARA A DISTRIBUIÇÃO MUNDIAL PECULIAR DO GÉNERO *ECHINODIUM* (BRYOPSIDA: ECHINODIACEAE): EVOLUÇÃO INDEPENDENTE NA MACARONÉSIA E AUSTRÁLIA.

Este artigo é na quase totalidade baseado no artigo científico listado na bibliografia com a referência [1]. Ao longo do texto foram introduzidos dados de outros documentos, os quais aparecem com uma referência numérica para a respectiva correspondência na bibliografia.

A originalidade da flora Macaronésica é em grande medida resultante da localização geográfica dos arquipélagos que constituem esta região. A posição geográfica desta região biogeográfica, intermédia entre os continentes Europeu, Africano e Americano, permitiu a coexistência na Macaronésia de espécies relacionadas com a flora destas regiões biogeográficas bem distintas. Para além disso, a localização geográfica da região Macaronésica permitiu também que os arquipélagos constituintes não fossem significativamente afectados pelas sucessivas crises climáticas ocorridas desde o final do período Terciário (há cerca de 2.8 milhões de anos) e no Quaternário (há cerca de 18000 anos), que incluíram glaciações, alterações significativas dos períodos de precipitação, aumento global da secura e dos fenómenos de desertificação do Saara, fazendo desta região um local extremo das vias de dispersão e privilegiado para a sobrevivência de grande número de espécies relíquias [2].

Na realidade, parte da flora Macaronésica é em geral interpretada como representando vestígios da vegetação subtropical de uma unidade fitogeográfica existente no sul da Europa e do Norte de África (actual bacia do mediterrâneo) no período do Terciário, presentemente extinta ou relictual nestes locais, mas suportada pela ocorrência de um vasto espólio de fósseis. O exemplo mais importante desta flora relíquias que ainda persiste no território Macaronésico é a Laurissilva, da qual se destacam as espécies arbóreas dominantes e também alguns pteridófitos e briófitos como os principais elementos dessa flora Terciária [2].

Os briófitos são um grupo de plantas que incluem os musgos, hepáticas e antocerotas e constituem o segundo maior grupo de plantas terrestres. Estas plantas caracterizam-se por não produzirem flores e sim um esporófito, por não produzirem sementes e sim esporos e por não apresentarem vasos condutores, sendo por tal as plantas geralmente de pequeno porte [3].

A ilha da Madeira, devido ao seu relevo particular inclui uma elevada diversidade de habitats, sendo por isso a ilha do arquipélago da Madeira que reúne a maior diversidade de espécies de briófitos. Aqui, é na Laurissilva onde encontramos a maior diversidade e cobertura de espécies [3]. É também neste ecossistema onde encontramos três espécies de um género de musgo; *Echinodium*, que desde há mais de um século tem intrigado os briólogos devido à distribuição muito peculiar das espécies a nível mundial [1, 4].

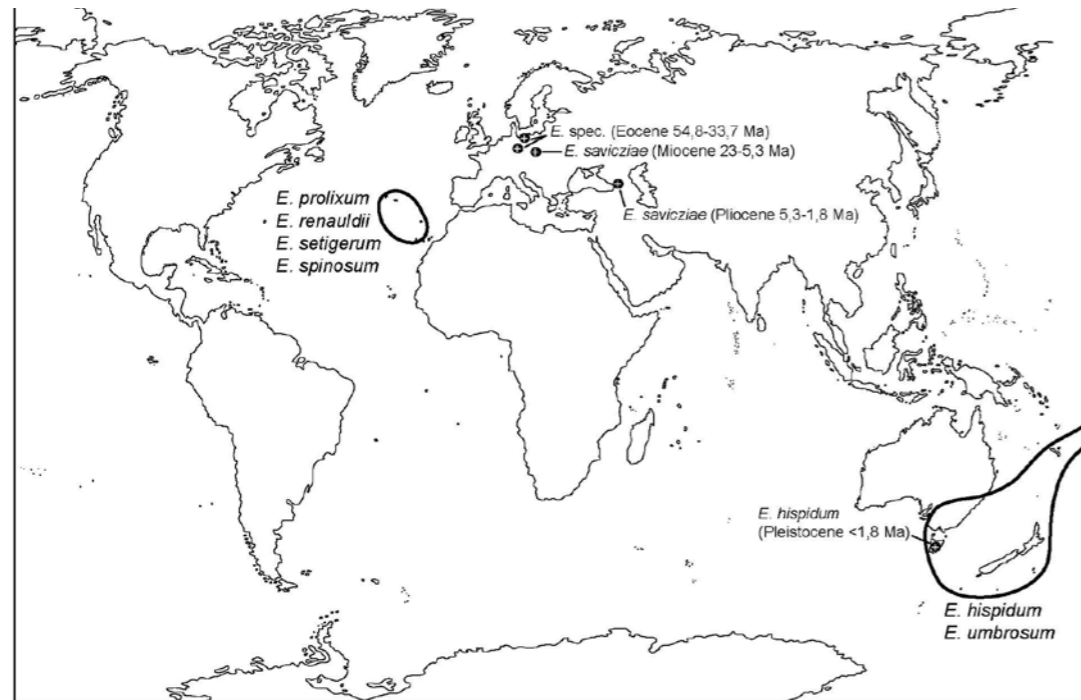


Figura 1. Distribuição mundial das espécies do género *Echinodium*.

Echinodium é o único género da família *Echinodiaceae* e é constituído por 7 espécies; seis extantes e uma já extinta [1, 4]. Das espécies extantes, quatro encontram-se restritas à Macaronésia; *E. prolixum* (Mitt.) Broth. na Madeira e Açores, *E. spinosum* (Mitt.) Jur. na Madeira e Canárias, *E. setigerum* (Mitt.) Jur. endémica da Madeira e *E. renauldii* (Card.) Broth. endémica dos Açores, sendo as duas restantes restritas à região da Austrália; *E. hispidum* (Hook. f. & Wils.) Reichardt na Austrália Oriental, Nova Zelândia e Nova Caledónia, *E. umbrosum* (Mitt.) A. Jaeger na Nova Zelândia e Ilhas Fiji [1, 4].

A espécie extinta, *E. savicziae* A. Abr. & I. Abr., foi descrita a partir de material fossilizado, encontrado em escavações arqueológicas realizadas na região da Europa Central, nomeadamente na Geórgia e na Polónia, tendo sido datadas ao período médio e final do Terciário. É por tanto compreensível que o género *Echinodium* seja evolutivamente antigo e que tenha tido no passado uma distribuição mais alargada que a actual. Estes dados são ainda apoiados pela informação da distribuição actual das espécies deste género, na Macaronésia restrita à Laurissilva, floresta relíquia do Terciário e na altura existente na Europa, e na Austrália, restrita às florestas temperadas e sub-tropicais [1, 4].

As espécies do género *Echinodium* encontram-se bem caracterizadas ao nível da sua morfologia e ecologia, sendo a sua taxonomia e sistemática determinada pelas características morfológicas [4, 5, 6]. Pertencem a um grupo de musgo denominado de pleurocárpico, caracterizado pelo hábito frequentemente rastejante das plantas e pelos esporófitos serem laterais nos ramos e portanto não interrompendo o crescimento apical [3]. Em geral, as espécies do género *Echinodium* (Figura 2) distinguem-se pelo aspecto dendroide das plantas (semelhante a uma pequena árvore), com os filídeos triangulares que se estreitam abruptamente da base ou a partir de 1/3 da lâmina foliar para uma subula (ponta fina e comprida) longa, na maior parte das espécies formada apenas pela nervura que se prolonga muito para além do ápice do filídeo [1, 3, 4].



Figura 2. Espécies do género *Echinodium* do arquipélago da Madeira. a) *Echinodium setigerum*; b) *Echinodium spinosum*; c) *Echinodium prolixum*

Apesar da boa caracterização das espécies do género *Echinodium*, alguns trabalhos de investigação efectuados a partir de estudos das características morfológicas concluíram que certas espécies do género *Echinodium*, nomeadamente *E. prolixum*, poderiam pertencer a outros géneros [1, 4, 5]. Também, não é clara como a família *Echinodiaceae* se relaciona com outras famílias do grupo dos musgos pleurocárpicos [1, 4, 5].

Para além disso, a distribuição disjunta das espécies extantes do género *Echinodium*, com um grupo restrito às ilhas de origem vulcânica da Macaronésia e um outro à região da Austrália, tem durante anos intrigado investigadores, que procuraram respostas às questões sobre a forma como estariam relacionadas estas espécies e quais seriam os processos que conduziram a este tipo de distribuição tão peculiar [1, 4].

Nesse sentido, e tendo em conta as limitações existentes e impossíveis de ultrapassar com os estudos de características morfológicas das espécies do género *Echinodium*, este estudo foi desenvolvido com o objectivo de utilizar as técnicas de análise genética no sentido de avaliar: a validade das características morfológicas que definem o género *Echinodium*; as relações sistemáticas e evolutivas das espécies *Echinodium*; e desenvolver uma hipótese que explique a distribuição disjunta peculiar das espécies extantes deste género [1].

O estudo foi conduzido por investigadores da Universidade de Leiden, Holanda, e da Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências, com a colaboração de instituições regionais, das quais se destaca a participação do Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira e do Parque Natural da Madeira.

A metodologia deste estudo teve como base a determinação das sequências de porções do ADN do cloroplasto e do ADN do núcleo da célula de diferentes espécies, pertencentes ao género *Echinodium* e a vários outros géneros de musgos pleurocárpicos, identificadas com base nas características morfológicas. Depois, as sequências das mesmas zonas do ADN de espécies diferentes foram comparadas entre si e avaliadas as diferenças existentes. Com base nesta informação foi possível determinar se as espécies caracterizadas morfológicamente eram ou não espécies distintas e qual o grau de diferença existente entre as espécies diferentes e inferir qual a sua relação evolutiva.

A informação obtida a partir do ADN indica que as seis espécies do género *Echinodium* estão distribuídas por três grupos bem distintos e com elevado suporte estatístico. Estes resultados indicam que algumas espécies do género *Echinodium* pertencem na realidade a outros géneros, hipótese anteriormente já avançada por alguns investigadores, tendo com base análises de caracteres morfológicos.

Um desses grupos é constituído por três das quatro espécies *Echinodium* da Macaronésia, nomeadamente, *E. spinosum*, *E. setigerum* e *E. reunaldii*, outro grupo formado pelas espécies *E. hispidum* e *E. umbrosum* da Austrália e onde estão incluídas outras espécies estudadas, e um outro grupo formado pela espécie Macaronésica *E. prolixum*, onde também estão incluídas outras espécies de musgos utilizados no estudo.

As espécies do primeiro grupo, *E. spinosum*, *E. setigerum* e *E. reunaldii*, são reveladas como muito próximas entre si no nível molecular. Na realidade, estas espécies apresentam maiores semelhanças entre si também a nível morfológico e ecológico, sendo por exemplo alguns espécimes de *E. spinosum* e *E. setigerum* por vezes difíceis de distinguir morfológicamente numa primeira análise. As três espécies deste grupo ocorrem em áreas húmidas e sombrias em vales fechados na floresta Laurissilva. *E. setigerum* e *E. reunaldii* crescem preferencialmente sobre rochas, enquanto que *E. spinosum*, a espécie mais

frequente das três deste grupo, cresce sobre o solo, rochas e até sobre os troncos das árvores. A partir destes dados foi possível inferir acerca da probabilidade das espécies edémicas terem evoluído a partir de *E. spinosum* em condições ecológicas muito particulares.

E. spinosum é a espécie tipo do género *Echinodium*, ou seja, foi a partir de material vegetal desta espécie que o género *Echinodium* foi descrito como distinto de outros afins. A nível molecular, o estudo indica que esta espécie, bem como as outras duas próximas, não apresentam proximidade com outros géneros e famílias do grupo dos musgos pleurocárpicos considerados no estudo. Esses dados apontam para que estas três espécies sejam as únicas espécies pertencentes ao género *Echinodium* e o que efectivamente resta deste género no planeta.

A espécie *E. prolixum*, existente na Macaronésia foi revelada no nível molecular como muito distinta das outras espécies que constituem o género *Echinodium* da Macaronésia e da Austrália. A nível morfológico, *E. prolixum* é a espécie que mais se destaca das outras espécies *Echinodium*, principalmente devido à forma do filídeo e à posição terminal da nervura no ápice do filídeo. A nível ecológico também são observadas grandes diferenças, apresentando esta espécie uma grande amplitude ecológica ao contrário das outras do género. Na Madeira e Açores *E. prolixum* é a mais frequente de todas as espécies do género *Echinodium*, sendo que na Madeira, embora seja mais comum na Laurissilva, encontra-se também em áreas de urzal existentes nas montanhas desta ilha.

A posição desta espécie no género *Echinodium* já tinha sido questionada por alguns investigadores, que tendo com base estudos efectuados com as características morfológicas de plantas de habitats de montanha, concluíram que esta espécie seria mais próxima das espécies do género de musgo *Isothecium* do que com *Echinodium*. Os resultados obtidos com os estudos genéticos suportam estas conclusões, havendo na realidade uma maior proximidade genética entre a espécie *E. prolixum* com a do género *Isothecium* utilizada no estudo, do que com as espécies efectivamente determinadas como pertencentes ao género *Echinodium*.

No que se refere a *E. hispidum* e *E. umbrosum*, espécies do género *Echinodium* restritas à região da Austrália, os dados genéticos mostram que, apesar das grandes semelhanças morfológicas destas espécies para com as da Macaronésia, na verdade *E. hispidum* e *E. umbrosum* revelam maiores semelhanças genéticas com espécies do género de musgo *Thamnobryum* do que com *Echinodium*.

Na realidade, o aspecto dendroide das plantas do género *Thamnobryum* confere-lhe algumas semelhanças com as de *Echinodium*. As plantas de *Thamnobryum* são frequentes em zonas por “húmidas a muito húmidas, sendo comuns em quedas de água. Na Madeira, existem três espécies deste género, uma das quais - *Thamnobryum fernandesii* Sérgio - é endémica exclusiva da ilha da Madeira. Esta espécie é característica de quedas de água grandes e ao contrário das outras espécies que tem os filídeos com forma ovada triangular e com a nervura a terminar no ápice do filídeo, tem os filídeos com uma nervura muito longa e que se projecta muito para além do ápice do filídeo [5]. Esta característica tem sido interpretada como conferindo maior estabilidade à planta no seu habitat particular.

Na região da Austrália, as espécies do género *Echinodium* partilham o mesmo habitat que outras espécies de *Thamnobryum*, geralmente associadas a locais muito sombrios e com água. O aspecto dos filídeos das espécies *E. hispidum* e *E. umbrosum*, com as nervuras finas que se estendem para além do ápice do filídeo poderá ser uma adaptação destas plantas aos ambientes húmidos, à semelhança do que acontece na Madeira com *T. fernandesii*.

O presente estudo permite clarificar várias questões relacionadas com a taxonomia e sistemática das espécies do género *Echinodium*, bem como desvendar o enigma sobre a distribuição disjunta das espécies extantes deste género.

No que se refere a esta última questão, o facto das várias espécies até agora incluídas no género *Echinodium* serem na realidade espécies de géneros diferentes revela que o modelo da distribuição disjunta de *Echinodium*, desenvolvido com base na informação das características morfológicas, resulta de um erro de interpretação de processos evolutivos independentes. A existência de plantas com o hábito de *Echinodium* em duas regiões tão distantes e deferentes como a Macaronésia e a Austrália resulta na realidade dois processos evolutivos paralelos ocorridos nestas duas regiões que conduziram a plantas de géneros diferentes, mas com aspecto muito semelhante.

A nível da taxonomia das espécies estudadas, resultaram as seguintes alterações:

- A nomenclatura actual da espécie *Echinodium prolixum* foi alterada para *Isothecium prolixum* (Mitt.) Stech, Sim-Sim, Tangney & Quandt;
- A nomenclatura actual da espécie *Echinodium hispidum* foi alterada para *Thamnobryum hispidum* (Hook. f. & Wilson) Stech, Sim-Sim, Tangney & Quandt;
- A nomenclatura actual da espécie *Echinodium umbrosum* foi alterada para *Thamnobryum umbrosum* (Mitt.) Stech, Sim-Sim, Tangney & Quandt,
- A nomenclatura actual da variedade da espécie *Echinodium umbrosum* var. *glauco.viride* foi alterada para *Thamnobryum umbrosum* var. *glauco.viride* (Mitt.) Stech, Sim-Sim, Tangney & Quandt;

A disjunção geográfica do género *Echinodium* deixa de existir, passando a sua distribuição a ser considerada como restrita à região macaronésica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Stech M, Sim-Sim M, Esquivel MG, Fontinha S, Tangney R, Quandt D, Lobo C & Gabriel R. 2008. Explaining the “anomalous” distribution of *Echinodium* Jur. (Bryopsida): independent evolution in Macaronesia and Australasia. *Organisms Diversity and Evolution*, 8 (4): 282-292.
- [2] Capelo, J., Menezes De Sequeira, M., Jardim, R. & Costa, J. C. 2004. Guia da excursão geobotânica dos V Encontros ALFA 2004 à ilha da Madeira. in Capelo, J. A paisagem vegetal da ilha da Madeira. pp. 5 -45. *Quercetea*, 6, 3 -200.
- [3] Sim-Sim, M., Fontinha, S., Lobo, C., 2006. Os Briófitos da Laurissilva da Madeira – Guia de algumas espécies. Secretaria Regional dos Recursos Naturais – Serviço do Parque Natural da Madeira e Fundação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- [4] Chuichill, S. P. 1986. A revision of *Echinodium* Jur (Echinodiaceae: Hypnobryales). *J. Bryol.* 14, 117-133
- [5] Hedenas, L. 1992. Flora of Madeiran Pleurocarpous mosses /Isobryales, Hypnobryales, Hookeriales). *Bryophyt. Biblioth.* 44, 1-165
- [6] Fontinha, S., Sim-Sim, M., Sérgio, C., Hedenäs, L., 2001. Briófitos endémicos da Madeira. Biodiversidade Madeirense: Avaliação e Conservação.

2.2 CONSERVAÇÃO

2.2.1 CONSERVAÇÃO DE *AICHRYSUM DUMOSUM* (LOWE) PRAEGER

INTRODUÇÃO

A espécie *A. dumosum* (Figura 1) é uma planta anual ou bienal, de folhas carnudas e endémica da ilha da Madeira, pertencente à família das Crassuláceas.

A espécie está confinada a apenas uma única população com um número de indivíduos adultos contabilizado inferior a 250. Consta da Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas de 1997 da IUCN (União Internacional para a conservação da Natureza) estando classificada de “Vulnerável” [1]. No entanto, a mais recente avaliação do seu estado de conservação [2], coloca-a em Em Perigo. Mais recentemente, esta espécie também foi incluída na listagem das 100 espécies endémicas da Macaronésia (Açores, Madeira e Canárias) seleccionadas para uma gestão prioritária [3].

A área de ocorrência desta espécie está incluída em um sítio da Rede Natura 2000 (Moledos - Madalena do Mar), e a espécie está incluída na lista de espécies protegidas da Directiva Habitats e Convenção de Berna.



Figura 1. *Aichryson dumosum* na natureza com um pormenor da flor.

HABITAT E DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

Esta espécie ocorre preferencialmente em cavidades, semelhantes a micro-grutas, e formadas pela deposição e aglomeração de rochas. Apesar de o substrato ser constituído por uma fina camada de solo ou de briófitos de baixa capacidade de retenção hídrica, as cavidades onde esta espécie ocorre constituem-se como um microhabitat com elevada humidade atmosférica, e proporcionando à espécie abrigo dos ventos e das elevadas temperaturas diurnas. A área apresenta uma grande exposição solar durante todo o dia, sendo o clima quente, mas com influência dos ventos e nevoeiros de origem marítima. A fina camada de substrato impede, em geral, o crescimento de outras plantas de grandes dimensões que competiriam com esta espécie endémica. Deste modo, a espécie *A. dumosum* constituiu-se neste microhabitat como a planta vascular de maior dimensão, apenas rivalizada por alguns fetos. A população conhecida situa-se numa zona limítrofe dos concelhos da Calheta e Ponta do Sol, estando maioritariamente presente neste último.

AMEAÇAS E MEDIDAS DE CONSERVAÇÃO

A avaliação efectuada ao habitat de *A. dumosum* revelou a presença de um conjunto de factores que ameaçam ou podem vir a ameaçar a sobrevivência desta espécie, e que advêm principalmente da presença de zonas agrícolas e habitacionais contíguas ao seu habitat natural [2, 3]. Daqui resulta uma maior propensão para a ocorrência de incêndios, remodelação ou construção de infra-estruturas, afectação de terrenos a actividades agrícolas, e deposição de lixo ou inertes. De forma a combater e a evitar que os factores acima referidos se possam concretizar, as populações locais e autarquias foram contactadas e sensibilizadas para a necessidade de conservação de toda a área onde esta espécie ocorre.

Embora a especificidade do habitat não permita a ocorrência de uma grande quantidade de plantas invasoras, estas constituem uma ameaça que deverá ser controlada [2, 3], principalmente nas zonas onde existe maior acumulação de solo, entre cavidades e zonas limítrofes à ocorrência da população. Por outro lado, a especificidade deste tipo de microhabitat constitui um factor que limita *per si* a ocorrência e dispersão desta espécie a outros locais na ilha da Madeira, e que apenas poderá ser resolvido através da prospecção na ilha da Madeira de áreas com potencial ecológico para acolherem novas populações desta espécie. No entanto, a forma mais imediata para a resolução desta questão consistiu na recriação do habitat desta espécie no Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira (Figura 2). As sementes utilizadas para esta nova população *ex situ* foram colhidas com base numa metodologia desenhada para obtenção de uma amostra de sementes representativa ou que melhor se aproximasse da variabilidade genética existente na população natural.



Figura 2. Recriação do habitat de *A. dumosum* no Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira.

A grande especificidade da espécie por um único tipo de microhabitat demonstra uma reduzida capacidade de adaptação a outros habitats, o que a torna mais susceptível a acontecimentos catastróficos que aconteçam na sua área ocorrência.

A área total deste habitat é extremamente pequena o que restringe em muito o número máximo de indivíduos adultos que pode ocorrer nessa mesma área. Sendo reconhecido cientificamente que associado a populações muito pequenas pode estar associados diversos processos genéticos [4], e que estes podem limitar a capacidade da população ou espécie para sobreviver a situações de stresse ambiental. Neste sentido, poderemos afirmar que a sobrevivência desta espécie a longo prazo pode ser colocada em causa se não forem tomadas medidas edequadas.

