

Biodiversidade terrestre dos Açores

**Paulo A. V. Borges, Regina Cunha, Rosalina Gabriel,
António Frias Martins, Luís Silva, Virgílio Vieira**

1. Importância dos ecossistemas insulares

As ilhas oceânicas constituem ecossistemas de grande importância para o estudo da evolução e ecologia dos organismos terrestres e marinhos, e, por exemplo, a "Teoria da Evolução" de Alfred R. Wallace e Charles Darwin foi desenvolvida com base nos resultados dos seus estudos sobretudo nos arquipélagos oceânicos das Galápagos, Hawaii, Madeira e Canárias (ver Wallace 1872, 1876). Já no século XX, um dos modelos mais importantes da ecologia moderna, "A Teoria da Biogeografia Insular" (MacArthur & Wilson 1967), foi também desenvolvido com base em estudos em ilhas oceânicas. As teorias desenvolvidas em modelos insulares têm outras aplicações, tanto em ciência ecológica como por exemplo na conservação da natureza.

Existe uma vasta literatura dedicada às faunas e floras das ilhas, sendo algumas obras consideradas clássicas nas áreas da evolução, ecologia e conservação. Os melhores exemplos serão possivelmente as obras de Carlquist (1974) e Williamson (1981). Merecem ainda especial destaque trabalhos publicados sobre as Ilhas Atlânticas (Berry 1992; Hounscome 1993; Biscoito 1995; Fernández-Palacios & Morici 2004), Hawaii (Wagner & Funk 1995), Krakatau (Thornton & Rosengren 1988; Thornton 1996), Ilhas do Pacífico (Keast & Miller 1996) e as ilhas Pitcairn (Benton & Spencer 1995). Salientam-se igualmente obras recentes sobre a evolução insular (Clarke & Grant 1996), a diversidade biológica e o funcionamento dos ecossistemas insulares (Vitousek *et al.* 1995).

Entre as características mais interessantes das ilhas oceânicas ressalta o seu isolamento extremo e conseqüentemente a sua difícil acessibilidade. Assim, as faunas e floras insulares caracterizam-se por uma pobreza relativa e eventual ausência de determinados grupos de organismos (*e.g.* mamíferos nativos) (Carlquist 1974; Williamson 1981; Whittaker 1998). Deste modo, as ilhas são sistemas simplificados e relativamente fechados, verdadeiros laboratórios vivos, onde se podem testar modelos evolutivos e ecológicos (Vitousek *et al.* 1995; Wagner & Funk 1995; Clarke & Grant 1996; Thornton 1996; Whittaker 1998).

Apesar dos factores clássicos que determinam a diversidade das ilhas serem a área e a distância ao continente (MacArthur & Wilson 1967), sendo as ilhas oceânicas de origem vulcânica, cada arquipélago e/ou ilha possui uma história geológica própria que condiciona também a sua diversidade e composição de espécies (Borges & Brown 1999).

O isolamento e a história geológica dinâmica facilitam os processos de especiação, pelo que é comum haver uma grande percentagem de espécies endémicas, restritas a uma determinada área geográfica, nos arquipélagos oceânicos. Dois tipos de endemismos são possíveis, os neo-endemismos e os paleo-endemismos. Os neo-endemismos são espécies formadas de novo por processos de espe-

ciação, a partir de propágulos que chegam às ilhas com uma fracção pequena da diversidade genética original, especiando por fenómenos de deriva genética. Além deste fenómeno, que ocorre logo a seguir ao processo de colonização, existe ainda a possibilidade de radiação adaptativa em que, ao longo da história evolutiva, uma única espécie original dá origem a várias espécies adaptadas a diferentes nichos ecológicos (e.g. os tentilhões das Galápagos). Também é possível que se formem espécies novas por ocupação de novas zonas adaptativas como é o exemplo das cavidades vulcânicas (tubos de lava, algares vulcânicos e meio subterrâneo superficial) (Borges & Oromí 2005). Os **paleo-endemismos** são espécies que ocorrem apenas numa determinada ilha ou arquipélago, porque as populações continentais da mesma espécie se extinguíram.

2. Evolução dos organismos terrestres dos Açores

Charles Darwin visitou os Açores durante a expedição do *Beagle* (Setembro de 1836) (Keynes 1988), não realçando nenhum aspecto biogeográfico. No entanto, durante o século XX, com o apoio de investigadores da Universidade dos Açores, tem vindo a organizar-se um corpo de literatura internacional sobre o arquipélago nas áreas da biogeografia insular e ecologia (e.g. Borges & Brown 1999; Whittaker *et al.* 2001; Gillespie & Roderick 2002; Ribeiro *et al.* 2005).

Nos Açores, os casos mais interessantes de formação de várias espécies a partir de uma espécie original (neo-endemismos) contam-se entre os caracóis (Mollusca, Gastropoda) e os insectos (Arthropoda, Insecta). No caso dos caracóis é notável o número de espécies endémicas do arquipélago nos géneros *Oxychilus* (treze espécies) (Fig. 1), *Leptaxis* (Fig. 2), *Napaeus* e *Plutonia* (cada um com sete espécies) (Martins 1989a, b, 1993, 2003; Cunha *et al.* 2005). Todos estes caracóis e lesmas vivem ou viviam associados às plantas nativas dos Açores ou no solo das florestas naturais. Alguns foram capazes de se adaptar a plantas e matas exóticas e assim sobreviveram às grandes alterações de uso do solo que acompanharam a colonização do Homem nas nossas ilhas.