A monitorização que tem vindo a ser efectuada à população de *A. dumosum* permitiu-nos obter dados muito importantes sobre a dinâmica populacional desta espécie num curto espaço temporal. Estes dados foram obtidos sem que tenha havido qualquer intervenção directa ou indirecta sobre a população natural, pelo que reflectem a dinâmica populacional natural da espécie (Figura 3). A flutuação anual indica um padrão de flutuação do efectivo populacional, influenciada pelas variações sazonais das condições climáticas locais. Esta dinâmica populacional evidencia, para cada um dos anos em que se efectuou a monitorização, um pico máximo e outro mínimo. O primeiro situa-se entre os meses de Fevereiro e Maio, e o segundo situa-se entre os meses de Agosto e Outubro. O período de decréscimo da população, que decorre em termos gerais de Maio a Outubro, corresponde ao fim do ciclo de vida dos indivíduos após frutificarem. O decréscimo da população também se deve, em menor escala, à morte de alguns indivíduos imaturos, o que poderá estar relacionado com algumas condições climáticas adversas, nomeadamente com aumento da temperatura ou diminuição da humidade atmosférica entre os meses de Maio e Junho.

Os dados transpostos graficamente (Figura 3) também mostram um aumento substancial do número total de indivíduos ao longo dos 3 primeiros anos de monitorização, e uma ligeira diminuição no quarto ano. Embora a amostragem de apenas 4 anos não permita traçar um padrão de flutuação ao longo dos anos, os dados obtidos indiciam que a população não se encontra afectada por problemas de consanguinidade ou de outros de ordem genética. Apesar, de os dados serem ainda insuficientes para concluirmos sobre a evolução da população em resposta aos factores climáticos, já existem indícios de uma flutuação em resposta a esses mesmos factores. Dessa forma, será possível avaliar a capacidade de resposta desta espécie às alterações climáticas que se perspectivam.

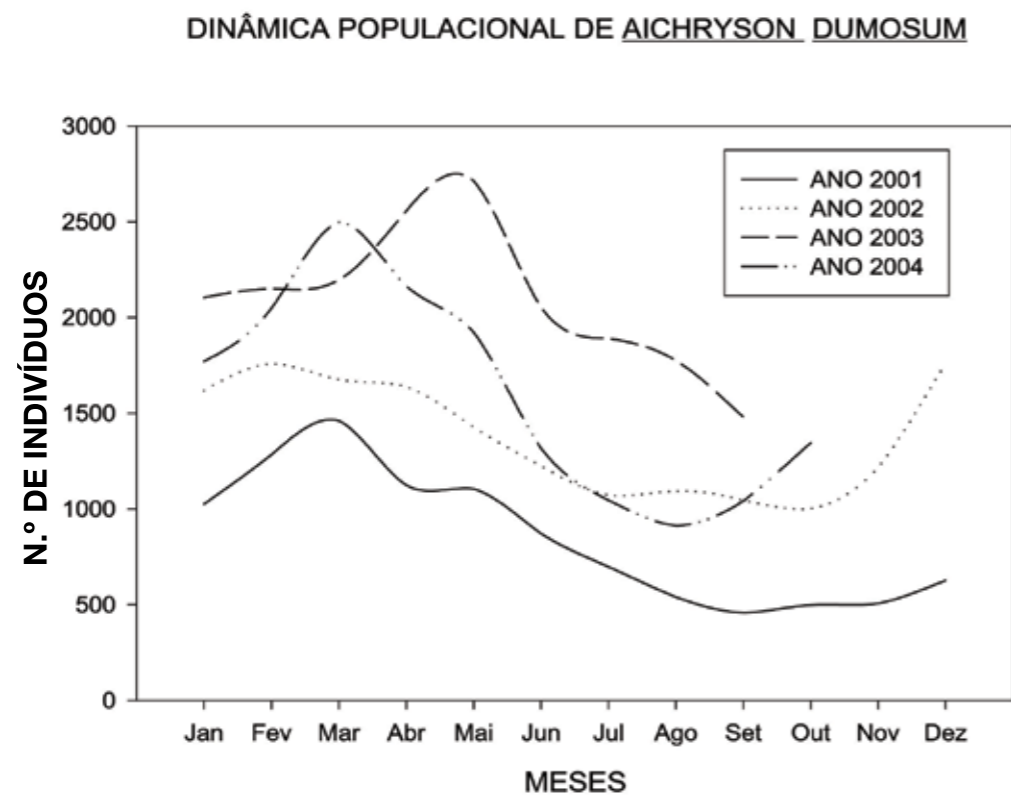


Figura 3. Dinâmica populacional de *A. dumosum*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- [1] Walter, K.S. & H.J. Gillett (eds.). 1998. 1997 IUCN Red List of Threatened Plants. World Conservation Monitoring Centre. IUCN – The World Conservation Union. Gland. Switzerland.
- [2] Jardim, R., F. Fernandes & J.A. Carvalho. 2006. *Aichryson dumosum* (Lowe) Praeger. In: Faria, B. Fauna e Flora da Madeira. Espécies endémicas ameaçadas: vertebrados e flora vascular. DRamb, Governo Regional da Madeira. pp.: 50-51.
- [3] Fernandes, F., J.A. Carvalho & R. Jardim. 2008. *Aichryson dumosum* (Lowe) Praeger. In: Martin, J. L., M. Arechavaleta, P.A. Borges, V. & B. Faria (eds.). Top 100: Las 100 especies amenazadas prioritarias de gestión en la región europea biogeográfica de la Macaronésia. Consejería de Medio Ambiente Y Ordenación Territorial. Gobierno de Canarias. pp.: 212-213.
- [4] Barret, S.C.H. & J.R. Kohn. 1991. Genetic and evolutionary consequences of small population size in plants: implications for conservation. In: Falk, D.A. & K.E. Holsinger (eds.) Genetics and Conservation of Rare Plants. Oxford University Press. New York.

2.2.2 CONSERVAÇÃO DE *DRACAENA DRACO* (L.) L.

INTRODUÇÃO

O vocábulo dracaena deriva do grego *drakaina* que é a fêmea do dragão [1]. A espécie *D. draco* (ver figura 1) é uma árvore cujos adultos podem medir 8 a 12 metros de altura, podendo alguns exemplares mais velhos atingir os 20 metros [2], e pertence à família das Dracaenáceas.

É uma espécie considerada vulnerável pela UICN (União Internacional para a Conservação da Natureza) em 2009 [3], apresentando populações relativamente grandes em Canárias e Marrocos.

Ocorre em escarpas rochosas do Zambujal, e está inserida na Convenção de Berna e na Directiva Habitats.

Os dragoeiros na mitologia

O vocábulo Macaronésia foi atribuído pelo botânico inglês Baker Webb no séc. XIX para englobar os arquipélagos da Madeira, Açores, Canárias e Cabo Verde. Este vocábulo deriva da expressão grega *Makaron*, que significa “feliz”, resultando na denominação usualmente utilizada Ilhas Afortunadas [4].

Relacionado com estes conceitos está o mito hesperitano. As Hespérides são as “Ninfas do Poente” que habitavam junto às Ilhas Afortunadas, e que tinham como função cultivar e vigiar com a ajuda de Ládon – o Dragão das cem cabeças – o Jardim dos Deuses onde cresciam as maçãs de ouro. Este Jardim era afamado, não só pelas maçãs, mas também por possuir o clima ameno, atributos que fizeram com que fosse identificado como o Paraíso Perdido [4].

Outro aspecto do mito das Hespérides está relacionado com Hércules e a conhecida lenda dos “Doze Trabalhos de Hércules”. Uma das suas tarefas era roubar às Hespérides as maçãs de ouro, que o fez após matar o dragão. O sangue deste correu directamente para a terra do Jardim e de cada gota nasceu um dragoeiro [4], que actualmente existe nos arquipélagos macaronésicos, à excepção dos Açores, onde não é nativo [5].

Sangue-de-dragão

A designação de sangue-de-dragão foi aplicado, desde épocas antigas, à resina colorida vermelha que era extraída a partir de diferentes espécies de plantas de géneros distintos, nomeadamente *Croton*, *Dracaena*, *Daemonorops* e *Pterocarpus* provenientes de várias origens geográficas da América do Sul, do Sudeste Asiático e do Médio Oriente [6]. O sangue-de-dragão atingia elevados preços, em tinturaria, constituindo nos tempos iniciais de povoamento europeu nomeadamente das ilhas dos Açores, Cabo Verde, Madeira e Canárias um importante produto de exportação [6] (talvez tenha sido o motivo para a extinção desta espécie em Porto Santo). Dada a curiosidade suscitada por esta planta, nos finais do séc. XV e inícios do XVI, o dragoeiro foi objecto das atenções de artistas sobretudo flamengos e alemães [7].

O sangue-de-dragão é obtido fazendo incisões no caule da planta e recolhendo a resina, que depois de oxidada em contacto com o ar adquire uma cor vermelho-vivo [6].

Além da tinturaria, o sangue-de-dragão era usado na medicina popular. Após a sua transformação em pó e diluído em aguardente, era usado como hemostático para curar lesões, contusões, e outros derramamentos internos de sangue [8] [9]. Em Porto Santo, existem descrições do uso dos frutos para alimentar os porcos. Segundo alguns autores, esta seiva também deu origem ao verniz usado no atelier

do italiano Antonio Stradivari, também conhecido como Stradivarius, para envernizar os seus famosos violinos [10].

HABITAT E DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

A espécie *D. draco* apresenta uma distribuição na Macaronésia e em Marrocos. *D. draco* subsp. *draco* está restrita à Madeira, Canárias e Cabo Verde, e *D. draco* subsp. *ajgal* a Marrocos [2]. *D. tamaranae* é uma espécie endémica da Macaronésia e exclusiva de Grã Canária [11]. Na madeira *D. draco* subsp. *draco* apresenta só três espécimens em estado natural, confinada a uma única localidade, nas escarpas rochosas da Ribeira Brava. Os exemplares estão em locais com pouco solo e muito expostos às intempéries.



Figura 1. Exemplares de dragoeiro no seu estado natural (Ribeira Brava).

AMEAÇAS E MEDIDAS DE CONSERVAÇÃO

Uma das ameaças é a reduzida capacidade de regeneração natural, possivelmente devido à presença de predadores das sementes, bem como frutificação pouco frequente. De forma a ultrapassar esta dificuldade que a espécie apresenta, foram colhidas sementes em 2003 para propagação. As resultantes foram usadas em acções de reforço populacional durante o ano de 2009. Esta acção será repetida sempre que houver frutificação das plantas no estado natural, pelo que voltaram-se a colher sementes durante o ano de 2009.

Sendo uma espécie que ocorre em escarpas rochosas, os deslizamentos de terras, derrocadas e o vento podem também constituir factores de ameaça (em Dezembro de 2009 e Março de 2010 a população natural foi afectada pelas intempéries, causando a quebra de ramos nos dois dragoeiros mais antigos – ver figura 2, os quais foram recolhidos para propagação vegetativa no jardim botânico – ver figura 3).

Outra ameaça assinalável é a ocorrência de plantas invasoras no habitat natural, que competem de forma directa com os indivíduos desta espécie, contribuindo para a provável falta de habitat apropriado para o estabelecimento e expansão da única população conhecida.

O seu reduzido efectivo populacional poderá limitar a capacidade da espécie para sobreviver a situações de stresse ambiental resultante das alterações climáticas. Esta menor plasticidade das populações para se adaptarem a variações ambientais tem sido associada a uma variabilidade genética reduzida, que pode conduzir à extinção de uma espécie.



Figura 3. Ramos de *D. draco* após intempérie de 2009 juntamente com espécimen da acção de reforço populacional (sinalizado por seta)



Figura 2. Danos provocados nos dois dragoeiros maiores que compõem a população da Ribeira Brava pelas intempéries de 2009 e 2010: a - Quebra de ramos em Dezembro de 2009 assinalado com um Círculo; b - Quebra de ramos em Março de 2010 assinalado com um Círculo

Como medida de conservação *ex situ*, procede-se à conservação de amostras de sementes no Banco de Sementes do Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira, representativas de todos os indivíduos adultos conhecidos de dragoeiros existentes no estado natural.

Apesar da espécie *D. draco* não estar seriamente ameaçada na sua área de distribuição, os únicos existentes na Madeira constituem um valioso património genético que importa preservar. Neste sentido, o aumento da população natural pode contribuir para a preservação a longo prazo, diminuindo o risco de perda de exemplares por intempéries, bem como aumentar o fundo genético, permitindo uma maior plasticidade da população. Este aumento populacional foi realizado no início do ano de 2009 através de uma acção de reforço populacional com 14 plantas provenientes de sementes colhidas em 2003 na população natural. Esta acção foi feita em colaboração com os alunos da Ribeira Brava e o Corpo de Policia Florestal (ver figura 4 e 5).

A recuperação desta espécie através de acções de reforço populacional com plantas obtidas por sementeira no jardim botânico necessita ser acompanhada por diferentes estudos complementares nomeadamente:

1. Monitorização frequente da população reforçada e registo de regeneração natural;
2. Estudos de fisiologia de germinação das sementes;
3. Estudos ecológicos;
4. Estudos de biologia reprodutiva.

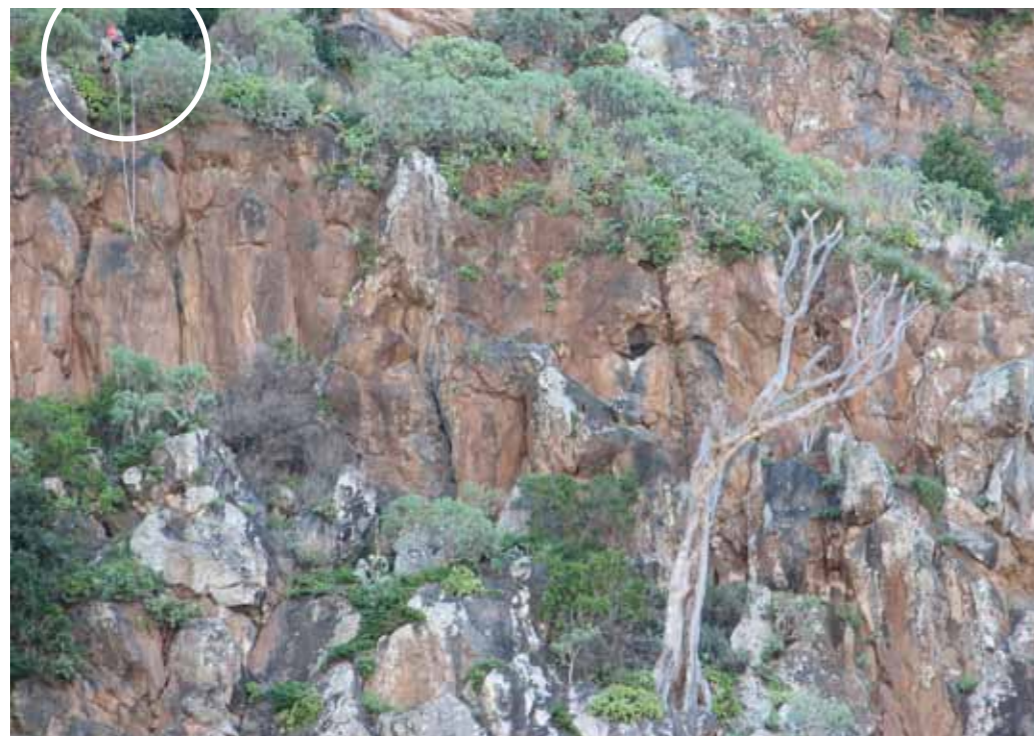


Figura 4. *D. draco* em estado natural na Ribeira Brava. No canto superior esquerdo podemos observar o Corpo de Policia Florestal numa acção de reforço populacional.



Figura 5. Reforço populacional em colaboração com alunos e professores da escola da Ribeira Brava

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFIAS

- [1] Jonhson, A.T. & H.A.Smith. 1931. Plant Names Simplified: Their Pronunciation, Derivation & Meaning. 2nd revised edition. The Hamlyn Publishing Group Ltd. Sixth impression, 1972. Landsman Bookshop LTD. Buckenhill, Bromyard, Herefordshire.
- [2] Sánchez-Pinto, L. 2001. El drago del Atlas. *Makaronesia*, 3: 30-40.
- [3] IUCN 2009, IUCN Red List of Threatened Species, Versão 2009.2., <www.iucnredlist.org>, consultado a 10.03.2010.
- [4] Filho, J. L., 2001, Cabo Verde, as Ilhas Hesperitanas, *Oceanos*, 46: 84-96
- [5] Borges, P. A. V., R. Cunha, R. Gabriel, A. F. Martins, L. Silva & V. Vieira (eds.). 2005. A list of the terrestrial fauna (Mollusca and Arthropoda) and flora (Bryophyta, Pteridophyta and Spermatophyta) from the Azores, Direcção Regional do Ambiente and Universidade dos Açores, Horta, Angra do Heroísmo and Ponta Delgada.
- [6] Serrano, M. C., A.C. Lopes & A.I. Seryuya. 2008. Plantas Tintureiras, *Rev. de Ciências Agrárias*, 31, no.2, 3-21.
- [7] Lizardo, J. 1996. Algumas representações de dragoeiros na arte europeia na transição dos sécs. XV e XVI. *Islenha*, 19: 44-52.
- [8] Vieira, R., 1992, Flora da Madeira, o interesse das plantas endémicas macaronésicas, Serviço Nacional de Parques, Reservas e Conservação da Natureza.
- [9] Obón, C. & D. Rivera. 1995, The ethnopharmacology of Madeira and Porto Santo Islands, a review. *Journal of Ethnopharmacology*, 46: 73-93.
- [10] <http://tv1.rtp.pt/noticias/?article=163377&visual=3&layout=10> (consultado a 08.03.2010)
- [11] Pérez, R. S. A. 1999. El drago de Gran Canaria. *Makaronesia*, 1: 50-56.

2.2.3 CONSERVAÇÃO DE *PITTOSPORUM CORIACEUM* DRYANDER

INTRODUÇÃO

O nome *Pittosporum* é derivado do grego *pittes* que significa resina e *sporos*, que significa semente [1], tendo sido utilizado para designar um grupo de plantas cujas sementes se encontram cobertas de resina (ver figura 2). A espécie *Pittosporum coriaceum* é uma árvore endémica da ilha da Madeira (ver figura 1), pertencente à família das Pittosporáceas.

Na mais recente avaliação do estado de conservação desta espécie [2] registou-se uma distribuição extremamente fragmentada com vários indivíduos isolados e populações muito pequenas. O total de indivíduos adultos contabilizado é muito pequeno, sendo inferior a 50. Desta forma, esta espécie conta da Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas de 1997 da IUCN [3] como criticamente ameaçada, classificação esta confirmada pela mais recente avaliação do seu estado de conservação efectuada pelo Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira em 2006 [2]. Está também incluída na listagem das 100 espécies seleccionadas como prioritárias para a gestão na Macaronésia (Açores, Madeira, Selvagens e Canárias) [4].

A sua área de ocorrência está incluída no Parque Natural da Madeira e num sítio da Rede Natura 2000 (Laurissilva da Madeira). A espécie está protegida pela Convenção de Berna e listada como espécie prioritária na Directiva Habitats [2].



Figura 1. Cápsula aberta de *P. coriaceum* mostrando as suas sementes caracteristicamente cobertas de uma substância resinosa.



Figura 2. Planta de *P. coriaceum* no seu habitat natural, no sítio do Lombo do Barbinhas.

HABITAT E DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

O habitat natural de *P. coriaceum* é a Laurissilva do Til, ocorrendo geralmente em ravinas, estando as populações muito dispersas por quase toda a extensão da encosta norte da ilha da Madeira [2, 4]. O pouco conhecimento existente sobre a ecologia desta espécie reflecte a extrema dificuldade de acesso às populações existentes na natureza. Por tal, tem vindo a ser desenvolvido, desde Outubro de 1999, um trabalho intenso de inventariação e monitorização, das populações no seu habitat natural. Este trabalho tem permitido obter um conhecimento mais detalhado sobre a estrutura, tamanho e dinâmica populacional, mas também sobre a biologia reprodutiva, nomeadamente a identificação de potenciais polinizadores.

A inventariação foi imprescindível pois permitiu-nos obter um panorama geral e mais abrangente da distribuição geográfica (Figura 3) desta espécie [5].

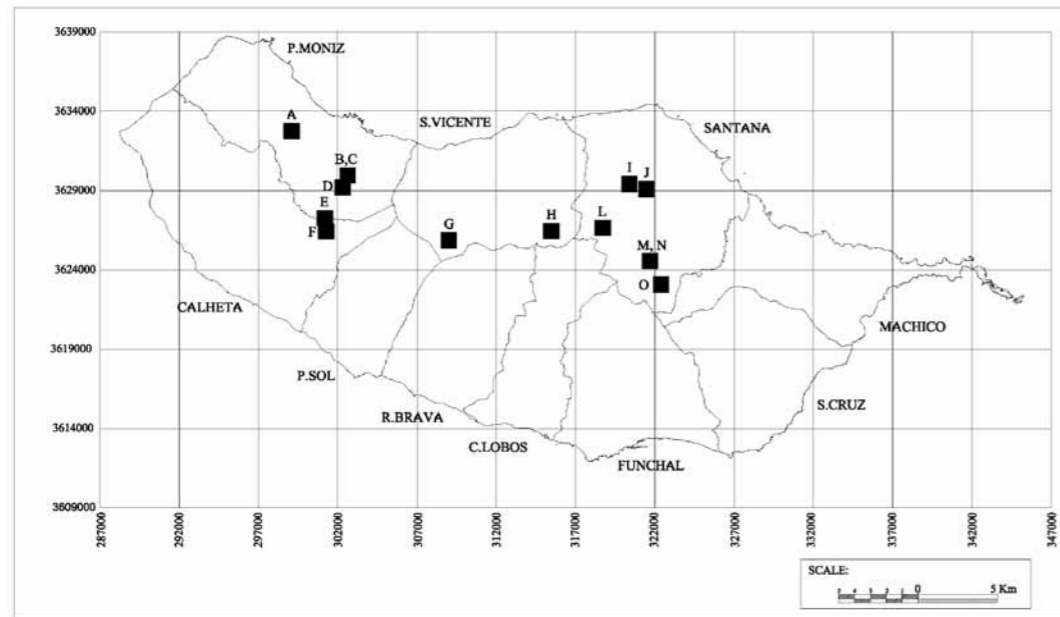


Figura 3. Localização cartográfica das populações naturais de *P. coriaceum*. Adaptado de [3].

A	Fanal, Porto Moniz	I	Caldeirão Verde, Santana
B, C, D	Chão da Ribeira, Seixal	J	Levada da Silveira, Santana
E	25 Fontes, Calheta	L	Caldeirão do Inferno, Santana
F	Risco, Calheta	M, N	Fajã da Nogueira, Santana
G	Folhadal, São Vicente	O	Sítio do Cabeço da Lenha, Ribeiro Frio, Santana
H	Ponte dos Ganchos, Boaventura		

AMEAÇAS E MEDIDAS DE CONSERVAÇÃO

Esta espécie apresenta riscos próprios da situação em que a espécie se encontra, os quais já foram devidamente identificados [2, 4]. É neste contexto, que o escasso número de indivíduos por população, elevada fragmentação das populações, e dificuldade de propagação por via seminal são por si só factores que promovem a perda de variabilidade genética da espécie. Simultaneamente, a própria redução da variabilidade genética pode desencadear uma redução da capacidade de reprodução das espécies [6], podendo mesmo limitar a capacidade da espécie para sobreviver a situações de stresse ambiental, nomeadamente as resultantes das alterações climáticas. O habitat natural desta espécie, situado em ravinas, encontra-se frequentemente sujeito a derrocadas e deslizamentos de terras [2, 4], constituindo-se como ameaças adicionais à sobrevivência da espécie, pois o desaparecimento de uma população pode significar uma redução drástica no número total de indivíduos adultos.

CULTURA *IN VITRO* DE EMBRIÕES ZIGÓTICOS DE *P. CORIACEUM*

A ausência de germinação das sementes desta espécie conduz a uma redução acentuada da variabilidade genética ao longo do tempo. Sendo este um factor de ameaça que interessa ultrapassar, os investigadores do Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira têm conseguido a germinação de embriões zigóticos desta espécie através da cultura *in vitro* [7]. Neste tipo de cultura realizado em laboratório, os embriões são retirados das sementes e cultivados em meio artificial dentro de tubos de ensaio (Figura 4). Nestes recipientes, o meio de cultura possui nutrientes que (Figura 5), aliado a determinadas condições de temperatura e luminosidade permite o desenvolvimento dos embriões, originando plantas que depois são transferidas para o solo (Figura 6). Através da utilização das plantas obtidas por cultura *in vitro* em acções de reintrodução ou reforço populacional é esperado travar a perda de variabilidade genética das populações naturais e mesmo potenciar o aumento dessa mesma diversidade intra populacional.



Figura 4. Embrião de *P. coriaceum* em meio de cultura com aproximadamente 1 mm de comprimento.



Figura 5. Planta de *P. coriaceum* com 90 dias de cultura *in vitro*, observando-se o aparecimento das primeiras folhas.



Figura 6. Planta de *P. coriaceum* perfeitamente aclimatada ao solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Johnson, A.T. & H.A. Smith. 1931. Plant Names Simplified: Their Pronunciation, Derivation & Meaning. 2nd revised edition. The Hamlyn Publishing Group Ltd, Sixth impression. 1972. Landsman Bookshop LTD. Buckenhill, Bromyard, Herefordshire.
- [2] Jardim, R., F. Fernandes, & J.A. Carvalho. 2006. *Pittosporum coriaceum* Dryander ex Aiton. In: Faria, B. Fauna e Flora da Madeira. Espécies endémicas ameaçadas: vertebrados e flora vascular. DRamb, Governo Regional da Madeira. pp.: 69.
- [3] Walter, K.S. & H.J. Gillett (eds.). 1998. 1997 IUCN Red List of Threatened Plants, World Conservation Monitoring Centre, IUCN – The World Conservation Union. Gland, Switzerland.
- [4] Fernandes, F., J.A. Carvalho & R. Jardim. 2008. *Pittosporum coriaceum* Dryander ex Aiton. In: Martin, J. L., M. Arechavaleta, P.A. Borges, V. & B. Faria (eds.). Top 100: Las 100 especies amenazadas prioritarias de gestión en la región europea biogeográfica de la Macaronésia. Consejería de Médio Ambiente Y Ordenación Territorial. Gobierno de Canarias. pp.: 250-251.
- [5] Fernandes, F., J.A. Carvalho & R. Jardim, 2010, Recovery strategy for *Pittosporum coriaceum* Dryander ex Aiton, (in prep.)
- [6] Huenneke, L.F. 1991. Ecological implications of genetic variation in plant populations. In: Falk, D.A. & K.E. Holsinger (eds.) Genetics and Conservation of Rare Plants. Oxford University Press. New York.
- [7] Fernandes, F. 1993. Propagação *in vitro* de três espécies endémicas madeirenses em vias de extinção, *Pittosporum coriaceum*, *Musschia wallastonii*, *Goodyera macrophylla*. Tese de Mestrado. Faculdade Ciências. Universidade de Lisboa.

2.2.4 CONSERVAÇÃO DE *SORBUS MADERENSIS* DODE

INTRODUÇÃO

É uma árvore endémica da ilha da Madeira (ver figura 1) que pertence à família das Rosáceas.

São conhecidas duas localidades para esta espécie, uma com apenas um indivíduo adulto, e uma outra com uma população de pequena dimensão, sendo o número total estimado de indivíduos adultos inferior a 50. Espécie considerada criticamente ameaçada pela UICN (União Internacional para a Conservação da Natureza) em 2009 [1] e também por Jardim e colaboradores em 2006 [2]. Está também incluída na listagem das 100 espécies seleccionadas como prioritárias para a gestão na Macaronésia (Açores, Madeira, Selvagens e Canárias) [3].

A área de ocorrência está inserida no Parque Natural da Madeira e num sítio prioritário da Rede Natura 2000 (Maciço Montanhoso Central da Ilha da Madeira). Esta espécie está inserida na Directiva Habitats.



Figura 1. *Sorbus maderensis* no seu habitat natural com pormenores da flor e fruto.

HABITAT E DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

Esta espécie ocorre preferencialmente em locais formados por deposição de pedras de grande porte na zona montanhosa central da ilha da Madeira. Este microhabitat formado por este depósito é eventualmente responsável pelo confinar da espécie à localidade conhecida, não sendo observado expansão da mesma nos últimos anos.

AMEAÇAS E MEDIDAS DE CONSERVAÇÃO

O seu reduzido efectivo populacional poderá limitar a capacidade da espécie para sobreviver a situações de stresse ambiental resultante das alterações climáticas. Esta menor plasticidade das populações para se adaptarem a variações ambientais tem sido associada a uma variabilidade genética reduzida, que pode conduzir à extinção de uma espécie. Associado ao reduzido efectivo populacional está a possível dificuldade da população se expandir, eventualmente por falta de habitat apropriado. No entanto, a recuperação da vegetação natural das áreas envolventes resultante da retirada do gado pode contribuir para a expansão da população a médio e longo prazo.

Danos nos ramos provocados por roedores e colheita de material vegetal, em especial de ramos frutificados, constituem ameaças adicionais. Relativamente aos roedores, procede-se ao controlo regular da população de ratos junto da população de maior dimensão, onde foi observado a acção dos roedores na casca das árvores (a figura 2 ilustra uma acção que decorreu em Janeiro de 2009).

Como medida de salvaguardar a diversidade genética natural desta espécie, a Direcção Regional de Florestas e o Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira efectuaram a duplicação da população natural em duas localidades do Maciço Montanhoso Central com ecologia semelhante à população natural. Na Achada do Teixeira, nos anos 1997 e 2003, foram colocadas 150 plantas obtidas por sementeira representativa da diversidade genética natural. No Paul da Serra (ver figura 3) e no ano de 2006, foram colocadas 350 plantas obtidas também por sementeira representativa da diversidade genética natural. Estas acções são feitas em conjunto com o Corpo de Policia Florestal e com as escolas, constituindo uma oportunidade para divulgação e sensibilização ambiental.

Como medida de conservação *ex situ*, procedemos à conservação de amostras de sementes representativas de todos os indivíduos adultos conhecidos no Banco de Sementes do Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira, sendo as sementes da colecção activa usadas para sementeira com a finalidade de obter plantas para outras acções de conservação.



Figura 2. Preparação (a) e colocação (b) de caixas com isco para rato.



Figura 3. Introdução de *Sorbus maderensis* no Paul da Serra envolvendo actividades de educação ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFIAS

- [1] IUCN. 2009. IUCN Red List of Threatened Species, Versão 2009.2., <www.iucnredlist.org>, consultado a 10.03.2010.
- [2] Jardim, R., F. Fernandes & J.A. Carvalho. 2006. *Sorbus maderensis* Dode. In: Faria, B. Fauna e Flora da Madeira. Espécies endémicas ameaçadas: vertebrados e flora vascular. DRamb. Governo Regional da Madeira. pp.: 71.
- [3] Fernandes, F., J.A. Carvalho & R. Jardim. 2008. *Sorbus maderensis* Dode. In: Martin, J. L., M. Arechavaleta, P.A. Borges, V. & B. Faria (eds.). Top 100: Las 100 especies amenazadas prioritarias de gestión en la región europea biogeográfica de la Macaronésia. Consejería de Medio Ambiente Y Ordenación Territorial. Gobierno de Canarias. pp.: 260-261.

2.2.5 CONSERVAÇÃO DE *ANDRYALA CRITHMIFOLIA* AITON

INTRODUÇÃO

Esta espécie da família das Asteráceas é endémica (ver figura 1) da ilha da Madeira, e ocorre numa única localidade, o sítio do Pináculo, na cidade do Funchal.

A população apresenta um efectivo populacional muito reduzido e muito flutuante, mas o número total estimado de indivíduos adultos é sempre inferior a 50. Figura na Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas de 1997 da União Internacional para a Conservação da Natureza como “Vulnerável” [2]. No entanto, a mais recente avaliação do estado de conservação desta espécie em 2006 classifica-a como espécie criticamente ameaçada [1].

Esta espécie ocorre num sítio da Rede Natura 2000 (PTMAD0007 – Pináculo), constando da lista de espécies da Directiva Habitats e da Convenção de Berna [1].



Figura 1. Planta de *A. crithmifolia* em floração no seu habitat natural.
O Círculo indica a espécie invasora *Opuntia tuna*, de nome popular tabaibeira.

HABITAT E DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

É uma planta que ocorre em escarpas rochosas viradas para o mar da zona sul da ilha da Madeira, e encontra-se inserida na área de ocorrência do Zambujal.

AMEAÇAS E MEDIDAS DE CONSERVAÇÃO

O tipo de habitat natural desta espécie está sujeito a alterações muito frequentes devido a deslizamentos de terras, ocorrência de plantas invasoras que competem de forma directa com os indivíduos desta espécie (Figura 1), danos nas plantas causados por coelhos e depósito de lixo ou inertes, constituem presentemente factores de ameaça já devidamente identificados [2].

No passado recente, a construção imobiliária e o aumento da rede viária provocaram a diminuição significativa da área de ocorrência bem como de indivíduos desta espécie, actualmente restrita ao Pináculo. Deste modo tem sido reduzido o habitat natural desta espécie, sendo um dos factores limitativos para a expansão da mesma.

Outro factor de ameaça está relacionado com o seu reduzido e variável efectivo populacional, verificando-se uma variação anual do número de indivíduos entre 8 e 20, que poderá limitar a capacidade da espécie para sobreviver a situações de stresse ambiental resultante das alterações climáticas. Esta menor plasticidade das populações para se adaptarem a variações ambientais tem sido associada a uma variabilidade genética reduzida, associada a populações pequenas, que pode conduzir à extinção de uma espécie.

O habitat natural de *A. crithmifolia* enquadra-se num cenário de ocupação permanente por plantas invasoras que perturbam e competem directamente ou indirectamente com a espécie *A. crithmifolia*. Por tal, a remoção e o controlo de espécies invasoras é uma acção fundamental, mas que se encontra extremamente dificultada pelas próprias características do habitat, que se localiza em escarpas rochosas quase verticais, em que o acesso apenas pode ser efectuado utilizando técnicas de alpinismo.

Uma vez que o controlo das plantas invasoras, um dos factores de ameaça mais agressivos para o habitat e para a própria espécie de *A. crithmifolia*, se apresenta de um elevado grau de dificuldade de concretização, torna-se fundamental encontrar outras soluções que nos permitam salvaguardar o património genético desta espécie.

A conservação *ex situ* do património genético insere-se na estratégia de conservação para esta espécie como uma ferramenta imprescindível e complementar à conservação *in situ*, mas toma uma importância acrescida face às dificuldades encontradas em conduzir a conservação no próprio habitat natural. Neste âmbito, procedeu-se à constituição de colecções vivas de plantas e de sementes que são amostradas de modo a ser obtido uma boa representatividade da variabilidade genética da população no estado natural.

A constituição de colecções vivas de plantas no Jardim Botânico da Madeira Eng. Rui Vieira (Figura 2), fora do seu habitat natural, tem permitido facilitar o acesso à colheita de sementes, e constitui um meio de salvaguardar o património genético em caso de perda eventual da população natural.



Figura 2. População de *A. crithmifolia* no Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira.



Figura 3. Colheita de sementes de *A. crithmifolia* no Pináculo por um elemento de Corpo de Polícia Florestal.

REINTRODUÇÃO

No contexto das acções de conservação *ex situ*, têm sido realizadas anualmente, desde 2008, acções de reintrodução desta espécie no habitat natural potencial desta espécie. A selecção do local foi criteriosa e baseada na existência de registos históricos desta espécie para o local, fácil e rápida acessibilidade necessária à monitorização das plantas reintroduzidas, e baixa intensidade de factores de ameaça.

Desta forma o local seleccionado foi uma zona próxima ao Cristo Rei, no Garajau (Figura 4). Nesta área foi reintroduzido um total de 52 plantas propagadas a partir de sementes obtidas na população natural situada no Pináculo, no concelho do Funchal. As plantas utilizadas na reintrodução apresentam o máximo possível de variabilidade genética existente na população natural, pois tais plantas foram obtidas a partir de sementes colhidas de todas as plantas adultas amostráveis.



Figura 4. Reintrodução de *A. crithmifolia* no Garajau, Santa Cruz.

REFORÇO POPULACIONAL

As acções de conservação *ex situ* e *in situ* podem ser integradas num único vector de acção direccionado para aumentar a probabilidade de sobrevivência da população no seu estado natural. Deste modo, são integradas acções de propagação *ex situ*, tais como propagação em viveiro de sementes obtidas da população natural, e a utilização das plantas obtidas para acções de conservação *in situ*, tais como acções de reforço da população natural. Neste âmbito, foi iniciado em Janeiro de 2010 uma acção de reforço populacional na população do Pináculo com 32 plantas (Figura 5), a qual será continuamente monitorizada no sentido de ser avaliada a evolução e o sucesso da mesma.



Figura 5. Reforço populacional com plantas provenientes de sementeira realizada no Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Jardim, R., F. Fernandes & J.A. Carvalho. 2006. *Andryala crithmifolia* Aiton. In: Faria, B. Fauna e Flora da Madeira. Espécies endémicas ameaçadas: vertebrados e flora vascular. DRamb, Governo Regional da Madeira. pp.: 52-53.
- [2] Walter, K.S. & H.J. Gillett (eds.). 1998. 1997 IUCN Red List of Threatened Plants, World Conservation Monitoring Centre, IUCN – The World Conservation Union. Gland, Switzerland.

2.2.6 CONSERVAÇÃO DE *SOLANUM TRISECTUM* DUNAL

INTRODUÇÃO

O vocábulo *Solanum* possivelmente deriva do latim *solamen*, que significa alívio, consolo, conforto, derivado das propriedades medicinais de algumas espécies pertencentes a este grupo de plantas [1]. A espécie *S. trisectum* é uma planta herbácea, anual e endémica da ilha da Madeira (Figura 1), pertencente à família das Solanáceas, a família de algumas plantas utilizadas na alimentação humana, tais como a batata e do tomate.

A mais recente avaliação do estatuto de conservação desta espécie contabilizou um número de indivíduos adultos estimado inferior a 50, classifica-a como espécie criticamente ameaçada [2]. Esta espécie não foi observada durante muito tempo desde as primeiras observações no século 19 até ao final do século 20, quando em 1991, foram descobertas duas populações no norte da ilha da Madeira [3]. A natureza volátil do habitat em que esta espécie ocorre contribui para a dificuldade de observação desta espécie na natureza, pois as suas populações têm um carácter não permanente. É neste contexto que as populações que tinham sido observadas no final do século 20 já não foram encontradas em inventariações recentes. Apenas recentemente, em 2008, foi observada uma nova população, a qual constitui de momento, a única população cuja existência no estado natural se encontra confirmada.

A área de ocorrência desta espécie está incluída no Parque Natural da Madeira e num sítio da Rede Natura 2000 (Laurissilva da Madeira) [2].



Figura 1. Planta de *S. trisectum* na natureza com o pormenor da flor.

HABITAT E DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

Esta espécie vive na Laurissilva do Til [2], em clareiras com elevado grau de ensombramento, resultantes da dinâmica natural do próprio ecossistema.

AMEAÇAS E MEDIDAS DE CONSERVAÇÃO

A mais recente avaliação do estatuto de conservação da espécie [2] identificou um conjunto de ameaças que deverão ser ultrapassadas para diminuir o risco de extinção na natureza. Um dos factores que mais limitam a ocorrência desta espécie é a natureza volátil do seu habitat, e por tal, não é possível controlar este factor. Mas é necessário contornar esta limitação imposta pela própria natureza da espécie para que o risco de extinção na natureza venha diminuído. É com este intuito que no final do século 20, o padre Nóbrega, outrora investigador do Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira, enviou sementes das populações que encontrou para o Conservatoire Botanique National de Brest (CBNB), em França. Esta instituição tem contribuído e colaborado com o Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira na conservação desta espécie desde o primeiro momento em que aceitaram propagar as sementes enviadas pelo padre Nóbrega em 1994. Decorrente desta colaboração, e durante uma expedição de membros do CBNB à ilha da Madeira em 1998, foi efectuada uma reintrodução na natureza de um grande número de plantas até então obtidas pelo CBNB. É espectável que a introdução de novas populações desta espécie na natureza potencie o aumento do banco de sementes no solo, e contribuam para a dispersão desta espécie na natureza. Os efeitos positivos destas acções de conservação são esperados também ao nível da variabilidade genética da espécie, o que poderá aumentar a sua capacidade de sobrevivência a situações de stresse ambiental, nomeadamente a situações resultantes das alterações climáticas.

O entendimento da ecologia desta espécie é fundamental para o sucesso das acções de introdução ou reintrodução na natureza. No entanto, o reduzido número de populações e a sua natureza volátil não tem permitido o seu estudo aprofundado. É desta forma, que se está a proceder, com sementes cedidas pelo CBNB, a ensaios de germinação em variados locais da ilha da Madeira, com vista a determinar as melhores condições ecológicas para a germinação e crescimento das plantas de *S. trisectum*.

A conservação desta espécie é complementada pela colheita de sementes da população natural e seu armazenamento no banco de sementes do Jardim Botânico da Madeira Eng. Rui Vieira em condições adequadas de temperatura e humidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Jonhson, A.T. & H.A. Smith. 1931. Plant Names Simplified: Their Pronunciation, Derivation & Meaning. 2nd revised edition. The Hamlyn Publishing Group Ltd. Sixth impression, 1972. Landsman Bookshop LTD. Buckenhill, Bromyard, Herefordshire.
- [2] Jardim, R., F. Fernandes, & J.A. Carvalho. 2006. *Normania tryphylla* Lowe. In: Faria, B. Fauna e Flora da Madeira. Espécies endémicas ameaçadas: vertebrados e flora vascular. DRamb, Governo Regional da Madeira. pp.: 68.
- [3] Short, M.J. In: Press, J.R. & M.J. Short. 1994. Flora of Madeira. The Natural History Museum, London. pp.: 300-301.

2.2.7 CONSERVAÇÃO DE *POLYSTICHUM DREPANUM* (SW.) C. PRESL**INTRODUÇÃO**

O vocábulo *Polystichum* é derivado da palavra grega *polys*, que significa muitos, e *stichos*, que significa linha, em referência às muitas filas de esporos que as variadas espécie de *Polystichum* apresentam [1]. A espécie *P. drepanum* é um feto endémico da ilha da Madeira, pertencente à família das Driopteridáceas.

A mais recente avaliação do seu estatuto de conservação [2] considera a existência de populações em apenas cinco localidades, sendo as populações muito pequenas. O número estimado de indivíduos adultos é inferior a 50. Esta espécie foi considerada ameaçada pela UICN em 1997 [3]. No entanto, mais recentemente [2] foi classificada de espécie criticamente ameaçada (CR). Está também incluída na listagem das 100 espécies endémicas da Macaronésia (Açores, Madeira e Canárias) seleccionadas para uma gestão prioritária [4]. A sua área de ocorrência está incluída no Parque Natural da Madeira e num sítio da Rede Natura 2000 (Laurissilva da Madeira), e a espécie encontra-se incluída na Convenção de Berna e inscrita na Directiva Habitats como espécie prioritária [2].



Figura 1. Plantas vivas no Jardim Botânico da Madeira Eng. Rui Vieira.

HABITAT E DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

Apresenta uma distribuição extremamente fragmentada e vive em locais húmidos e sombrios da Laurissilva do Til [4].

AMEAÇAS E MEDIDAS DE CONSERVAÇÃO

A mais recente avaliação do estatuto de conservação da espécie [2] identificou um conjunto de ameaças que deverão ser ultrapassadas para diminuir o risco de extinção na natureza. Nos factores que ameaçam a sobrevivência da espécie incluem-se aqueles que advêm da própria situação em que espécie se encontra, ou seja, escasso número de indivíduos por população, elevada fragmentação populacional, e dificuldade de propagação (regeneração natural muito reduzida). Outra ameaça à sobrevivência desta espécie está relacionada com a colheita de exemplares por coleccionadores de fetos [2]. Sendo este feto extremamente raro, a sua colheita por coleccionadores, mesmo que esporádica, provoca efeitos devastadores no cômputo geral da população.

A falta de regeneração natural das populações tem vindo a ser ultrapassada através da colaboração conjunta entre o Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira e o Conservatoire Botanique National de Brest (CBNB), iniciada em 1979. Alguns elementos do CBNB visitaram a ilha da Madeira nesse mesmo ano, e colheram na Ribeira do Inferno, em São Vicente, uma planta adulta para produção de esporos a serem utilizados na propagação de novas plantas.

Em 1998, uma acção conjunta entre o Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira, os Serviços do Parque Natural da Madeira e o CBNB, resultou na reintrodução de 70 plantas na natureza. No entanto, numa visita efectuada em 2009 ao local da reintrodução, Ribeira do Inferno, observaram-se apenas duas plantas sobreviventes. A percentagem de sobrevivência das plantas reintroduzidas foi extremamente baixa, o que se deve provavelmente como referido pela literatura científica a um menor vigor das plantas produzidas em viveiro quando comparadas com as plantas existentes na natureza [5]. Este facto exige um maior esforço direccionado para a realização de novas acções de reintrodução e uma selecção bastante criteriosa dos locais de reintrodução, os quais devem apresentar condições muito aproximadas daquelas que são características do habitat natural desta espécie.

Neste sentido, o Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira em colaboração com outras instituições iniciou em 2005, um trabalho conducente à propagação de esporos desta espécie através da cultura *in vitro* [6]. Este tipo de cultura, que tem vindo a ser continuado em laboratório especializado no Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira [7], envolve a inoculação dos esporos em meio apropriado com nutrientes orgânicos e inorgânicos adequados para a germinação (Figura 2), dando origem aos gametófitos (Figura 3), que por sua vez originam os esporófitos, os quais podem surgir ainda nos tubos de ensaio (Figura 4), ou quando os gametófitos são colocados no solo (Figura 5). Tendo por base as plantas que têm vindo a ser propagadas, e na sequência da reintrodução efectuada em 1998, o jardim botânico tem programadas para o presente ano de 2010 novas acções de reintrodução ou de reforço populacional, dando continuidade ao trabalho de conservação desta espécie.

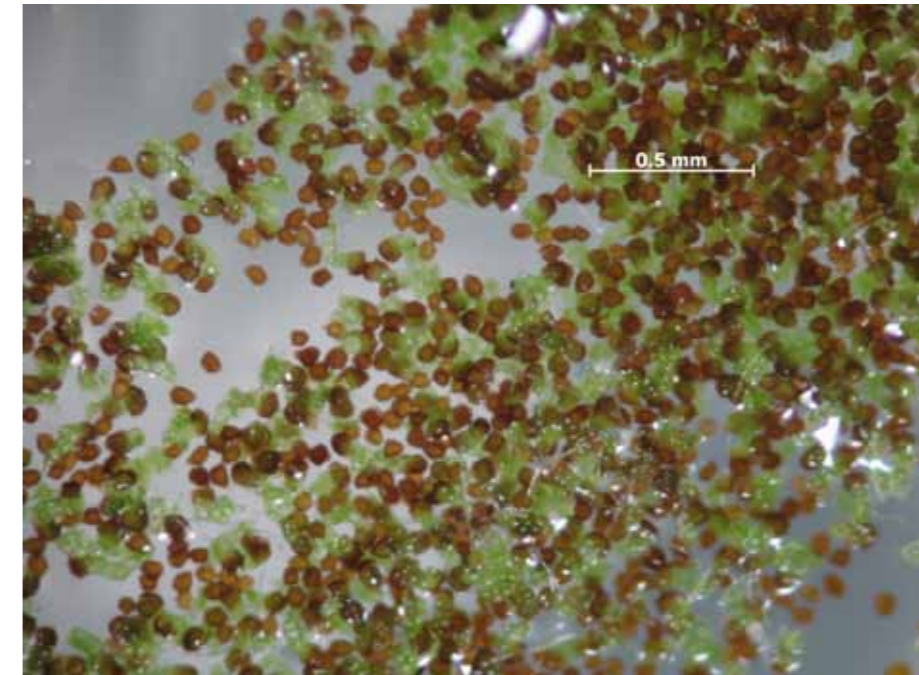


Figura 2. Início da germinação dos esporos de *P. drepanum*.

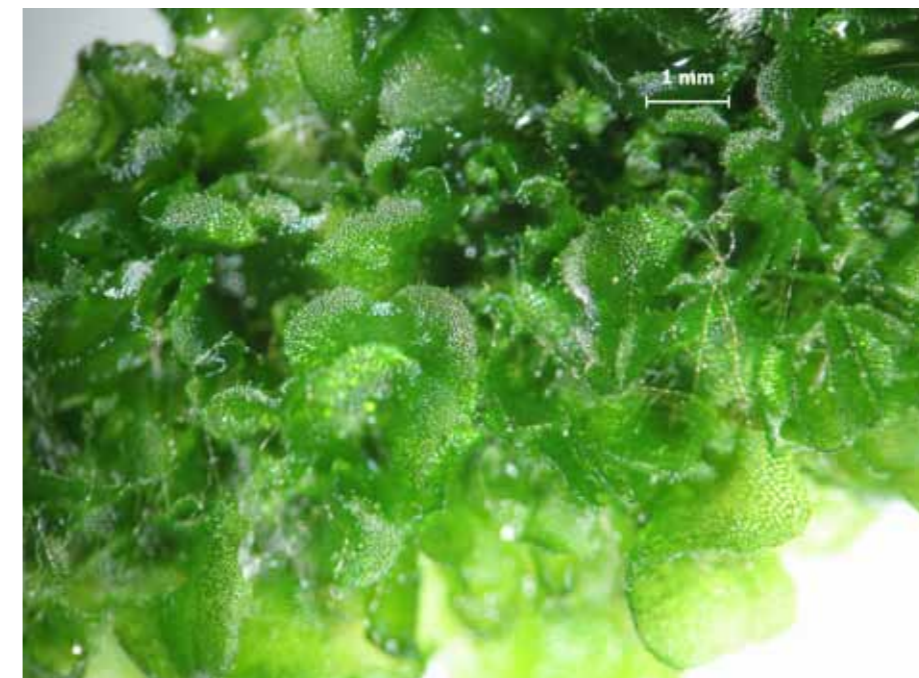


Figura 3. Gametófitos de *P. drepanum*.

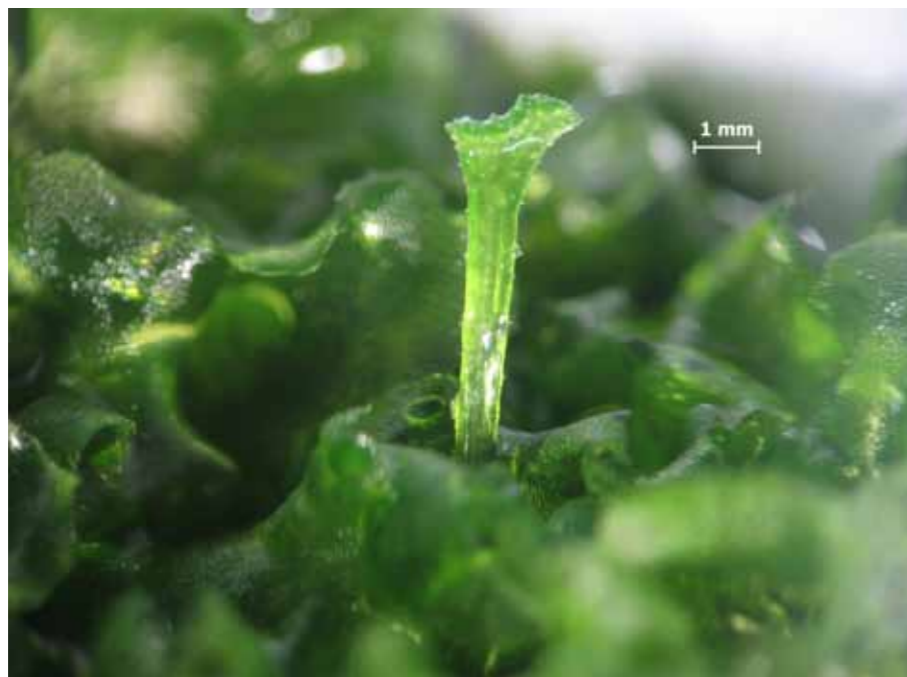


Figura 4. Fase inicial do esporófito de *P. drepanum*.



Figura 5. Proliferação de fetos em estufa no Jardim Botânico da Madeira Eng. Rui Vieira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Jonhson, A.T. & H.A. Smith. 1931. Plant Names Simplified: Their Pronunciation, Derivation & Meaning. 2nd revised edition. The Hamlyn Publishing Group Ltd. Sixth impression, 1972. Landsman Bookshop LTD. Buckenhill, Bromyard, Herefordshire.
- [2] Jardim, R., F. Fernandes, & J.A. Carvalho. 2006. *Polystichum drepanum* (Sw) C. Presl. In: Faria, B. Fauna e Flora da Madeira. Espécies endémicas ameaçadas: vertebrados e flora vascular. DRamb, Governo Regional da Madeira. pp.: 43.
- [3] Walter, K.S. & H.J. Gillett (eds.). 1998. 1997 IUCN Red List of Threatened Plants. World Conservation Monitoring Centre, IUCN – The World Conservation Union. Gland, Switzerland.
- [4] Fernandes, F., J.A. Carvalho & R. Jardim. 2008. *Polystichum drepanum* (Sw.) C. Presl. In: Martin, J. L., M. Arechavaleta, P.A. Borges, V. & B. Faria (eds.). Top 100: Las 100 especies amenazadas prioritarias de gestión en la región europea biogeográfica de la Macaronésia. Consejería de Médio Ambiente Y Ordenación Territorial. Gobierno de Canarias. pp.: 254-255.
- [5] Demauro, M.M. 1994. Development and implementation of a recovery program for the federal threatened Lakeside daisy (*Hymenoxys acaulis* var. *glabra*). In: Bowles, M.L. & C.J. Whelan (eds.). Restoration of endangered species. Cambridge University Press. Cambridge.
- [6] Chá-Chá R., F. Fernandes & A. Romano. 2005. In vitro spore germination of *Polystichum drepanum* (Sw) C. Presl, a threatened fern of Madeira Island, *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 80: 741-745
- [7] Carvalho, J.A., F. Fernandes, & P. Gouveia. 2010. Field surveys and recovery actions of *Polystichum drepanum* (Sw.) C. Presl, an endemic fern of Madeira archipelago (*in prep.*).

2.2.8 CONSERVAÇÃO DE *TEUCRIUM ABUTILOIDES* L'HÉR.

INTRODUÇÃO

O género *Teucrium* L. insere-se na família das Lamiáceas, uma família na qual encontramos plantas tais como as alfazemas, orégãos, segurelha e manjerona, as quais são usualmente utilizadas no dia-a-dia das populações na elaboração de chás ou infusões, mas também como condimentos.

A mais recente listagem de flora dos arquipélagos da Madeira e Selvagens [7], resultante da colaboração entre a Universidade da Madeira e o Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira, enumera apenas 4 espécies de *Teucrium*, nomeadamente *T. heterophyllum* L'Hér. subsp. *heterophyllum*, *T. abutiloides* L'Hér., *T. betonicum* L'Hér., e *T. francoi* M. Seq. et al. A primeira espécie é endémica dos arquipélagos da Madeira e Canárias, sendo as restantes endémicas apenas do arquipélago da Madeira.

CARACTERIZAÇÃO DE *T. ABUTILOIDES*

A espécie *T. abutiloides* (Figura 1) é um pequeno arbusto que cresce até cerca de 1,5m de altura, apresentando flores castanho alaranjadas e agrupadas em inflorescências densas [11].

A espécie e o habitat natural respectivo encontram-se protegidos no âmbito da Directiva Habitats e da Convenção sobre a Vida Selvagem e Habitats Naturais da Europa (Convenção de Berna). O seu habitat natural, a Laurissilva da Madeira, encontra-se classificado pela UNESCO como Património Mundial Natural.



Figura 1. Planta de *Teucrium abutiloides* no seu habitat natural.

DISTRIBUIÇÃO

As suas populações encontram-se bastante dispersas e fragmentadas no interior da Laurissilva nas encostas norte da ilha da Madeira [2, 3, 7], crescendo entre os 400 e os 1000 metros de altitude. As suas populações ocorrem próximo de ribeiros, levadas ou pequenas ravinas [2]. Todos estes habitats são clareiras húmidas a hiper húmidas (Figura 2) com solos com um grande teor hídrico [4].



Figura 2. Habitat natural de *Teucrium abutiloides*.

A última inventariação de *T. abutiloides* [2] verificou que todas as suas populações se encontram localizadas no interior do Parque Natural da Madeira (Figura 3). A inventariação permitiu concluir que o número total de indivíduos actualmente conhecidos na natureza é bastante mais elevado do que aquele que era conhecido anteriormente, embora inferior a 50 indivíduos adultos.

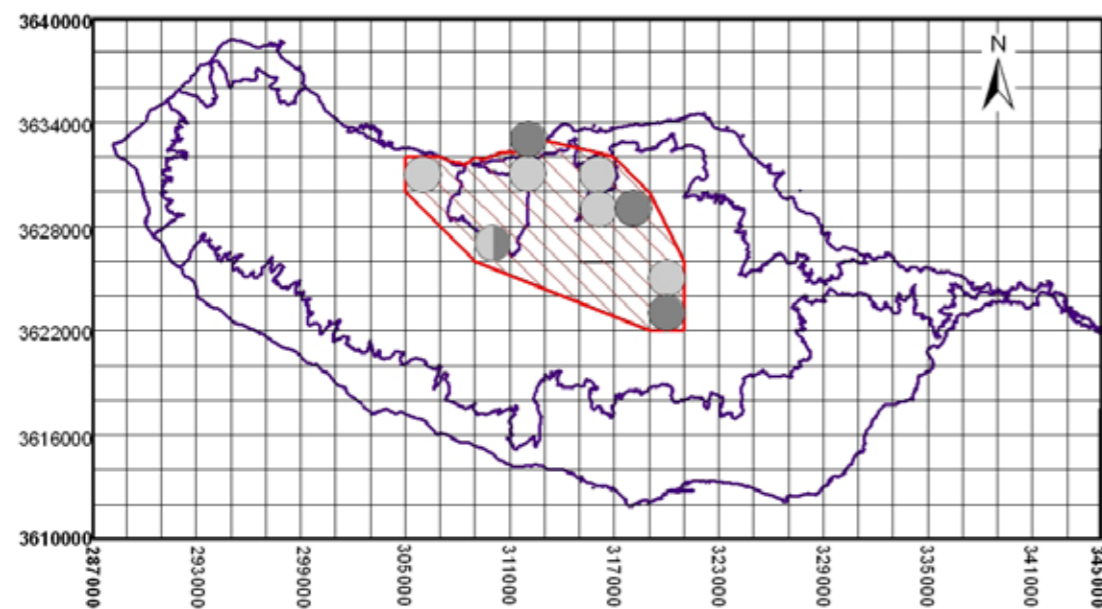


Figura 3. Distribuição actual de *Teucrium abutiloides* na ilha da Madeira utilizando quadrículas U.T.M. de 2 km², a linha interior indica os limites do parque natural (Retirado de Gouveia & Carvalho, 2009 [2]).

● Populações de herbário confirmadas ● Novas populações ■ Extensão da distribuição

CATEGORIA DE AMEAÇA

A avaliação do estatuto de conservação é fundamental para decidir sobre a necessidade de estabelecimento de estratégias de conservação específicas. Neste processo de avaliação inclui-se a classificação das espécies em categorias de ameaça de extinção segundo critérios objectivos e definidos pela União Internacional para a Conservação da Natureza [5]. Tendo por base estes princípios, a avaliação do estatuto de conservação de cada uma das espécies de *Teucrium* do arquipélago da Madeira [2, 3, 8, 11], permitiu verificar que apenas a espécie *T. abutiloides* ainda se encontra no limiar da extinção, estando classificada na categoria de criticamente ameaçada (CR).

A identificação e análise dos factores de ameaça e dos constrangimentos intrínsecos à situação da própria espécie, nomeadamente dos decorrentes da fragmentação das populações, reduzido número e tamanho das populações, levaram os investigadores do Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira a considerar que a sobrevivência desta espécie se encontrava dependente da elaboração de um plano especial de conservação [8]. E, mesmo considerando todo universo de espécies endémicas dos arquipélagos dos Açores, Madeira e Canárias, a espécie *T. abutiloides* foi incluída na lista das 100 espécies ameaçadas que mais necessitam de um plano de gestão urgente [10].

AMEAÇAS E MEDIDAS DE CONSERVAÇÃO E GESTÃO

Diversos autores [2, 3, 8] identificaram o conjunto de ameaças que limitam a sobrevivência das populações desta espécie na natureza. Até recentemente desconhecia-se a intensidade de alguns desses factores na sobrevivência da própria espécie. A última inventariação, efectuada durante o ano de 2008, permitiu verificar a presença massiva de espécies invasoras em muitas das populações naturais (Figura 4) com um elevado efeito negativo sobre o habitat natural de *T. abutiloides* e na sobrevivência das suas populações [2]. No entanto, a interacção deste factor com riscos naturais decorrentes das características volúveis do habitat natural, trabalhos de manutenção das levadas e o impacto do turismo pedestre elevam o risco de desaparecimento das populações naturais [2, 3, 8].



Figura 4. Presença de espécies invasoras nas populações de *Teucrium abutiloides*.

A presença massiva de espécies invasoras na grande maioria das populações de *T. abutiloides* [2] torna evidente que a melhoria das perspectivas de sobrevivência desta espécie passa em primeiro lugar pela melhoria da qualidade do habitat natural através da remoção e controlo das espécies invasoras [2]. No entanto, e no caso de a recuperação das populações não se verificar bem sucedida, deverão ser implementadas outras acções que implicam uma acção directa sobre a própria espécie, nomeadamente propagação *ex situ* e posterior reintrodução ou reforço de populações [2].

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Capelo, J., J.C. Costa, R. Jardim, M. Sequeira, C. Aguiar & Rivas-Martinez. 2003. The vegetation of Madeira VIII: Advances on the phytosociological survey of the Madeira archipelago. *Silva Lusitana*, 11 (2): 256-263.
- [2] Gouveia, P. & J. A. Carvalho. 2009. Conservation status of the madeira island endemic species *Teucrium abutiloides* L'hér. (Lamiaceae). *Bocagiana*, 228
- [3] Carvalho, J. A, F. Fernandes & R. Jardim. 2008. *Teucrium abutiloides* L'HÉR. IN: Martín, J.L., M. Arechavaleta, P.A.V. Borges & B. Faria (eds.). Top 100. Las 100 especies amenazadas prioritarias de gestión en la region europea biogeográfica de la Macaronesia. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial, Gobierno de Canarias. pp.: 262-263.
- [4] Costa, J. C., J. Capelo, R. Jardim, M. Sequeira, D. Espirito-Santo, M. Lousã, S. Fontinha, C. Aguiar & S. Rivas-Martinez. 2004. Catálogo sintaxonómico e florístico das comunidades vegetais da Madeira e Porto Santo. In: Capelo, J. A paisagem vegetal da ilha da Madeira. *Quercetea* 6: 3-200. ALFA. Lisboa. Portugal.
- [5] IUCN. 2001. IUCN Red List Categories. Switzerland.
- [6] Jardim, R. & M. Sequeira. 2008. Lista das plantas vasculares (Pteridophyta and Spermatophyta) In: Borges, P.A.V., Abreu, C., Aguiar, A.M.F., Carvalho, P., Jardim, R., Melo, I., Oliveira, P., Sérgio, C., Serrano, A.R.M. & Vieira, P. (eds.). A list of the terrestrial fungi, flora and fauna of Madeira and Selvagens archipelagos. pp. 179-207. Direcção Regional do Ambiente da Madeira and Universidade dos Açores, Funchal and Angra do Heroísmo.
- [7] Jardim, R. & J. A. Carvalho. 2008. Flora. Região Autónoma da Madeira. IN: Cabral M. J., A. I. Queiroz & M. I. Trigo. Relatório Nacional de Implementação da Directiva Habitats (2001-2006). Instituto da Conservação da Natureza e da Biodiversidade (ICNB). Portugal.
- [8] Jardim, R., F.M. Fernandes & J.A. Carvalho. 2006. Flora Vascular. In: Faria, B.F. (ed.) Fauna e Flora da Madeira. Espécies endémicas ameaçadas: Vertebrados e Flora Vascular. Secretaria Regional do Ambiente e dos Recursos Naturais. Governo Regional da Madeira. pp.: 73.
- [9] Lowe, R. T. 1868. A manual Flora of Madeira and the adjacent islands of Porto Santo and the Desertas. London.
- [10] Press, J.R. 1994. LABIATAE. In: Press, J.R. and Short, M. Flora of Madeira. HMSO. London.
- [11] Sequeira, M. M., J. H. Capelo, J. C. Costa & R. Jardim. 2008. *Teucrium francoi* M. Seq., Capelo, J.C. Costa & R. Jardim, a new species of *Teucrium* gr. *Scorodonia* (Lamiaceae) from Madeira. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 156: 639–647.

2.3 FITOSSOCIOLOGIA: A CLASSIFICAÇÃO DAS COMUNIDADES VEGETAIS

O Jardim Botânico da Madeira Eng.º Rui Vieira tem vindo a participar durante a última década numa etapa crucial da investigação das comunidades vegetais dos arquipélagos da Madeira e Selvagens. Esta participação tem-se inserido numa colaboração com variadas instituições universitárias nacionais e estrangeiras com o objectivo de classificar as comunidades vegetais insulares, das quais se realça o Instituto Superior de Agronomia. A investigação permitiu obter a primeira grande visão fitossociológica moderna sobre a vegetação da Madeira. Ao longo dos anos tem vindo a ser realizadas diversas publicações científicas, destacando-se *A paisagem vegetal da ilha da Madeira* [5]. Este reúne o Guia da Excursão Geobotânica dos V Encontros ALFA 2004 à Ilha da Madeira [1], uma perspectiva sobre a evolução e a singularidade da flora destes arquipélagos, e as séries de vegetação existentes; o catálogo sintaxonómico e florístico das comunidades vegetais da Madeira e Porto Santo [2], no qual são apresentados e classificados os principais tipos de comunidades vegetais; e, o catálogo florístico do Arquipélago da Madeira [3], o qual lista as espécies de plantas que ocorrem na ilha da Madeira, tendo esta sido actualizada mais recentemente na listagem de fungos, flora e fauna dos arquipélagos da Madeira e Selvagens [4].

Têm sido diversos os artigos que vêm sendo publicados sobre a classificação dos diversos tipos de comunidades vegetais existentes nas ilhas do arquipélago da Madeira. No entanto, não é o objectivo deste artigo debruçar-nos exaustivamente sobre toda a literatura científica existente nesta área, nem tão pouco efectuar uma lista das publicações científicas existentes, mas simplesmente transmitir os principais avanços conseguidos na classificação das principais comunidades vegetais presentes no arquipélago da Madeira, e publicados na revista *Quercetea* [5].

SÉRIES DE VEGETAÇÃO DA ILHA DA MADEIRA [1]

A vegetação na Madeira enquadra-se, em geral, em três tipos: uma vegetação florestal e pré-florestal climácica, às suas etapas de substituição e naturalmente a vegetação associada à presença humana.

Estes tipos diferentes de vegetação apresentam uma representatividade influenciada pelo uso antrópico intenso que se faz sentir, desde a colonização da ilha da Madeira no século XV. Este uso intensivo fez-se sentir essencialmente nas altitudes mais baixas da encosta norte, e em quase todo o gradiente altitudinal da encosta sul da ilha da Madeira.

É nas altitudes mais elevadas da Madeira, essencialmente nas encostas norte, que persiste uma das maiores extensões de floresta Laurissilva (*Clethro-Ocoteetum foetentis*). Embora a utilização agrícola dos terrenos a cotas mais baixas seja feita de uma forma intensiva, em especial na encosta sul, este uso agrícola é feito de forma descontínua propiciando a ocorrência de mosaicos de vegetação natural, os quais nos indicam o tipo de vegetação potencial existente nessas mesmas áreas.

Tendo por base a classificação bioclimática da terra [6-9], a sua modelação espacial [10], a tipologia de solos de Madeira [11], e a tipologia fitossociológica da vegetação não-sinantrópica ou seja vegetação que não é resultante de actividades agrícolas ou cultivada [2,12-14], foi construído um modelo aproximativo das séries de vegetação da Ilha da Madeira [1].

As séries de vegetação ou complexos de vegetação agrupam-se em dois grupos: climatófila, em que o clima determina o tipo de vegetação existente; edafófila, em que o substrato determina o tipo de vegetação existente. Cada série apresenta diferentes etapas de substituição até ser atingida a etapa climática, esta última corresponde ao coberto vegetal óptimo para um determinado tipo de bioclima ou tipo de solo.

Desde o nível do mar e progredindo em altitude, as séries de vegetação são as seguintes:

1. Complexos de vegetação climatófila

1.1. Série do zambujal madeirense [*Mayteno umbellatae-Oleo maderensis sigmetum*]

Esta série é exclusiva das cotas mais baixas e escarpas rochosas da encosta Sul, entre os 0 e 200 metros de altitude (Figura 1).

O clímax (*Mayteno umbellatae-Oleetum maderensis*) corresponde a micro-bosques ou matagais infra-florestais dominados por arbustos perfeitamente adaptados a condições de falta de água e de temperaturas mais elevadas como sejam a oliveira brava (*Olea maderensis*), buxo-da-rocha (*Maytenus umbellata*), buxo-da-rocha (*Chamaemeles coriacea*), dragoeiro (*Dracaena draco*), e asparto (*Asparagus scoparius*). Este clímax corresponde à floresta de oliveira-brava da Madeira.

O mato de substituição é maioritariamente, em solos medianamente profundos menos erodidos e solos agrícolas abandonados, a comunidade de figueira-do-inferno (*Euphorbietum piscatoriae*), na qual dominam a própria figueira-do-inferno - *Euphorbia piscatoria*, a malfurada - *Globularia salicina* e o massaroco - *Echium nervosum*.

Em solos incipientes e afloramentos rochosos tende a ocorrer maioritariamente a *Artemisia argenteae-Genistetum tenerae*, em que são dominantes táxones como: *Genista tenera*, *Carlina salicifolia*, *Micromeria varia* subsp. *thymoides* e *Phagnalon lowei*.

A etapa herbácea vivaz corresponde a um arrelvado de gramíneas andropogóneas profundamente enraizadas (*Cenchrus ciliaris-Hyparrhenietum sinaicae*). Os arrelvados anuais correspondentes são sub-nitrófilos e dominados por *Brachypodium distachyum* (*Galactito tomentosae-Brachypodietum distachyae*). As comunidades rupícolas em mosaico com a vegetação serial pertencem principalmente ao *Sedo nudi-Aeonietum glutinosi*. O uso do território corresponde a culturas hortícolas em socos, bananais e também à maior área de expansão urbana.

1.2. Série do matagal de marmulano [*Helichryso melaleuci-Sideroxylo marmulanae sigmetum*]

Série presente sobre solos pouco profundos exposta aos ventos carregados de humidade na encosta Norte. Ocorre aproximadamente entre os 200 e 300 metros de altitude na encosta Sul e os 0 e 50 (até aos 80) ao longo da encosta Norte (Figura 2).

O clímax é um micro-bosque arborescente dominado pelo marmulano – *Sideroxylon mirmulans*, buxo-da-rocha - *Maytenus umbellata*, malfurada - *Globularia salicina* e por vezes zimbreiro - *Juniperus turbinata* c.f. subsp. *canariensis* – (*Helichryso melaleuci-Sideroxyletum marmulanae*).

A etapa de substituição mais frequente é o *Euphorbietum piscatoriae*.

Na encosta Norte é frequente, como etapa de substituição, uma comunidade de *Helichrysum melaleucum* e *Globularia salicina*.

Nos biótopos mais escarpados, ocorre em contacto catenal com o micro-bosque de marmulano, uma comunidade de ensaio - *Aeonium glandulosum* (*Sinapidendron gymnocalicis-Sedetum brissemoretii*)

1.3. Série da laurisilva mediterrânica do barbusano [*Semele androgynae-Apollonietum barbujanae sigmetum*].

Série florestal sobre solos pouco profundos de ambas as encostas (Figura 2). O clímax é a laurisilva do barbusano, uma floresta dominada pelo próprio barbusano - *Apollonias barbujana*, loureiro - *Laurus novocanariensis*, mirica - *Myrica faya* e azevinho - *Ilex canariensis*, de características termófilas e claramente mediterrânicas (*Semele androgynae-Apollonietum barbujanae*). São abundantes no sub-bosque, as lianas como sejam o alegre-campo *Semele androgyna*, *Smilax pendulina*, *Smilax canariensis*, hera - *Hedera maderensis* subsp. *maderensis*, *Convolvulus massonii* e *Rubia agostinhoi*. Outras plantas termófilas como o asparto - *Asparagus umbellatus* subsp. *lowei*, mocano - *Visnea mocanera* e buxo-da-rocha - *Maytenus umbellata* tendem a ser características também deste bosque.

Esta série possui duas faciações que se distinguem pelas distintas etapas de substituição de matagal:

- Assim, a faciação que se desenvolve apenas nas cotas mais baixas da encosta Sul, entre os 300 e os 600 m.s.m, tem como orla de matagal de hipericão - *Hypericum canariensis* (*Myrto communis-Hypericetum canariensis*).
- A faciação que na encosta sul ocorre entre os 600 - 800 m.sm.; e na encosta norte ocorre entre os 50 - 300 (450) m.s.m é substituída pelo urzal / faial de *Erica platycodon* subsp. *maderincola*, *E. arborea* e *Myrica faya*, rico em elementos como a malfurada - *Globularia salicina*, o massaroco - *Echium nervosum*, *Helichrysum melaleucum*, *Teucrium betonicum*, etc - (*Globulario salicinae-Ericetum arborea*).

No âmbito desta série, as fases mais degradadas do coberto vegetal apresentam dominância do *Euphorbietum piscatoriae*.

1.4. Série da laurisilva temperada do til [*Clethro arborea-Ocoteo foetentis sigmetum*].

Série florestal ocorrendo em solos mais profundos. Esta série ocupa a maior extensão da área de ambas as encostas [800 - 1450 m.sm. na encosta S; 300 - 1400 m.sm. na encosta N] (Figura 3).

O clímax é a vulgarmente denominada floresta de laurisilva do til, uma floresta que atinge, por vezes, cerca de 30 m de altura e é dominada pelo til - *Ocotea foetens*, loureiro - *Laurus novocanariensis* e folhado - *Clethra arborea* e onde são também frequentes: pau-branco *Picconia excelsa*, aderno - *Heberdenia excelsa*, vinhático - *Persea indica*, gingeira-brava *Prunus hixa*, e azevinho - *Ilex perado* subsp. *perado* (*Clethro arborea-Ocoteetum foetentis*).

O sub-bosque da floresta de til tem uma diversidade muito grande e é constituído por:

- Inúmeros pteridófitos: e.g. *Diplazium caudatum*, *Pteris incompleta*, *Asplenium onopteris*, *Dryopteris maderensis*, *Woodwardia radicans*, *Dryopteris aitoniana*, *Arachniodes webbiana*,

Blechnum spicant subsp. *spicant*, *Culcita macrocarpa*;

- Gramíneas e ciperáceas como *Festuca donax*, *Carex lowei*, *Carex peregrina*;
- Lianas, como *Rubus bollei* e *Rosa mandonii*;
- Outros elementos frequentes incluem *Ruscus streptophyllus*, *Rubia agostinhoi*, *Viola odorata*, *Phyllis nobla*, *Hypericum grandifolium* e *Sibthtorpia peregrina*.

As orlas e clareiras naturais do bosque são ocupadas por comunidades de ervas vivazes que ocorrem em ambientes sombreados ou de luz difusa (*Trifolio-Geranietea sanguinei*) dominadas por *Geranium palmatum*, *Pericallis aurita*, *Ranunculus cortusifolius* subsp. *major*, *Brachypodium sylvaticum*, *Origanum vulgare* subsp. *virens*, *Cirsium latifolium*, *Dactylorhiza foliosa*, *Orchis scopolorum*, etc. (*Pericallido auritae-Geranietum palmatae*).

Para além das comunidades acima referidas, existem outras mais que ocorrem nos numerosos micro-habitats incorporados na floresta laurissilva do til, de onde se destacam:

- Comunidades epifíticas, as quais ocorrem sobre os troncos de árvores (*Davallio canariensis-Polypodietum macaronesici*); comunidades de barreiras terrosas sombrias (*Sellaginello denticulatae-Cystopteridetum viridulae*, *Hymenophylletum thumbrigensi-maderensis*);
- Comunidades de ensaio - *Aeonium glandulosum* (*Aichrysetum divaricato-villoso*);
- Comunidades de plantas que ocorrem nas “quebradas” e linhas de água de leito pedregoso dominadas por *Isoplexis sceptrum*, *Euphorbia mellifera*, *Musschia wollastonii*, *Melanoselinum decipiens* e *Sonchus fruticosus* (*Isoplexido sceptri-Euphorbietum melliferae*).

Nas linhas de água, em contacto catenal com o *Clethro-Ocoteetum foetentis*, ocorrem as comunidades ripícolas do *Diplazio caudati-Perseetum indicae*, nos troços médios das ribeiras ou *Rhamno glandulosi-Sambucetum lanceolati* nas cabeceiras pedregosas.

Nesta série de vegetação, quando se dá a degradação de áreas da comunidade climácica vulgarmente denominada floresta de laurissilva do til (*Clethro arborea-Ocoteetum foetentis*), ocorrem diferentes etapas de substituição que conduzem ao estado climácico:

- A orla e primeira etapa de substituição da floresta de til é um urzal semi-arborescente (*Vaccinio padifoli-Ericetum maderincolae*), em que são dominantes a urze-das-vassouras - *Erica platycodon* subsp. *maderincola*, a urze-molar - *Erica arborea*, e a uveira - *Vaccinium padifolium*. Em falésias e alcantilados rochosos, este urzal pode assumir o carácter de comunidade permanente. Tratam-se geralmente de urzais em solos delgados com baixa capacidade de retenção de água, mas sujeitos a precipitação oculta intensa.
- Uma segunda orla de matagal, surge normalmente como segunda etapa de substituição, dominado por *Genista tenera* e *Teline maderensis* (*Bystropogono punctati-Telinetum maderensis*). A destruição destas comunidades lenhosas origina um arrelvado anual: *Leontodo longirostris-Ornithopetum perpusili*.

1.5. Série do urzal de altitude [*Polysticho falcinelli-Erica arborea sigmetum*].

Série hiper-húmida superior e ultra-hiper-húmida, em solos pouco espessos, com dominância de urze-molar - *Erica arborea* e urze-das-vassouras - *E. platycodon* subsp. *maderincola* (Figura 4). O clímax é um bosque de urzal arbóreo, que ocupa aproximadamente as cotas acima de 1400 m.s.m, mas acima de 1650 m.s.m, a comunidade rareia, pois tratam-se maioritariamente de afloramentos rochosos e já no andar supramediterrânico ultra-hiper-húmido. Tratam-se de micro-bosques abertos, com sub-bosque esparso, constituído essencialmente pelo feto *Polystichum falcinellum*. Nas clareiras dos urzais arbóreos ocorrem as comunidades herbáceas vivazes de *Teucrium francoi* (*Teucrio francoi-Origanetum virentis*), as quais são características de zonas de pouca luz ou luz difusa.

Na orla arbustiva desta floresta ocorrem dois tipos de comunidades:

- Numa primeira orla temos uma comunidade quase mono-específica de *E. platycodon* subsp. *maderincola*.
- Numa segunda orla arbustiva, temos um urzal constituído por espécies de pequeno porte dominado por *Erica maderensis*, mas com outros elementos arbustivos, tais como *Teline maderensis*, *Argyranthemum pinnatifidum* subsp. *montanum*, *Genista tenera*, *Cytisus scoparius* subsp. *scoparius*, *Echium candicans*, *Thymus micans*.

1.6. Vegetação rupícola de altitude. [*Amerio maderensis-Parafestuco albidae microgeosigmetum*].

Comunidades permanentes que ocorrem, e, substrato rochoso, acima de 1650 m.s.m. (Figura 5), sendo essencialmente constituída por um mosaico de três comunidades:

- *Armerio maderensis-Parafestucetum albidae*, com a presença de espécies dominantes tais como as espécies *Anthyllis lemmaniana* e *Armeria maderensis*, e as gramíneas *Deschampsia maderensis*, *Koeleria loweana*, e *Anthoxanthum maderense*;
- *Sinapidendro frutescentis-Aeonietum glandulosi*, em que temos como espécies dominantes o ensaio - *Aeonium glandulosum*, *Sedum farinosum*, *Sinapidendron frutescens*, *Tolpis macrorhiza* e *Saxifraga pickeringii*;
- *Thymetum micantis*, em que a espécie dominante é *Thymus micans*.

2. Complexos de vegetação edafófila

2.1. Laurissilva ripícola do sabugueiro madeirense [*Rhamno glandulosi-Sambucetum lanceolati*].

Comunidade característica das cabeceiras pedregosas das ribeiras, em que dominam as espécies *Sambucus lanceolata* e *Rhamnus glandulosa*.

2.2. Laurissilva ripícola do vinhático [*Diplazio caudati-Perseetum indicae*].

Comunidade característica dos troços médios das ribeiras em solos, com depósitos de materiais aluvionares. São dominantes as espécies *Persea indica* e *Laurus novocanariensis*. O sub-bosque é dominado pelos pteridófitos *Diplazium caudatum* e *Woodwardia radicans*.

2.3 Seixal [*Scrophulario hirtae-Salicetum canariensis*].

Comunidade característica dos troços finais das ribeiras, colonizadora de zonas de “quebradas” torrenciais e por vezes substituindo bosques de vinhático - *Persea indica*. Nesta comunidade é característica a presença da espécie *Salix canariensis*.



Figura 1. Série do zambujal madeirense: A - Encosta do Paul do Mar com vestígios de Zambujal; B - comunidade de *Euphorbia piscatoria*; C - comunidades rupícolas associadas ao zambujal; D - indivíduos isolados de oliveira-brava;



E - Dragoeiro- *Dracaena draco* subsp. *draco*; F - Massaroco - *Echium nervosum*; G - Ensaião - *Aeonium glandulosum*; H - Goivo-da-rocha - *Matthiola maderensis*.



Figura 2. Série da laurisilva mediterrânica do barbusano: A - Encosta com laurisilva do barbusano; B - Barbusano - *Appolonias barbujana*; C - Jasmineiro-branco - *Jasminum azoricum*; D - Corriola - *Convolvulus massonii*; E - Alegra-campo - *Semele androgyna*; F - *Smilax pendulina*.



Figura 3. Série da laurisilva temperada do til: A - Encostas do interior da ilha da Madeira cobertas de laurisilva do til; B - *Musschia wollastonii*; C - Estrelas - *Argyranthemum pinnatifidum*; E - *Isoplexis sceptrum*; F - Orquídia - *Dactylorhiza foliosa*.

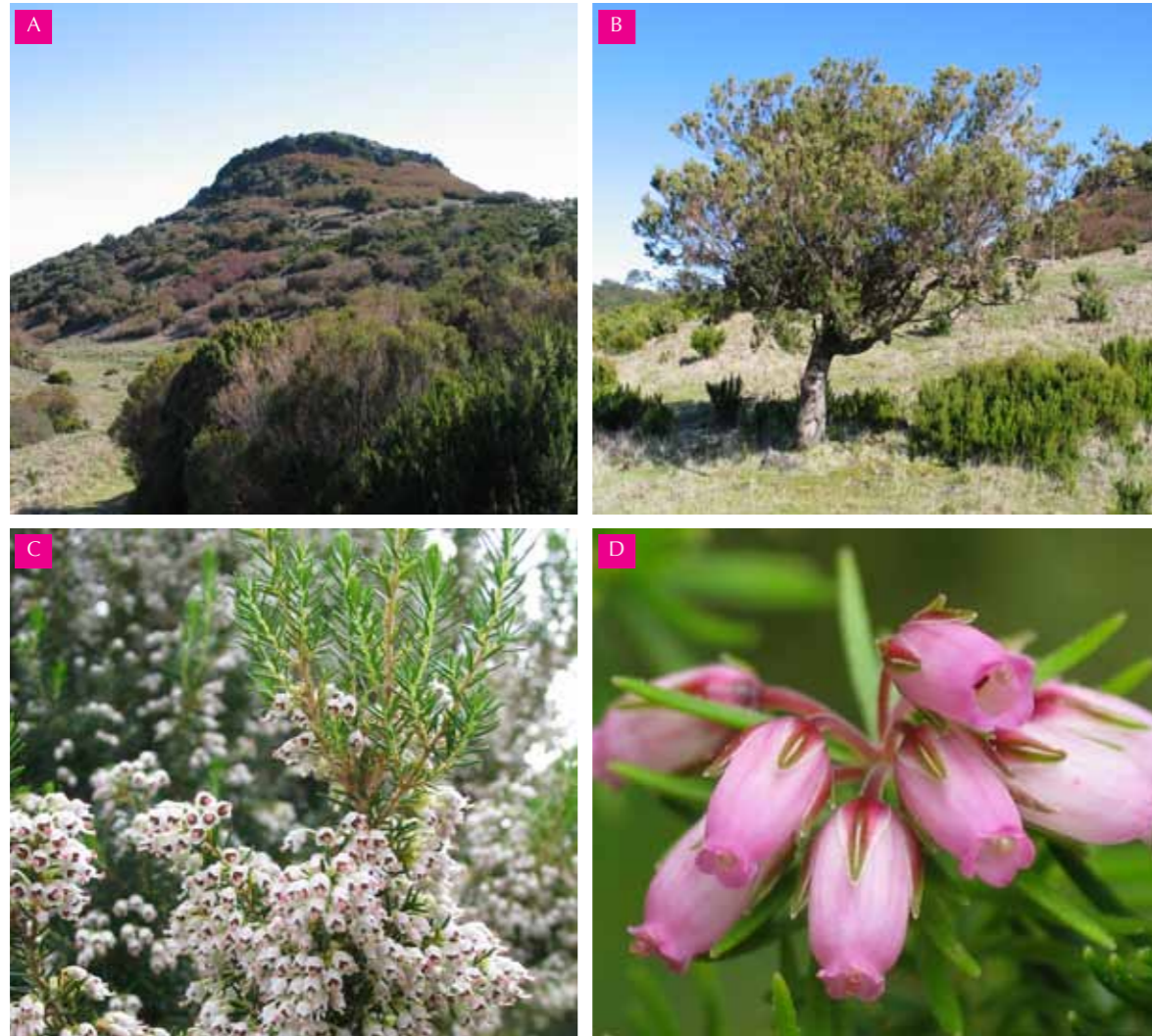


Figura 4. Série do urzal de altitude: A – Área coberta com vestígios do urzal de altitude;
B – Urze-molar – *Erica arborea*; C – Flores de urze-molar; D – *Erica maderensis*;



E – Uveira – *Vaccinium padifolium*; F – Massaroco – *Echium candicans*;
G – Promenor da inflorescência de massaroco com insecto polinizador; H – *Viola paradoxa*.



Figura 5. Vegetação rupícola de altitude: A – Área coberta com comunidades rupícolas; B – *Saxifraga maderensis*; C – Promenor de *Saxifraga maderensis*; D – *Aichryson villosum*;



E – Ensaião – *Aeonium glandulosum*; F – *Antyllis lemanniana*; G – Goivo-da-rocha - *Matthiola maderensis*; H - *Armeria maderensis*.

Tabela 2. Principais etapas das séries climatófilas madeirenses (Retirado de Capelo et al., 2004 [1]).

Série climatófila	Faciação	Bosque	Matagal	Arrelvado vivaz	Mato baixo	Arrelvado anual
<i>Mayteno umbellatae-Oleo maderensis sigmetum</i>	_____	_____	<i>Mayteno umbellatae-Oleum maderensis</i>	<i>Genchro ciliaris-Hyparrhenietum sinaicae</i>	<i>Euphorbietum piscatoriae; Artemisio argenteae-Genistetum tenerae</i>	<i>Galactio tomentosae-Brachypodietum distachyae</i>
<i>Helichryso melaleuci-Sideroxylo marmulanae sigmetum</i>	_____	_____	<i>Helichryso melaleuci-Sideroxyletum marmulanae</i>	<i>Dactylo hydodis-Hyparrhenietum sinaicae</i>	<i>Euphorbietum piscatoriae</i>	<i>Campanulo erini-Wahlenbergietum lobeloidis</i>
<i>Semele androgynae-Apollonio barbujaanae sigmetum</i>	<i>faciação com Myrto communis-Hypericetum canariensis</i>	<i>Semele androgynae-Apollonietum barbujaanae</i>	<i>Myrtus communis-Hypericetum canariensis</i>	<i>Dactylo hydodis-Hyparrhenietum sinaicae</i>	<i>Euphorbietum piscatoriae</i>	<i>Campanulo erini-Wahlenbergietum lobeloidis</i>
<i>Clethro arboreae-Ocoteo foetentis sigmetum</i>	_____	<i>Clethro arboreae-Ocoteetum foetentis</i>	<i>Vaccinio padifoli-Vaccinum maderincola</i>	<i>Pericaulido aurinae-Cerantietum palmatae</i>	<i>Bystropogono punctati-Telineetum maderensis</i>	<i>Leontodo longirostris-Ornithopetum perpusilli</i>
<i>Polysticho falcinelli-Erico arboreae sigmetum</i>	_____	<i>Polysticho falcinelli-Ericetum arboreae</i>	<i>Comunidade arbustiva de Erica maderincola</i>	<i>Vicio capresolatae-Odonitidetum hollanae; Teucro franco-Origanetum virentis</i>	<i>Argyranthemo montanae-Ericetum maderensis</i>	<i>Leontodo longirostris-Ornithopetum perpusilli</i>

Tabela 1. Limites altitudinais das séries climatófilas (Modificado de Capelo et al., 2004 [1]).

Série climatófila	Faciações	Limites altitudinais médios aproximados em situação climatófila (m.s.m)	
		Encosta Sul	Encosta Norte
<i>Mayteno umbellatae-Oleo maderensis sigmetum</i>	_____	0 - 200	
<i>Helichryso melaleuci-Sideroxylo marmulanae sigmetum</i>	_____	200-300	0 – 50 (80)
<i>Semele androgynae-Apollonio barbujaanae sigmetum</i>	<i>Faciação com Myrto communis-Hypericetum canariensis</i>	300- 600	
	<i>Faciação com Globulario salicinae-Ericetum maderincola</i>	600 - 800	50 – 300 (450)
<i>Clethro arboreae-Ocoteo foetentis sigmetum</i>	_____	800 - 1450	300 – 1400
<i>Polysticho falcinelli-Erico arboreae sigmetum</i>	_____	1450 - 1650	1400 - 1650
<i>Armerio maderensis-Parafestuco albidae geosigmetum</i>	_____	> 1650	> 1650

LISTA DE ESPÉCIES DE PLANTAS CITADAS NO TEXTO

Aeonium glandulosum (Aiton) Webb & Berthel.
Aichryson villosum (Aiton) Webb & Berthel.
Anthyllis lemanniana Lowe
Anthoxanthum maderense Teppner
Apollonias barbuja (Cav.) Bornm.
Arachniodes webbiana (A. Braun) Schelpe
Argyranthemum pinnatifidum
Argyranthemum pinnatifidum (L.f.) Lowe subsp. *montanum*
 Rustan
Armeria maderensis Lowe
Asparagus scoparius Lowe
Asparagus umbellatus Link subsp. *lowei* (Kunth) Valdés
Asplenium onopteris L.
Blechnum spicant (L.) Roth subsp. *spicant*
Brachypodium distachyum (L.) P. Beauv.
Brachypodium sylvaticum (Huds.) P. Beauv.
Carex lowei Bech.
Carex peregrina Link
Carlina salicifolia (L.f.) Cav.
Chamaemeles coriacea Lindl.
Cirsium latifolium Lowe
Clethra arborea Aiton
Convolvulus massonii F. Dietr.
Culcita macrocarpa C. Presl
Cytisus scoparius (L.) Link subsp. *scoparius*
Dactylorhiza foliosa (Sol. ex Lowe) Soo
Deschampsia maderensis (Hack. & Bornm.) Buschm.
Diplazium caudatum (Cav.) Jermy
Dracaena draco (L.) L. subsp. *draco*
Dryopteris aitoniana Pic. Serm.
Dryopteris maderensis Alston
Echium candicans L.f.
Echium nervosum Dryand.
Erica arborea L.
Erica maderensis (Benth.) Bornm.
Erica platycodon (Webb & Berthel.) Rivas Mart., Wildpret, del Arco, O. Rodr., P. Pérez,
 García Gallo, Acebes, T.E. Díaz & Fern. Gonz. subsp. *madericola* (D.C. McClint.)
 Rivas Mart., Capelo, J.C. Costa, Lousã, Fontinha, R. Jardim & M. Seq.
Euphorbia mellifera Aiton
Euphorbia piscatoria Aiton
Festuca donax Lowe
Genista tenera (Jacq. ex Murray) Kuntze
Geranium palmatum Cav.
Globularia salicina Lam.
Heberdenia excelsa (Aiton) Banks ex DC.
Hedera maderensis K. Koch ex A. Rutherf. subsp. *maderensis*
Helichrysum melaleucum Rchb. ex Holl
Hypericum canariense L.
Hypericum grandifolium Choisy
Ilex canariensis Poir.
Ilex perado Aiton subsp. *perado*
Isoplexis sceptrum (L.f.) Loudon

Jasminum azoricum L.
Juniperus turbinata Guss. subsp. *canariensis* (Guyot) Rivas Mart., Wildpret & P. Pérez
Laurus novocanariensis Rivas Mart., Lousã, Fern. Prieto, E. Dias, J.C. Costa & C. Aguiar
Matthiola maderensis Lowe
Maytenus umbellata (R. Br.) Mabb.
Melanoselinum decipiens (Schrad. & J.C. Wendl.) Hoffm.
Micromeria thymoides (Sol. ex Lowe) Webb & Berthel. subsp. *thymoides*
Musschia wollastonii Lowe
Myrica faya Aiton
Ocotea foetens (Aiton) Baill.
Olea maderensis (Lowe) Rivas Mart. & del Arco
Orchis scopulorum Summerh.
Origanum vulgare L. subsp. *virens* (Hoffmanns. & Link) Bonnier & Layens
Koeleria loweana Quintanar, Catalán & Castrov.
Pericallis aurita (L'Hér.) B. Nord.
Persea indica (L.) Spreng.
Phagnalon lowei DC.
Phyllis nobla L.
Picconia excelsa (Aiton) DC.
Polystichum falcinellum (Sw.) C. Presl
Prunus hixa Willd.
Pteris incompleta Cav.
Ranunculus cortusifolius Willd. subsp. *major* (Lowe) Rivas Mart.,
 Capelo, J.C. Costa, Lousã, Fontinha, R. Jardim & M. Seq.
Rhamnus glandulosa Aiton
Rosa mandonii Déségl.
Rubia agostinhoi Dans. & P. Silva
Rubus bollei Focke
Ruscus streptophyllus Yeo
Salix canariensis C. Sm. ex Link
Sambucus lanceolata R. Br.
Saxifraga maderensis D. Don
Saxifraga pickeringii C. Simon
Sedum farinosum Lowe
Semele androgyna (L.) Kunth
Sibthorpia peregrina L.
Sideroxylon mirmulans R. Br.
Sinapidendron frutescens (Sol.) Lowe
Smilax canariensis Brouss. ex Willd.
Smilax pendulina Lowe
Sonchus fruticosus L.f.
Teline maderensis Webb & Berthel.
Teucrium betonicum L'Hér.
Teucrium francoi M. Seq., Capelo, J.C. Costa & R. Jardim
Thymus micans Lowe
Tolpis macrorrhiza (Lowe ex Hook.) DC.
Vaccinium padifolium Sm.
Viola odorata L.
Viola paradoxa Lowe
Visnea mocanera L.f.
Woodwardia radicans (L.) Sm.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Capelo, J., R. Jardim & J.C. Costa. 2004. Guia da excursão geobotânica dos V encontros ALFA 2004 à ilha da Madeira. In: Aguiar, C., J. Capelo, J.C. Costa, S. Fontinha, D. Espírito-Santo, R. Jardim, M. Lousã, S. Rivas-Martinez, S. Mesquita, M. Sequeira & J. Sousa. A paisagem vegetal da ilha da Madeira. *Quercetea*, 6: 5-45.
- [1] Costa, J.C., J. Capelo, R. Jardim, M. Sequeira, D. Espírito-Santo, M. Louça, S. Fontinha, C. Aguiar & S. Rivas-Martinez. 2004. Catálogo sintaxonomico e florístico das comunidades vegetais da Madeira e Porto Santo. In: Aguiar, C., J. Capelo, J.C. Costa, S. Fontinha, D. Espírito-Santo, R. Jardim, M. Lousã, S. Rivas-Martinez, S. Mesquita, M. Sequeira & J. Sousa. A paisagem vegetal da ilha da Madeira. *Quercetea*, 6: 61-85.
- [1] Costa, J.C., J. Capelo, R. Jardim & M. Sequeira. 2004. Catálogo florístico do arquipélago da Madeira. In: Aguiar, C., J. Capelo, J.C. Costa, S. Fontinha, D. Espírito-Santo, R. Jardim, M. Lousã, S. Rivas-Martinez, S. Mesquita, M. Sequeira & J. Sousa. A paisagem vegetal da ilha da Madeira. *Quercetea*, 6: 187-200.
- [1] Jardim, R. & M. Sequeira. 2008. Lista das plantas vasculares (Pteridophyta and Spermatophyta) In: Borges, P.A.V., Abreu, C., Aguiar, A.M.F., Carvalho, P., Jardim, R., Melo, I., Oliveira, P., Sérgio, C., Serrano, A.R.M. & Vieira, P. (eds.). A list of the terrestrial fungi, flora and fauna of Madeira and Selvagens archipelagos. pp.: 179-207, Direcção Regional do Ambiente da Madeira and Universidade dos Açores, Funchal and Angra do Heroísmo.
- [1] Aguiar, C., J. Capelo, J.C. Costa, S. Fontinha, D. Espírito-Santo, R. Jardim, M. Lousã, S. Rivas-Martinez, S. Mesquita, M. Sequeira & J. Sousa. A paisagem vegetal da ilha da Madeira. *Quercetea*, 6: 3-200.
- [1] Rivas-Martínez, S. 2001. Bioclimatic Map of Europe – Thermotypes. Cartographic Service, University of León. Spain.
- [1] Rivas-Martínez, S., D. Sánchez-Mata & M. Costa. 1999. North american boreal and western temperate forest vegetation (syntaxonomical synopsis of the potential natural plant communities of North America II). *Itinera Geobotanica*, 12: 5-316.
- [1] Rivas-Martínez, S., A. Penas & T. Díaz. 2001. Bioclimatic Map of Europe – Thermoclimatic Belts. Cartographic Service, University of León. Spain.
- [1] Rivas-Martínez, S., T.E. Díaz, F. Fernández- González, J. Izco, J. Loidi, M. Lousã & A. Penas. 2002. Vascular plant communities of Spain and Portugal. Addenda to the Syntaxonomical checklist of 2001 part I. *Itinera Geobotanica*, 15 (1): 1-432.
- [1] Mesquita, S., J. Capelo & J. Sousa. 2004. Bioclimatologia da Ilha da Madeira. Abordagem numérica. In: Aguiar, C., J. Capelo, J.C. Costa, S. Fontinha, D. Espírito-Santo, R. Jardim, M. Lousã, S. Rivas-Martinez, S. Mesquita, M. Sequeira & J. Sousa. A paisagem vegetal da ilha da Madeira. *Quercetea*, 6: 47-59.
- [1] Madeira, M., A. Furtado, E. Jeanroy & A.J. Herbillon. 1994. Andisols of Madeira. Characteristics and classification. *Geoderma*, 62: 363 – 383.
- [1] Capelo, J., J. C. Costa, M. Lousã, S. Fontinha, R. Jardim, M. Sequeira & S. Rivas-Martínez. 1999. Vegetação da Madeira (Portugal) I: - aproximação à tipologia fitossociológica. Notas do Herbário da Estação Florestal Nacional (LISFA): fasc. X. *Silva Lusitana*, 7 (2): 257 – 282.

- [1] Capelo, J., J. C. Costa, R. Jardim, M. Sequeira & S. Rivas-Martínez. 2003a. The vegetation of Madeira VIII: Advances on the phytosociological survey of non-nitrophyllous vegetation of the Madeira Archipelago. *Notas do Herbário da Estação Florestal Nacional (LISFA): fasc. XVIII. Silva Lusitana*, 11 (2): 256 – 253.
- [1] Capelo, J., J. C. Costa, R. Jardim, M. Sequeira, C. Aguiar & M. Lousã. 2003b. The vegetation of Madeira II – woody caulirosetted communities of evergreen forest clearings: Euphorbion melliferae all. nova. *Notas do Herbário da Estação Florestal Nacional (LISFA): fasc. XVII. Silva Lusitana*, 11 (1): 111 – 113.

CAPITULO 3

THE RESPONSES OF BOTANIC GARDENS TO NEW CHALLENGES IN RESEARCH, CONSERVATION AND BIODIVERSITY MANAGEMENT

Peter Wyse Jackson

National Botanic Gardens of Ireland, Glasnevin, Dublin 9, Ireland.

Tel: +353 (0)1 804 0300; Fax +353 (0)1 836 0080;

Internet: www.botanicgardens.ie; Email: peter.wysejackson@opw.ie

BACKGROUND

The international botanic gardens community has undergone a remarkable transformation over the last few decades. Not only have hundreds of new botanic gardens been created worldwide over the last years, but also their rationale, objectives and functions have fundamentally changed to address new priorities and the changing realities for scientific institutions worldwide. As the greatest repositories of living plant collections worldwide, their importance and roles are so much better understood and appreciated by increasingly wide audiences and many botanic garden have been reinvigorated and rejuvenated to undertake a wide range of new tasks, particularly in education and plant conservation. Worldwide botanic gardens receive more than 250 million visitors per annum. As well as that, the contribution of botanic gardens to cultural development, to economic progress and commercial expansion has been of very great significance to many countries throughout the world over the last four centuries since the first botanic garden was created and at the present time these contributions are every bit as important as they ever were.

In the last twenty to thirty years there has been a renaissance in botanic gardens worldwide, largely as a result of the developing concern for biodiversity loss and the need for many more institutions to become active in plant resources conservation. There has also been a corresponding rise in botanic garden involvement in research and conservation of the floras of the regions or countries in which they are situated. In some countries, most notably in countries including Australia, Brazil, Colombia, India, Mexico, a recent trend has been the creation of local or community botanic gardens. These are often relatively modest institutions developed and managed by community groups to suit a variety of local needs, for plant conservation (such as of medicinal plants in several developing countries), environmental education and public amenity. The collections of these gardens are predominantly made up of native species and often constituted to support or complement nearby efforts made to conserve plants in their natural habitats, in nature reserves and national parks.

It is useful to review the reasons for this great expansion in botanic gardens and their resources worldwide. Traditionally the majority of botanic gardens have been situated in temperate countries of Europe, North America and Australasia. While there are still very large numbers of botanic gardens in such countries, where new ones are also being created, there has also been very considerable development of botanic gardens in many tropical countries too.

BOTANIC GARDEN RESPONSE TO THE NEEDS OF BIODIVERSITY CONSERVATION

Worldwide it is recognised that tens of thousands of plant species are rare or endangered and potentially face extinction this century if current trends continue. Although the potential extinction crisis faced by plants worldwide has been acknowledged for several decades, only recently has a

coherent plan of action for their conservation been proposed and agreed to address the potential loss of so much of the world's plant diversity. Although it is understood that the conservation of plant resources plants is fundamental to the future survival of humanity and of many other species that rely on plants to provide the fabric of most terrestrial ecosystems, nevertheless, plant conservation has barely received the attention that it needs until recent years. However it is clear that the expansion in the number and functions of botanic gardens worldwide has been driven by the environmental crisis where botanic gardens have understood that they have a substantial role to play in safeguarding plant resources and providing leadership not only in plant conservation but also in promoting the importance of plants for global sustainability.

To assist botanic gardens worldwide set their own future agendas that coincide with the changes that are impacting on the world and to help guide our future responses to the environmental crisis, in 2000 Botanic Gardens Conservation International (BGCI) prepared and published the International Agenda for Botanic Garden in Conservation to provide a global framework for botanic garden policies, programmes and priorities in biodiversity conservation [1]. It was based on contributions from and consultations with over 300 institutions and individuals throughout the international botanic garden, botanical and conservation communities.

The International Agenda defines the global mission of botanic gardens worldwide in conservation as follows:

- Stem the loss of plant species and their genetic diversity worldwide.
- Focus on preventing further degradation of the world's natural environment.
- Raise public understanding of the value of plant diversity and the threats it faces.
- Implement practical action for the benefit and improvement of the world's natural environment.
- Promote and ensure the sustainable use of the world's natural resources for present and future generations.

THE DEVELOPMENT OF A GLOBAL STRATEGY FOR PLANT CONSERVATION (GSPC)

The adoption by the Convention on Biological Diversity of the Global Strategy for Plant Conservation (GSPC) in April 2002, therefore presented significant new opportunities and challenges for the botanical community throughout the world. The Strategy was developed in response to a growing realisation that up to 100,000 plant species are currently threatened worldwide and urgent new concerted action to promote new programmes focused on plants is urgently needed if huge losses in plant diversity are to be averted.

Scope of the Global Strategy for Plant Conservation:

- Understanding and documenting plant diversity
- Conserving plant diversity
- Using plant diversity sustainably
- Promoting education & awareness about plant diversity
- Capacity building for plant diversity

The ultimate and long-term objective of the Global Strategy for Plant Conservation is to halt the current and continuing loss of plant diversity. The Strategy will provide a framework to facilitate harmony between existing initiatives aimed at plant conservation, to identify gaps where new initiatives

are required, and to promote mobilization of the necessary resources. It will also provide a tool to enhance ecosystem conservation and the sustainable use of biodiversity and to focus on the vital role of plants in the structure and functioning of ecological systems and assure the continued and future provision of the goods and services such systems provide.

The Strategy includes a series of 16 outcome-orientated targets that propose what needs to be achieved for plant conservation by 2010 (included in Annex 1). The GSPC also provides a new and innovative framework against which government programmes and the initiatives undertaken by a wide range of national and international organisations could be aligned. Through the adoption of the GSPC governments throughout the world have committed themselves to the implementation of the GSPC and to the achievement of the 16 international targets. In 2009 a comprehensive report on its achievements and progress made was published [2]. Although the first phase of the GSPC (2002-2010) has almost come to an end, negotiations are underway towards a second phase, probably from 2010 to 2020, when revised targets and renewed objectives will be adopted to help move forward the international plant conservation agenda with continued urgency. The new Strategy is also likely to adopt measures that take into consideration issues including climate change and the need to align plant conservation policies more effectively with each country's development agenda, helping to ensure that economics, sustainable development and biodiversity can go hand in hand.

FUTURE BOTANIC GARDEN RESEARCH PRIORITIES

Over the coming years I have no doubt that the research roles of botanic gardens will be dominated by three major concerns:

- Assuring that we have a comprehensive base of knowledge on plant diversity worldwide, including taxonomy, conservation status and distributions
- Conservation biology, including research needed to ensure that we can achieve effective conservation and restoration of individual plant species, populations and their ecosystems, and
- Plant responses to global change

In considering the roles of botanic garden research in helping to address the challenges of climate change, it may be helpful to remind ourselves of what are the accepted and predicted challenges of climate change (outlined in [3]).

- Last century the average global temperature rose by 0.74 °C between 1900 – 2000, the largest and fastest warming trend in the history of the Earth that scientists have been able to detect.
- Current projections show that trend will continue and accelerate and the best estimate predicts a 3°C rise between 2000 – 2100.
- It is also clear that climate change is already having an impact in certain regions, particularly in developing countries and will certainly affect their ability to achieve the Millennium Development Goals.
- However the recent Intergovernmental Panel on Climate Change reports issued in 2007 suggest that climate change problems can be tackled and affordable mitigation solutions found. Indeed dealing with climate change has become an economic necessity. It is clear that the cost of inactivity will considerably exceed the cost of taking early action, probably by several orders of magnitude. We must respond to the climate change challenges if the worst case IPCC scenarios

are to be avoided and if we wish to avoid the serious disruption to global and national economic and social activities.

- Adaptation to the realities of climate change has become essential.

I have no doubt that such realities will be and must be a major driver for future botanical research priorities through botanic gardens.

Whatever are the challenges of climate change, it is worth also touching on what will be its likely impacts throughout the world. We will see temperature increases, desertification, changes in rainfall patterns, sea-level rises, shifts in growing seasons, increasing frequency and intensity of extreme weather events such as droughts, storms and floods. The most significant impacts will be in specific regions and not evenly spread throughout the world.

Ironically the biggest impacts are likely in the developing world in those countries least able to adapt and absorb the worst impacts of climate change. The net result will be changes in agriculture, increased trends toward poverty in many countries, fundamental changes in ecosystems and serious losses of biodiversity at all levels.

Biological diversity is already threatened by habitat destruction and other human-caused stresses and climate change makes the conservation of biodiversity even more of a challenge. The pressure of climate change on biodiversity is no easy to predict straight-line graph. It requires complex analysis and understanding, and will impact in different ways of different levels of diversity – species and genetic diversity, as well as on ecosystem functionality and on the goods and services they provide.

The social disruption caused by climate change also threatens much of the rich store of traditional knowledge of biodiversity that is an intrinsic part of our links with the environment and its use as resources for life. We must also recognise that climate change is already having an impact on biodiversity through the spread of invasive species and pathogens in most countries. At the most basic level however we know that current predictions suggest that there is an increased risk of extinction among 20-30% of the plant and animal species on the planet if the global temperature increase exceeds 1.5 – 2.5°C. When one adds those figures to what we already know about the potential loss of plant species worldwide as a result of pressures unrelated to climate change – with c.100,000 plants currently threatened - we are left with a frightening scenario.

BOTANIC GARDEN ROLES IN ADDRESSING CLIMATE CHANGE

Botanic gardens clearly have a responsibility and real opportunity to respond effectively to the climate change challenge. At the risk of oversimplification, the key botanic garden roles in climate change can be broken down under five major headings:

1. Public awareness, education and advocacy
2. Botanical & Ecological Research
3. Ex situ conservation of germplasm
4. In situ management of species and ecosystems, and the
5. Utilisation of germplasm

1) Public awareness, education and advocacy

Botanic gardens receive huge numbers of visitors annually (c.250 million) and have great opportunities to become centres of public awareness on:

- the realities and consequences of climate change
- the importance of plants
- the impact of climate change on plant diversity
- the need to take immediate action
- the contribution of botanic gardens to addressing climate change

2) Botanical & Ecological Research

In Botanical and Ecological Research, many traditional and on-going botanic garden activities are highly relevant, such as plant taxonomy, exploration and monitoring of species and their ecosystems, status surveys and increasingly, the responses of plants and ecosystems to a changing environment.

The broad fields of conservation biology and population genetics are of fundamental importance. They provide the basis for what we need to know in order to undertake species recovery, ecological restoration and increasingly the reconstruction or construction of new habitats and ecological units.

Research on invasive species and pathogens is a further area where botanic gardens will be expected to contribute, using their diverse collections and knowledge to monitor and predict potentially damaging invasions and develop effective methodologies to manage, control or eradicate them.

The importance of safeguarding and extending existing and new ecological corridors has often been stressed as a means to help mitigate the impact of climate change on biodiversity. In particular these can assist the movement of pollinators and seed dispersers. However, for plants, in most cases, the rates of climate change predicted will not provide sufficient time for most species to migrate at a sufficiently rapid rate. In those cases assisted migration of species may become one of the only options available to us.

3) Ex situ conservation of germplasm

The conservation of germplasm by botanic gardens can be expected to represent a major component of their contributions to addressing the impacts of climate change on biodiversity, in particular ex situ conservation.

Maintaining threatened plants in botanic gardens worldwide is already a significant component of botanic garden work which is a well recognised contributions towards the achievement of Target 8 of the Global Strategy for Plant Conservation. There may well be a case for formulating a long-term botanic garden action plan and target, say for 2050, to provide a basis for planning what capacity is needed for ex situ conservation through botanic gardens over the next 40 years.

The continued development of storage of seed through botanic garden seedbanks will continue to form a major component of botanic garden contributions to ex situ conservation. Notable examples include the Millennium Seed Bank created by the Royal Botanic Gardens Kew and its partners worldwide and the European ENSCONET project.

4) In situ management of species and ecosystems

Botanic gardens are also likely to be increasingly active in in situ management of species and ecosystems providing active interventions on species growing in the wild to try to reduce the worst impacts of climate change (clearance of invasives, habitat enhancement etc).

5) Utilisation of germplasm

Botanic garden roles in the utilisation of germplasm is also likely to become increasingly important as new plants for new situations are required, such as for breeding, development and use of alternative economic plants, varieties and crops; to support changing livelihoods (particularly in developing

countries) and to provide germplasm for ecological and restoration purposes. The importance of further developing collections of crop wild relatives in botanic gardens should be highlighted.

In outlining these five key areas for botanic garden involvement in climate change it should be noted that botanic garden research contributions will play a valuable cross-cutting role in all areas, such as:

- on understanding public attitudes to climate change and plants;
- on the plant taxonomy that is required to underpin all botanical research;
- on in situ and ex situ conservation methodologies and technologies;
- on understanding the biology of species, ecosystems and the goods and services they provide.

THE STRATEGIC FRAMEWORK FOR BOTANIC GARDENS IN CLIMATE CHANGE

In order to be most effective in achieving goals in climate change, botanic gardens need to be aware of and closely aligned with the major policies, structures and political developments that underpin governmental and intergovernmental climate change responses. If botanic gardens fail to position themselves well and if they are not seen as relevant to climate change developments, then they will not receive the support they require in order to be most effective and run the risk of being marginalised. Keeping a high profile for plant conservation has never been an easy task in any case and ensuring that it is central to climate change mitigation and adaptation programmes will remain a challenge.

I was made particularly aware of this in Ireland when the Irish government launched its National Climate Change Awareness campaign in 2007. Preliminary work that I had done on predicting the possible loss of some 20% of Ireland's native flora through climate change was adopted as a central theme of the government's campaign. Remarkably it became headline news in Ireland for several days, the result of which has been that the National Botanic Gardens of Ireland is seen by government and the public as a centre of expertise on biodiversity and biological aspects of climate change.

It is therefore essential that botanic gardens understand and are aware of the relevant instruments operating at national and international levels and understand not only the components of each and their relevance to botanic gardens but the inter-relations between them as drivers of governmental and international policy and priorities.

In 2000 botanic gardens adopted the International Agenda for Botanic Gardens in Conservation, which has now been endorsed by about 500 institutions. Coming up to a decade since it was drafted, it is probably now timely to revisit this International Agenda and ensure that it is up-to-date and sufficiently focused on today's priorities.

Most botanic gardens are well aware of the U.N. Framework Convention on Climate Change and its Kyoto Protocol, which has the objective to achieve "stabilization of greenhouse gas concentrations in the atmosphere at a level that would prevent dangerous anthropogenic interference with the climate system". The protocol came into force in February 2005 and requires developed countries to reduce emissions and developing countries are required to monitor and report emissions. National Climate Change Strategies are today increasingly being developed to plan country responses to the Kyoto protocol. Many include a major public awareness-raising component to stimulate public participation into efforts to reduce GHG emissions. However, most barely touch on the need for biodiversity conservation and research. Few recognise that biodiversity conservation will underpin efforts to achieve environmental sustainability and most fail to recognise that biodiversity conservation will be fundamental to adapting to and mitigating climate change.

In recent years however we have seen increased cooperation between the Convention on Biological Diversity and the Framework Convention on Climate Change, but this cooperation has, by and large, not yet filtered down to influence many climate change responses at national levels. Looking at some examples of National Climate Change Strategies it is clear that most focus on energy conservation and biodiversity is mentioned only in passing as a minor aspect of the impacts of climate change.

Countries that are Parties to the Biodiversity Convention are obliged to develop and implement National Biodiversity Strategies and Action Plans. While few of the first National Biodiversity Strategies addressed climate change, more recent ones are beginning to promote the mainstreaming biodiversity into government policies and decision making, as well as to highlight the protection of biodiversity threatened by climate change. Another welcome trend is the recognition of the need to incorporate measurable targets on the achievement of conservation goals into such Strategies.

For botanic gardens, the adoption of the Global Strategy for Plant Conservation in 2002 was both a significant landmark as well as a major achievement. Botanic gardens were central to the development and subsequently to the implementation of this strategy. It clearly demonstrated the value of botanic gardens immersing themselves into the political world of biodiversity policy making and advocacy.

Good progress has been made so far in implementing the GSPC worldwide and while the majority of targets are far from being achieved, some targets show very significant progress. The majority of countries are implementing GSPC as part of their National Biodiversity Strategies and Action Plans rather than developing specific national plant conservation strategies, although a significant number of these have been prepared now. However perhaps the most significant success of the GSPC has been its adoption by individual institutions and organisations which have used it as the basis for driving their own individual plant conservation activities.

In my own institution, the National Botanic Gardens of Ireland, we have used the GSPC to provide the rationale and basis for the development and implementation of a National Plant Conservation Strategy and to bring together a national stakeholder forum to guide its implementation. The Gardens also hosts the GSPC National Focal Point, charged with helping to coordinate and monitor national GSPC responses. Worldwide there are now over 70 countries that have nominated GSPC focal points and a significant proportion of them are based in botanic gardens.

Botanic gardens also play a leading part in the Global Partnership for Plant Conservation (www.plants2010.org), launched in February 2004 to support the worldwide implementation of the Strategy. Of the current 33 members of that partnership, 17 of them are either botanic gardens or botanic garden network organisations. The Partnership is formally recognised by the Biodiversity Convention and has been given an on-going role in the GSPC as part of its flexible coordination mechanism.

In considering the key policy instruments and strategic frameworks for botanic gardens it is important to mention also the Millennium Development Goals. These eight goals have been adopted by the world community and are targeted to be achieved by 2015. For biodiversity, Goal 7 to ensure environmental sustainability is of course the key one, although most of them are relevant for various aspects of our work. For botanic gardens a key component of Goal 7 is to:

Reduce biodiversity loss, achieving, by 2010, a significant reduction in the rate of loss (the 2010 biodiversity target was incorporated as part of the Millennium Development Goals in 2005).

These Goals have also become the fundamental basis for the development aid programmes for most western countries. As mentioned earlier, the United Nations has recognised that climate change is impacting significantly on many countries abilities to achieve the Millennium Development Goals.

The importance of botanic gardens aligning themselves with these goals and being seen as relevant to them needs to be stressed.

SOME KEY AREAS FOR BOTANIC GARDEN RESEARCH IN CLIMATE CHANGE

It is clear that botanic garden research directions related to climate change are very diverse. These can be listed in a series of categories (below), some of which have already been discussed in this paper:

- Taxonomy and Status of Biodiversity
- Ecological management, restoration ecology and species recovery
- Plant population management and genetics
- Conservation and storage of germplasm
- Monitoring climate change, including phenological research
- Plant and ecosystem tolerances and responses to CC
- Predicting, controlling and managing invasives
- Ecological horticulture and water management
- Sustainable use of plant resources
- Botanic garden sustainability

1 Taxonomy and Status of Biodiversity

Botanic garden research in helping to achieve Target 1 of the GSPC is fundamental: to complete a working list of known plant species, as a step towards a complete world flora. As of 2008 something over 50% of this list is now available on line and the latest projections suggest that in 2010 the target is close to achievement. Botanic gardens have huge resources to support plant taxonomy – their herbaria, living collections and plant taxonomy staff can play fundamental roles in the development of the important new and emerging tools and resources, such as the Encyclopaedia of Life and the development of DNA barcoding techniques.

2 Ecological management, restoration ecology and species recovery

There are already many examples of botanic garden research in the area of ecological management, restoration ecology and species recovery that can be reported around the world. A future area for botanic garden research may be in assisted migration, moving plant populations and re-establishing ecosystems in areas to correspond with the new climatic conditions in a post-climate change age. Botanic gardens will use their research skills to study and understand the structure and biology of plants and populations to be transplanted; they can collect and capture the genetic diversity of species under study. They can propagate, grow, establish and maintain new populations – applying their horticultural skills to develop and implement practical methodologies. However assisted migration of plant species will never be simply a matter of merely haphazardly transplanting individuals but instead require an experimental and planned approach. There is a clear need for the development of scientifically-based guidelines and policies for assisted migration.

3 Plant population management and genetics

Much future botanic gardens research emphasis needs to be directed to plant population management and genetics. Molecular and DNA laboratories in botanic gardens are becoming an increasingly standard part of the resources of larger botanic gardens, in particular those that have

well developed plant conservation programmes. A future priority will be to develop a series of best practice case studies on plant populations to provide better models and baseline data for conservation management. Better understanding of the genetics, diversity and variation patterns of plant populations is also needed to provide guidance for collecting programmes for ex situ conservation and restoration, and well as to gain a better understanding to help address reproductive biology problems that frequently present when plant populations have dropped to critically low levels.

4 Conservation and storage of germplasm

More future botanical research emphasis will be required to determine improved and optimal storage methodologies, particularly for species with seeds that are not long-lived, as well as our future ability to utilise, grow and re-establish plants from genetic resources collections.

5 Monitoring climate change, including phenological research

Botanic gardens have a long tradition in observing and monitoring phenological data on the plants in their collections. Some botanic gardens already have important phenological data going back decades, and in a few cases for more than a hundred years, although not all of these data were ideally collected to allow rigorous scientific analysis. Changes in plant phenology may provide one of the earliest observed responses to rapid global climate change. Botanic gardens certainly have great opportunities to enhance their research in this field. Particularly productive areas for more research may include controlled experiments with altered climatic conditions; assessing phenotypic plasticity and genetic diversity in adaptive traits, such as bud burst and monitoring of “sensitive” habitats and populations.

6 Plant and ecosystem tolerances and responses to climate change

Another area where much urgent research is required by botanic gardens is in the field of developing a greater understanding of plant and ecosystem tolerances and responses to climate change. At the present time we do not have a clear idea as to what are the drivers of loss of species as a result of climate change. We also need much more research on the phenotypic plasticity and genetic adaptability of species in the face of climate change. A range of factors will probably all play a part to a lesser or greater degree in determining whether a species can survive in a changed climate, including the following -

- Increased competition from better adapted species
- Changes seasonal temperature patterns
- Changed water relations
- Changed snow/frost/freezing regimes
- Loss of pollinators
- Inbreeding and population viability changes

We clearly need more baseline studies if we are to be able to develop predictive models and devise appropriate strategies to mitigate the worst aspects of climate change on individual species. A valuable area for future botanic garden research may be in in situ monitoring and experimentation and growth chamber experiments to assess tolerances and changes in competition with a changing environment.

7 Predicting, controlling and managing invasives

Botanic gardens have an important role in helping to predict, control and monitor actually or potentially invasive species. With their diverse often non-native collections they are ideally placed to provide an early warning system for species and pathogens that could become future problems. They can also help to monitor non-native species that may gradually start to become invasive, perhaps as a result of climate change.

Of course it goes without saying that botanic gardens have to be rigorous in the management of their collections to ensure that no species they grow can spread into the wild and become invasive. In this regard, it may well be that botanic gardens should operate on the precautionary principle. This can include, for example, conducting risk assessments on all species entering the collections and managing their seed distribution to prevent the spread of particularly dangerous weeds.

8 Ecological horticulture and water management

The expected changes in climate throughout the world will also have an impact on how we manage our own botanic gardens. Water resources will become increasingly scarce and expensive for many gardens. Adapting horticultural practices to meet the new climatic conditions will not only be a challenge for each Garden itself but also present an opportunity for Gardens to take leadership in this area, in particular in raising public awareness of the need to adapt our gardens in the face of climate change challenges.

Botanic garden research in recommending and trialling suitable plants for a changed future in horticulture may become an important role. So too will the development of horticultural practices needed for species and ecological restoration in the wild.

9 Sustainable use of plant resources

Botanic gardens have a long history of involvement in the field of economic plant development and exploitation. Despite best efforts by many botanic gardens it has proved difficult for them to regain a former position of influence and reputation in the field of economic plant use. Nevertheless some botanic gardens have excellent programmes in research on sustainable use of plant resources in supporting the achievement of the Millennium Development Goals.

At the national level, very few western botanic gardens are playing a part in helping to deliver their country's Overseas Aid programmes. The priority will be to deliver new programmes that seek to address poverty, supporting many different elements of human health and wellbeing.

10 Botanic garden sustainability

The development of programmes on sustainability in botanic gardens is a complex area and will require considerable research effort, practical trials, ingenuity and determination if botanic gardens themselves are to become centres for sustainability. Important areas will include reducing energy consumption in heating or cooling glasshouses and buildings, making other energy savings, reducing waste and increasing percentages of waste that is recycled. It is a huge challenge for botanic gardens to become models for sustainability but achievable if they:

- Set realistic goals and know what they want to achieve
- Ensure all staff support the targets
- Make gradual improvement
- Monitor progress closely

CONCLUSIONS

In conclusion, it is clear that the botanical research roles on botanic gardens in helping to meet the challenges of biodiversity management and conservation, as well as climate change, are many and diverse. If botanic gardens are to maximise their contributions however I have no doubt that, in addition to pure academic research, we must keep a firm eye on undertaking needs-driven research for the development of applied techniques for climate change adaptation.

Clearly the Global Strategy for Plant Conservation lays down a challenge and task for us in botanic gardens over the coming years. The adoption of a post-2010 Strategy, up to 2020 will also be significant and provide a focus for determining what will be botanic garden priorities over the coming decade. I am sure that botanic gardens will be amongst the leaders in helping to achieve many of its targets. The 21st century will be an exciting and important time for all botanic gardens worldwide when they will face increasingly challenging tasks. We now recognise that there is a desperately urgent extinction crisis facing the world's biodiversity. Over the coming century it is estimated that up to two-thirds of the world's plants will become threatened in the wild – the threat from climate change makes an already serious situation potentially much worse [3]. Botanic gardens are responding with the development of new plant conservation initiatives throughout the world as well as embracing the need to raise public concern for plants and the environment. For all of us working in botanic gardens, it is very rewarding to be part of a movement that is increasingly recognized worldwide for its importance and for the roles that we must play in safeguarding plant diversity for present and future generations.

REFERENCES

Wyse Jackson, P.S. and Sutherland, L. (2000). The International Agenda for Botanic Gardens in Conservation. Botanic Gardens Conservation International (BGCI), London, U.K.

CBD Secretariat and the Global Partnership for Plant Conservation (2009). Plant Conservation Report: A review of progress in implementing the Global Strategy for Plant Conservation (GSPC). Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal, Canada.

Hawkins, B., Sharrock, S. and Havens, K., 2008. Plants and climate change: which future? Botanic Gardens Conservation International, Richmond, UK

Annex 1: THE SIXTEEN TARGETS OF THE GLOBAL STRATEGY FOR PLANT CONSERVATION

A. Understanding and documenting plant diversity

Target 1: A widely accessible working list of known plant species, as a step towards a complete world flora

Target 2: A preliminary assessment of the conservation status of all known plant species, at national, regional and international levels

Target 3: Development of models with protocols for plant conservation and sustainable use, based on research and practical experience

B. Conserving plant diversity

Target 4: At least 10 per cent of each of the world's ecological regions effectively conserved

Target 5: Protection of 50 per cent of the most important areas for plant diversity assured

Target 6: At least 30 per cent of production lands managed consistent with the conservation of plant diversity

- Target 7: 60 per cent of the world's threatened species conserved in situ.
- Target 8: 60 per cent of threatened plant species in accessible ex situ collections, preferably in the country of origin, and 10 per cent of them included in recovery and restoration programmes
- Target 9: 70 per cent of the genetic diversity of crops and other major socio-economically valuable plant species conserved, and associated indigenous and local knowledge maintained
- Target 10: Management plans in place for at least 100 major alien species that threaten plants, plant communities and associated habitats and ecosystems
- C. Using plant diversity sustainably
- Target 11: No species of wild flora endangered by international trade
- Target 12: 30 per cent of plant-based products derived from sources that are sustainably managed
- Target 13: The decline of plant resources, and associated indigenous and local knowledge innovations and practices, that support sustainable livelihoods, local food security and health care, halted.
- D. Promoting education and awareness about plant diversity
- Target 14: The importance of plant diversity and the need for its conservation incorporated into communication, education and public awareness programmes.
- E. Building capacity for the conservation of plant diversity
- Target 15: The number of trained people working with appropriate facilities in plant conservation increased, according to national needs, to achieve the targets of this Strategy.
- Target 16: Networks for plant conservation activities established or strengthened at national, regional and international levels .



BOTANIC GARDENS AND CONSERVATION OF THE MACARONESIAN FLORAS

Juli Caujapé-Castells

Departamento de Biodiversidad Molecular y Banco de ADN

Jardín Botánico Canario "Viera y Clavijo"

julicaujape@gmail.com

Both the usually small population sizes of island plants and the intrinsic biological characteristics associated with isolation make island endemics even more sensitive than their congeners from other enclaves to the threats posed by extrinsic factors, and impose the adoption of conservation strategies based on scientific research. Of some 80 documented plant extinctions in the last 400 years, about 50 were island species [1], and quantitative predictions estimate that human pressure will increase more markedly on island ecosystems than on continents (e.g., [2] among many others). Global ecological phenomena and biological variables notwithstanding, island enclaves do not exert fascination exclusively on evolutionary biologists, and most insular economies are heavily dependent on tourism. This means that environmental sustainability is highly needed also for the sake of island economies, because tourists increasingly crave for well preserved environments, and landscape degradation may motivate the downward surge of the most important source of income for the islands (if not the only one). It is thus important to send the message that investing in biodiversity research and conservation gives important yields for most islands' integral sustainable development.

Bramwell and Caujapé-Castells [3] recently reviewed the state of knowledge of the Canarian flora at the end of the last century, highlighting that the conservation problems associated with insular floras will have a different order of magnitude during the 21st century, given the radical and global species distribution shifts caused by (especially) climate change. Because Macaronesia is recognized as one of the world's major biodiversity hotspots [4], these authors concluded that research efforts in this enclave should be focused on conservation and sustainable use of biodiversity, especially emphasizing the role of botanic gardens in the ex situ conservation of genetic diversity and the maintenance of live collections.

In this short contribution, I'll delve a bit further into some of the points raised by these authors, considering the most urgent priorities identified on a recent assessment of the challenges faced by the conservation of the world's oceanic insular floras, where scientists from the five Macaronesian archipelagos participated. Then, I will briefly review how molecular markers can help us fulfill the most urgent priorities based on our own experiences at the Jardín Botánico Canario "Viera y Clavijo" (JBCVC from now on). Finally, I'll pick out some examples of research challenges for the future, and highlight the role of botanic gardens as major centers for the conservation of the world's insular floras.

The Millenium Ecosystem Assessment (MEA henceforth) periodically presents a synthesis of the findings concerning biodiversity contained in the reports of four Working Groups representing more than 2,000 specialists worldwide. The latest assessment by this panel was conducted in 2005, and identified four main drivers of biodiversity decline on islands over the last century, namely (1) habitat change, (2) invasive alien species, (3) over-exploitation, and (4) climate change and pollution. Notably, either the impact of the driver is already globally high or very high on island ecosystems (first three

drivers), or the trend of the impact is very rapidly increasing in the only case where the present impact of the driver is low (climate change and pollution).

Recently, Caujapé-Castells et al. [5] reviewed and quantified the main threats associated to the five Macaronesian archipelagos (among other insular systems of the world), based on (a) the four drivers of biodiversity loss highlighted by the MEA [6] as well as on (b) threats related to socio-economic factors not considered by the MEA (see Table 1). According to the researchers that participated in that review, the most important threats to the plant diversity of all Macaronesian archipelagos are Invasive alien plant species, habitat alteration and destruction, and demographic and economic growth. Small population sizes and fragmentation seem to be of especial concern in the Açores and Cape Verde (although most factors of impact in any Macaronesian archipelago may increase fragmentation and decrease population effectiveness). By contrast, in Madeira and the Canaries, invasive alien vertebrates are more important as a factor of threat than in the other Macaronesian archipelagos. The relationships among the 13 threat assessed factors are shown in Figure 1, which clearly illustrates that the impacts of major threat factors on the endemic plant biodiversity are not related to geographical proximity, thereby emphasizing the need for enhanced interaction among island conservation scientists throughout the world. Notably, in Macaronesia, Madeira & Selvagens and the Canaries share more threat impacts than either of them with the other two Macaronesian archipelagos, which fall much closer to very distant insular systems (i. e., the Seychelles).

SOME RESEARCH GAPS IN THE MACARONESIAN FLORAS: A MOLECULAR PERSPECTIVE

In the last ca. 20 years, molecular data have represented a most fruitful quantitative approach to hypothesize the origins and post-colonizing evolution of the Macaronesian floras. However, despite significant exceptions in speciose genera where both taxonomic and geographic sampling have been exhaustive (e.g., *Crambe* [7], *Descurainia* [8], *Sideritis* [9], or *Sonchus* [10]), substantial sampling gaps exist in many published investigations that impede understanding. It must be noted that Macaronesian Botanic Gardens have among their scientific staffs some most renowned taxonomists; hence, a closer coordination between them and phylogeneticists could fill in taxonomic or geographic sampling gaps, or add the DNA sequences of recently discovered populations to published phylogenies. These collection efforts in the islands, coupled with thorough sampling of congeners from neighboring continental areas, may give spectacular prospects for return in terms of robust tests for the predominant pattern of monophyly in most Macaronesian groups analyzed under molecular phylogenetic perspectives.

The steep and rugged geographical features of most Macaronesian islands that contribute to generate the distinctive evolutionary patterns seen in their plant endemics are also powerful deterrents to thorough botanical exploration. Consequently, gaps in the knowledge of the status and distribution of endemic plants remain in most archipelagos, and botanical expeditions still discover conspicuous new endemics (e.g. the dragon tree endemic to Gran Canaria, *Dracaena tamaranae* [11]), or find species that had been feared extinct for years (like the giant gecko from La Palma, *Gallotia auaritae* [12]). Increased exploration and taxonomic work seems thus needed even in theoretically “well known” groups.

Furthermore, future research should address the study of plants regarded as “native but non-endemic” in Macaronesian archipelagos, which often seem to harbour “cryptic” diversity. Admittedly, this situation is often only motivated by the glaring bias toward the study of the most spectacular endemic groups and morphological radiations, but such theoretically “cosmopolitan” plants provide still another broad avenue for interaction between taxonomists and molecular biologists. DNA sequence data may be critical for complementing morphology to produce more objective classifications, to detect

cases of cryptic species overlooked by morphology, or to classify specimen samples unidentifiable for morphology. In the Canaries, the application of the two barcode sequences (matK and rbcL) to a broad sample of the endemic Angiosperm flora results in the successful discrimination of about 75% of the taxonomically clear cases tested (Jaén-Molina et al, in prep.) and in the detection of suspected cryptic species among formerly presumed con-specific populations. Parallel efforts already initiated in other archipelagos (Schaeffer et al., in prep. and Moura et al., in prep. for the Açores, or Romeiras et al. in prep and Jaén-Molina et al., in prep. for Cape Verde) might soon afford an unprecedented comparative framework for all Macaronesian endemic floras.

Because, in general, population genetic investigations have a much narrower taxonomic focus than phylogenetic studies, geographic sampling per island of distribution has been less of an issue. Many of the problems in this field arise from (i) defective intra-population and taxonomic sampling, and (ii) the lack of a publicly accessible database.

A relaxed intra-population sampling in many population genetic investigations is prone to have inflated the estimates of inter-population genetic differentiation, so that the previously estimated low levels of gene flow in the Canarian flora [13] might not reflect its underlying biological reality. As discussed in Caujapé-Castells [14] higher intra-population diversities and higher levels of gene flow than the present averages should be expected with proper sampling. This aspect is being corrected through intensive sample of populations based on dedicated field prospection (e.g., [15]). On the other hand, the general lack of comparisons between Macaronesian plant endemics and mainland congeners prevents finding out whether Macaronesian endemics are indeed genetically depauperate respect to their mainland extant congeners, or testing some general hypotheses on the levels and directions of gene flow between the archipelago and NW Africa. Certainly, a few exceptions already exist to this general pattern (e.g., in *Argyranthemum* [16], or *Olea* [17]), but their utter scarcity still prevents robust statistical analyses.

Regarding the lack of databases, the construction of the public matrix repository DEMIURGE is being developed through the collaboration between the Instituto Tecnológico de Canarias and the JBCVC within the project Demiurgo (PCT-MAC/1/C020). This web resource will follow GBIF standards to collect and preserve molecular population genetic genotype matrices and ancillary information, allowing for the first time unrestricted access to all the dimensions of knowledge that they contain.

Because genetic diversity is transmitted through reproduction, population genetic research provides a wide avenue for the interaction between geneticists and reproductive biologists; significantly, reproductive biology knowledge is highlighted as one major gap in most archipelagos worldwide. Although reproductive biology data are accumulating for the plant endemics of various Macaronesian archipelagos (e.g., in the Açores, Pereira [18] with *Vaccinium*; in the Canaries, Fernández-Palacios et al. [19] with *Parolinia*, Mora-Vicente et al. [20] with *Echium*, or Suárez-García et al. [21] with *Limonium*), thorough elementary knowledge of this aspect of the floras is lacking, which impedes understanding of the biological implications of most population genetic studies. Conservation-wise, such reproductive biology research is of paramount importance to detect reproductive problems and to help pinpoint the most ailing populations.

A NOTE ON DNA BANKS

DNA banks can be conceived as a tool of conservation through the knowledge afforded by molecular information. DNA banking is thus of urgent general importance for the investigation of both evolutionary issues and conservation problems, partly motivated by the predicted effects of climate

change on biodiversity [22-23]. The DNA banks of the Madeiran, Açorean and Canarian floras were started in 2005 through the project BIOMABANC (Interreg III-B 03/MAC/4.1/C7) and are resident, respectively, at the Jardim Botânico da Madeira, at the Departamento de Biologia of the Universidade dos Açores at Ponta Delgada, and at the Jardín Botánico Canario “Viera y Clavijo” of the Cabildo de Gran Canaria (JBCVC). The DNA bank of the Cape Verdean flora is kept as a trust fund at the JBCVC through a collaboration of this institution with the Instituto Nacional de Investigações e Desenvolvimento Agrário (INIDA) of that country, which started with project CAVEGEN (Interreg-III B 04/MAC/3.5/C34).

The DNA bank of the Canarian Flora [24] was created to complement the research on the origins, microevolution, conservation and taxonomic identification developed since 1952 by the different research groups of the JBCVC. A vast majority of our collections are funded by institutional projects from different departments of the centre, but we also host samples sent by other collaborating botanists and institutions; overall, we have now about 4,000 samples that represent ca. 40% of the Canarian endemic flora at the species level, and a similar proportion of the Cape Verdean endemic flora. A great deal of effort is still needed to consolidate these collections but, parallel to other lines of research, they will hopefully allow us to estimate the phylogenetic diversity (PD) of these floras (see [25]) with a view to broaden conservation guidelines based on taxonomic diversities per unit area [26].

If some day we can use molecular markers to complement morphology in the taxonomic ID of the endemic flora, then DNA Banks will fulfill a mission analogous to that of today's herbaria, i.e., to watch over the types of the (molecular) operative taxonomic units. And when we can have access to the complete genome of any plant, the collections in DNA Banks, herbaria and seed banks will be crucial to refine or refute our present theories about biodiversity through multi-disciplinary research. Thus, networking the DNA Banks hosted by Macaronesian botanic gardens would reinforce the already amply recognized research and ex situ conservation tasks developed in our institutions.

FUTURE CHALLENGES FOR CONSERVATION

Oceanic islands are invaluable (but also extremely vulnerable and fragile) arks of biodiversity. Unarguably, the biological and historical features of oceanic island endemics make them much more sensitive to extrinsic changes than congeners from other enclaves. Many threat factors act synergistically [27-28], and a single species extinction may reverberate through entire ecosystems, leading to a cascade of extinctions. This tight (and often poorly understood) interdependence among the different elements of biodiversity entails that protection should be granted for every insular endemic.

Nevertheless, in parallel to this general conservation principle, one clear and basic challenge for the future is to adjust our methods to detect endangerment to the particular characteristics of island plants. The naturally small size of island plant populations has often been directly equated to a high degree of endangerment, so that it comes as no surprise that species under high IUCN endangerment categories are more often found on islands of small size. However, the criteria of the IUCN Red List [29] on geographic range, fragmentation, or occupancy area are not of general applicability to island plant endemics, because situations that fit well with the definition of “risk” under those criteria are connatural to the evolutionary strategies of many insular endemics that are not endangered. We all know of examples of insular endemic plants that (if undisturbed) can thrive with small ranges and population sizes, or undergoing extreme demographic fluctuations depending on weather regimes, annual rainfall, pollinator demographic cycles, among other variables. By contrast, historically widespread species that suffer an abrupt decline in ranges and/or population sizes may be more susceptible to genetic stresses (e.g., [30]), because they often may not be able to develop adaptations to counter the biological

disadvantages brought about by sudden rarity. It seems thus urgent to develop a suitable set of criteria to assess endangerment or vulnerability in insular endemic plants. Closely related to these considerations, the estimation of Minimum Viable Population sizes (MVP) of plant species is still heavily influenced by inadequate models adapted from animal biology. Thus, even though the MVP concept may greatly assist conservation planning, its usefulness in plant conservation practice is debatable, and a new conceptual model is needed.

Preferably, conservation action should promote the establishment of protected areas with occasional help through either population reinforcements (to mitigate population decline driven by e.g., demographic, reproductive or genetic stochasticity) or reintroductions (aimed at enhancing inter-population connectivity via gene flow). A plethora of extrinsic factors may however undermine the biological capabilities of many insular plants living in protected and managed habitats (cf. climate change, inbreeding, natural catastrophes, land use changes), so that it is more than advisable to complement in situ conservation with ex situ measures. Beautiful examples of how this interaction can be achieved through multi-disciplinary approaches are furnished in the book “Conservación ex situ de plantas silvestres” (<<http://www.gijon.es/documentos/jba/enVerde/DivulgacionCientifica/Conserv-exsitu.pdf>>). In Macaronesia, project BIOCLIMAC (PCT-MAC/1/C067) reinforces the links among the Jardim Botânico da Madeira, the Jardim Botânico dos Açores and the JBCVC to implement some of these research strategies. This collaborative research effort among botanical gardens is investigating the possible impacts of climate change on seed germination and genetic variation of selected coastal and high-elevation congeneric endemics. Though difficult to predict, the impacts of climate change on island plant biodiversity are likely to be substantial (MEA 2005), and research projects like this one (bringing together classical taxonomy, reproductive biology, molecular population genetics, or ecology) are highly needed in order to learn as much as possible about biodiversity for the sake of its effective conservation.

Given that the main objective of ex situ conservation is to preserve the genetic variation of species (cf. the Convention on Biological Diversity, <<http://www.cbd.int>>), it requires the coordination among (at least) seed bank scientists (to collect and preserve germplasm in proper conditions that facilitate further conservation actions), population geneticists and DNA banks (to select the target populations that maximize the genetic representativeness of seed collections and to store DNA samples for future research), and taxonomists and herbaria (to characterize species, make inventories and suggest suitable areas for reintroduction).

Because Macaronesian plant endemics do not take notice of political borders, international collaboration is sheer necessary, thereby emphasizing the implications of the multivariate representation in Figure 1 even more. As highlighted in Caujapé-Castells *et al.* [5], better communication and coordination of research efforts among archipelagos of the world with different levels of expertise in each priority problem are highly needed. In Macaronesia, this initiative may serve to streamline joint multi-disciplinary research objectives for plant endemics, and provide more opportunities for mutual assistance, synergistic action and perhaps common political approaches to plant conservation. A recent meeting in Gran Canaria with Professors Sara Oldfield and David Bramwell confirmed the full support of Botanic Gardens Conservation International (BGCI) to this challenge, and the first steps of such a coordinated network will be discussed on June 15th 2010 in the “Special session on conserving island plants” within 4th Global Botanic Gardens Congress in Dublin.

It needs be emphasized that the collaboration among botanic gardens should extend well beyond scientific research, as they are also often the only centres with the horticultural knowledge and facilities needed to properly grow and maintain local species out of their natural areas of distribution. Thus, they

may be the only opportunity for the acclimation of specialist taxa whose habitats may predictably be (or have already been) lost.

Finally, most botanic gardens have education and communication departments that must gather the scientific, technical and horticultural knowledge developed in these institutions to network the development of public interfaces on biodiversity and climate change. As stated by the Gran Canaria Declaration on Climate Change and plant conservation (Grupo de Gran Canaria 2006), “with over 200 million visitors annually worldwide, botanic gardens have the capacity to play a leading role to convey important environmental messages, thus heightening public awareness of climate change and plant conservation”.

I thank the Jardim Botânico da Madeira and Dr. Luisa Gouveia for kindly inviting me to give this talk. I am especially indebted to the Cabildo de Gran Canaria, the Instituto Tecnológico de Canarias, the Consortium for the Barcode of Life, the Programa de Cooperación Transnacional Madeira-Açores-Canarias, the Spanish Ministry of Science, the Canarian Government, and the Fundación Amurga-Maspalomas for providing financial support to many ideas that lie at the core of our scientific missions at the Jardín Botánico Canario “Viera y Clavijo”.

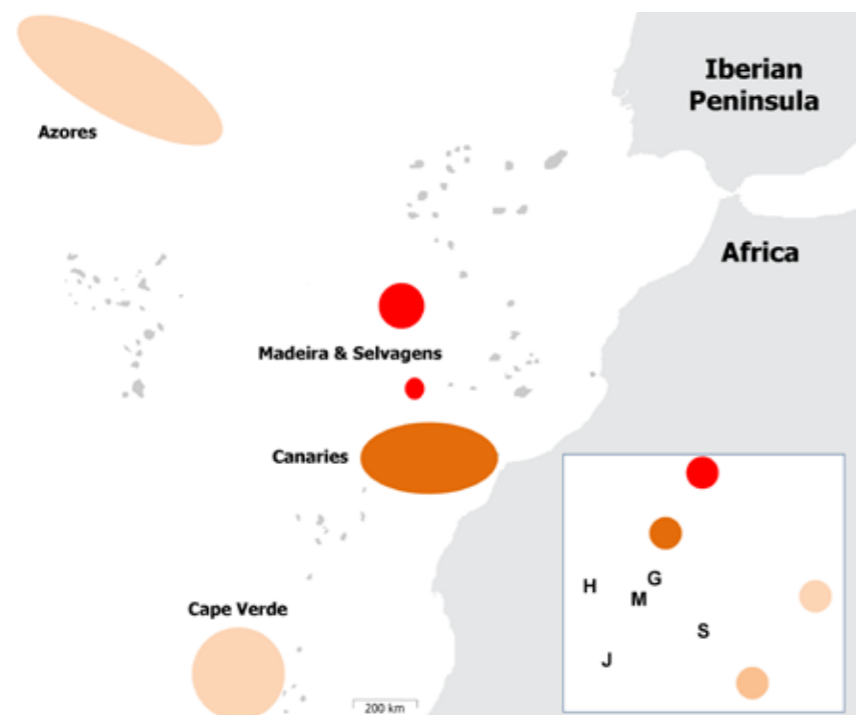
REFERENCES

- [1] Sax, D.F., S.D. Gaines. 2008. Species invasions and extinction: The future of native biodiversity on islands. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 105: 11490-11497.
- [2] Kier, G., H. Kreft, T.M. Lee, W. Jetz, P.L. Ibsch, C. Nowicki, J. Mutke & W. Barthlott. 2009. A global assessment of endemism and species richness across island and mainland regions. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 106: 9322-9327.
- [3] Bramwell, D., & J. Caujapé-Castells. 2008. La flora canaria en el siglo XXI. *Anuario de estudios atlánticos* 54: 509-531.
- [4] Myers, N., R.A. Mittermeier, C.G. Mittermeier, G.A.B. da Fonseca & J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403, 853-858.
- [5] Caujapé-Castells, J, A. Tye, D.J. Crawford, A. Santos-Guerra, A. Sakai, K. Beaver, W. Lobin, V. Florens, M. Moura, R. Jardim, I. Gomes & C. Kueffer. 2009. Conservation of oceanic island floras: Present and future global challenges. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* (in press, doi:10.1016/j.ppees.2009.10.001).
- [6] Millennium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis*. World Resources Institute, Washington, DC.
- [7] Francisco-Ortega, J., J. Fuertes-Aguilar, S.C. Kim, A. Santos-Guerra, D.J. Crawford & R.K. Jansen. 2002. Phylogeny of the Macaronesian endemic *Crambe* section *Dendrocrambe* (Brassicaceae) based on internal transcribed spacer sequences of nuclear ribosomal DNA. *Amer. J. Bot.*, 89: 1984-1990.
- [8] Goodson, B.E., A. Santos-Guerra & R.K. Jansen. 2006. Molecular systematics of *Descurainia* (Brassicaceae) in the Canary Islands: biogeographic and taxonomic implications. *Taxon*, 55: 671-682
- [9] Barber, J. C., C.C.Finch, J. Francisco-Ortega, A.Santos-Guerra & R.K. Jansen. 2007. Hybridization in Macaronesian *Sideritis* (Lamiaceae): evidence from incongruence of multiple independent nuclear and chloroplast sequence datasets. *Taxon*, 56: 74-88.

- [10] Kim, S. C., C. Lee & J.A.Mejías. 2007. Phylogenetic analysis of chloroplast DNA matK gene and ITS of nrDNA sequences reveals polyphyly of the genus *Sonchus* and new relationships among the subtribe *Sonchinae* (Asteraceae: Cichorieae). *Mol. Phyl. Evol.*, 44: 578-597.
- [11] Marrero, A., R.S. Almeida & M.González-Martín. 1998. A new species of the wild dragon tree, *Dracaena* (Dracaenaceae) from Gran Canaria and its taxonomic and biogeographic implications. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 128: 291-314.
- [12] Mínguez LE, O.M. Afonso, J. Pether & J.A. Mateo. 2007. Evidencias de la posible supervivencia del lagarto gigante de La Palma (*Gallotia auaritae*). *Boletín de la Asociación Herpetológica Española*, 18: 11-13
- [13] Francisco-Ortega, J., A. Santos-Guerra, S.C. Kim, & D.J.Crawford. 2000. Plant genetic diversity in the Canary Islands: a conservation perspective. *Am. J. Bot.*, 87: 909-919.
- [14] Caujapé-Castells, J. 2009. General GST and inflation due to biased intra-population sampling, and its consequences for the conservation of the Canarian flora. *Conservation Genetics*, (in press).
- [15] Oliva-Tejera, F., J. Caujapé-Castells, J. Naranjo-Suárez, J. Navarro-Déniz, J.R. Acebes-Ginovés & D. Bramwell. 2004. Population genetic differentiation in taxa of *Lotus* (Fabaceae: Loteae) endemic to the Gran Canarian pine forest. *Heredity*, 94: 199-206.
- [16] Francisco-Ortega, J., D.J. Crawford, A. Santos-Guerra & S. Sa Fontinha. 1995. Genetic diversity among Mediterranean and Macaronesian genera of the subtribe *Chrysantheminae* (Asteraceae). *Am. J. Bot.*, 82: 1321-1328.
- [17] García-Verdugo, C., M.F. Fay, C. Granado-Yela, R. Rubio de Casas, L. Balaguer, G. Besnard & P. Vargas. 2009. Genetic diversity and differentiation processes in the ploidy series of *Olea europaea* L.: a multiscale approach from subspecies to insular populations. *Mol. Ecol.*, 18: 454-467.
- [18] Pereira, M.J., 2008. Reproductive biology of *Vaccinium cylindraceum* (Ericaceae), an endemic species of the Azores archipelago. *Botany*, 86, 359-366.
- [19] Fernández-Palacios O, J. Pérez de Paz, R. Febles & J. Caujapé-Castells. 2006. Duplicaciones y diversidad genética de *Parolinia ornata* (Brassicaceae: Matthioleae) endemismo de Gran Canaria en relación a dos congéneres más restringidos y otros taxones isleños y continentales. *Botánica Macaronésica*, 26:19-54
- [20] Mora-Vicente S, J. Caujapé-Castells, J. Pérez de Paz, R. Febles & J. Malo. 2009. Isozyme diversity in some Canarian woody endemisms of the genus *Echium* L. (Boraginaceae). *Plant Syst. Evol.*, 279: 139-149
- [21] Suárez-García, C., J. Pérez de Paz, R. Febles & J. Caujapé-Castells. 2009. Genetic diversity and floral dimorphism in *Limonium dendroides* (Plumbaginaceae), a woody Canarian species on the way of extinction. *Pl. Syst. Evol.*, 280: 105-117.
- [22] Savolainen, V. & G. Reeves. 2004. A plea for DNA banking. *Science* 304: 1445.
- [23] Gran Canaria Group. 2006. The Gran Canaria Declaration II on climate change and plant conservation (<http://www.bgci.org/ourwork/gdcccpc/>).
- [24] Caujapé-Castells, J., J. Jaén-Molina & N. Cabrera-García. 2006. El banco de ADN de la flora canaria: creación, progresos y líneas futuras de desarrollo. *Bot. Mac.*, 26: 3-16.
- [25] Faith, D. P., C.A.M. Reid & J. Hunter. 2004. Integrating phylogenetic diversity, complementarity, and endemism. *Cons. Biol.*, 18: 255-261.
- [26] Reyes-Betancort, J. A., A. Santos-Guerra, I.R. Guma, C.J. Humphries & M.A. Carine. 2008.

Diversity, rarity and the evolution and conservation of the Canary Islands endemic flora. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 65: 25-45.

- [27] Koh, L.P., R.R. Dunn & N.S. Sodhi. 2004. Species coextinctions and the biodiversity crisis. *Science* 305, 1632-1634.
- [28] Fordham, D.A. & P.Brook. 2009. Why tropical island endemics are acutely susceptible to global change. *Biodiv. Conserv.* in press (DOI: 10.1007/s10531-008-9529-7).
- [29] IUCN. 2001. IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. ii + 30 pp.
- [30] Millar, C.I. & W.J. Libby. 1991. Strategies for conserving clinal, ecotypic, and disjunct population diversity in widespread species. In: Falk, D.A., Holsinger, K.E. (Eds.) *Genetics and conservation of rare plants*. Oxford University Press, New York, pp. 149-170.



CAPTION TO FIGURE 1. Geographical location of the five Macaronesian archipelagos, and their position in the multivariate space relative to other insular enclaves of the world as defined by the two first axes of the PCA analysis conducted in Caujapé-Castells et al. (2010). Capital letters stand for G: Galapagos, H: Hawaii, J: Juan Fernández, M: Mascarenes, S: Seychelles.

Table 1. Summary of the socio-historical context of the botanical research and conservation on the Macaronesian islands (after Caujapé-Castells et al. 2010). Disc: date of discovery of the islands; 1stexp: first botanical expedition to the island; bot: number of botanical gardens; uni: universities; nat: number of nature reserves and national parks; %pro: percentage of the land area that is protected by law; \$: main economic activities of the islands, in order of importance [codes are A: Agriculture, livestock and fishery, I: Industry (including construction), T: Tourism and services]; Threats to plant biodiversity (ranked in order of importance according to the expert assessments) correspond to the codes 1: Small population sizes and fragmentation; 2: Lost mutualisms; 3: Habitat alteration and destruction; 4: Invasive alien plant species; 5: Invasive alien invertebrates and pathogens; 6: Invasive alien vertebrates; 7: Climate change and pollution; 8: Demographic and economic growth; 9: Tourism; 10: Lack of laws or enforcement; 11: Poor education and awareness; 12: Overexploitation; 13: Lack of natural resource management capacity.

Archipelago	Disc	1 st exp	bot	uni	nat	%pro	\$	Threats
Açores ¹	1427	1753	1	1	*c.22	c.20	T,I,A	[1,3,4],12,8,[10,13],11,9,6,2,5,7
Canaries ²	§1312	1777	3	2	10<N<15	c.40	T,I,A	6,4,8,3,9,1,5,12,11,10,13,2,7
Cape Verde ³	1456	1780	1	0	2	‡0.2	T,A	3,8,12,1,2,9,7,4,11,13,10,5,6
Madeira & Selvagens ⁴	1418	1768	1	1	5	c.67	T,I,A	8,9,4,3,6,5,12,7,1,13,2,11,10

1: Data and ranking of threats collected and furnished by 1: Mónica Moura (Universidade dos Açores at Ponta Delgada); 2: Arnaldo Santos-Guerra (Jardín de Aclimatación de La Orotava, Tenerife) and Juli Caujapé-Castells (JBCVC); 3: Wolfram Lobin (Botanic Garden of Berlin) and Isildo Gomes (INIDA of Cape Verde); 4: Roberto Jardim (Jardim Botânico da Madeira)

*: Apart of the 13 existing Nature preserves, each island will have a single natural park encompassing the areas of relevancy for conservation.

§: Date of discovery of Lanzarote by Lancelotto Marcello, but human settlement with impact on biodiversity through cattle and livestock started in the 5th century BC.

‡: Marine and littoral areas excluded (source: World resources institute, <http://earthtrends.wri.org/text/biodiversity-protected/country-profile-34.html>)