No caso dos insectos, destacam-se as onze espécies e subespécies de cigarrinhas, pertencentes ao género *Cixius* (Fig. 3), duas das quais são cavernícolas, vivendo nas grutas das ilhas do Pico e Faial e alimentando-se das raízes que penetram no solo e atingem o interior das grutas. As restantes nove espé-



Figura 1. A espécie de caracol *Oxychilus miceui*, endémica da ilha Terceira (foto de A. Frias Martins).

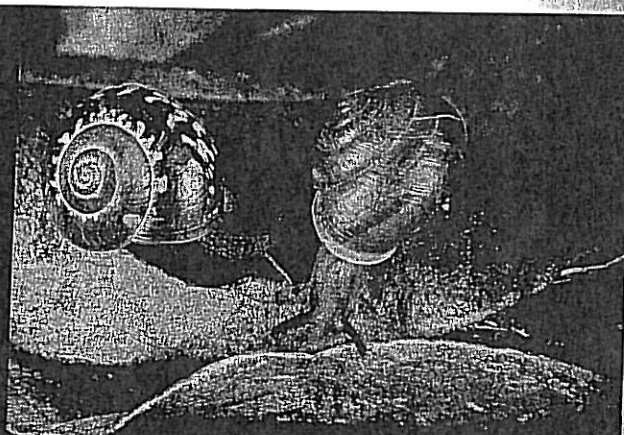


Figura 2. As espécies de caracol *Leptaxis caldeirarum* (esq.) endémica de São Miguel e *Leptaxis azorica* (dir.) endémica das ilhas Flores e São Miguel (foto de A. Frias Martins).

cies e subespécies vivem associadas à copa de árvores endêmicas dos Açores, como o cedro-do-mato (*Juniperus brevifolia*), o azevinho (*Ilex perado* ssp. *azorica*) ou a urze (*Erica azorica*). Por outro lado, destacam-se também nove espécies endêmicas de escaravelhos do género *Trechus* (Fig. 4) e oito espécies endêmicas do género *Tarphius* (Fig. 5) (Insecta, Coleoptera) (Borges 1992; Borges *et al.* 2004, 2005a). No caso dos dois últimos géneros, sabe-se que as espécies se originaram a partir de um único evento de colonização, ocorrendo posteriormente processos de formação de novas espécies *in situ*.

Em particular, os escaravelhos do género *Trechus* (Fig. 4) são predadores que habitam normalmente as florestas húmidas, ocorrendo uma das espécies nas florestas nativas da ilha Terceira (*Trechus terrabravensis*) e outra nas matas de exóticas das Furnas e Sete Cidades em São Miguel (*Trechus torretassoi*). As outras sete espécies são cavernícolas (ver Borges *et al.* 2004; Borges & Oromí 2005) e habitam nas grutas e algares das nossas ilhas, nomeadamente nas ilhas do Pico (*Trechus picoensis*, *T. montanheirorum* e *T. pereirai*), São Jorge (*T. jorgensis*, *T. isabelae*), Faial (*T. oronii*) e Terceira (*T. terceiranus*) (Fig. 4).

Os escaravelhos do género *Tarphius* (Fig. 5) habitam no solo e troncos de árvores nas florestas nativas, alimentando-se de fungos. Algumas das oito espécies conhecidas foram capazes de colonizar matas de exóticas, sobrevivendo assim às actividades humanas. A ilha de Santa Maria é a mais rica em espécies do género *Tarphius*, incluindo quatro espécies, sendo três endêmicas da ilha (*Tarphius rufonodulosus*, *T. pomboi* e *T. serranoi*). Também, para os caracóis, Santa Maria é particularmente rica em espécies endêmicas exclusivas, o que se explica principalmente pela antiguidade desta ilha (ca. 8 milhões de anos, sendo considerada a mais antiga do arquipélago dos Açores).

Entre as borboletas (Insecta, Lepidoptera) salienta-se o complexo *Hipparchia azorina*, s. l., *taxon* presente em todas as ilhas açorianas, à excepção da Graciosa e Santa Maria. Variando no número atribuído de subespécies (Fig. 6), conforme os muitos estudos recentes sobre *Hipparchia*, este é certamente um dos exemplos de neo-endemismo mais controversos e enigmáticos ao nível taxonómico (*e.g.* ver literatura em Sousa 1985; Vieira 1997; Tennent & Sousa 2003).

Entre os paleo-endemismos, encontram-se nos Açores muitas espécies endêmicas de plantas vasculares que são consideradas relíquias de florestas extintas durante as últimas glaciações na Europa

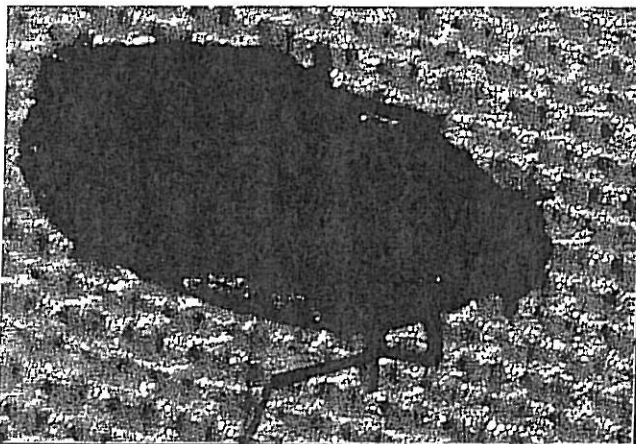


Figura 3. A espécie de cigarrinha *Cixius azoterceirae* (Insecta, Hemiptera) endêmica da ilha Terceira (foto de P. A. V. Borges).

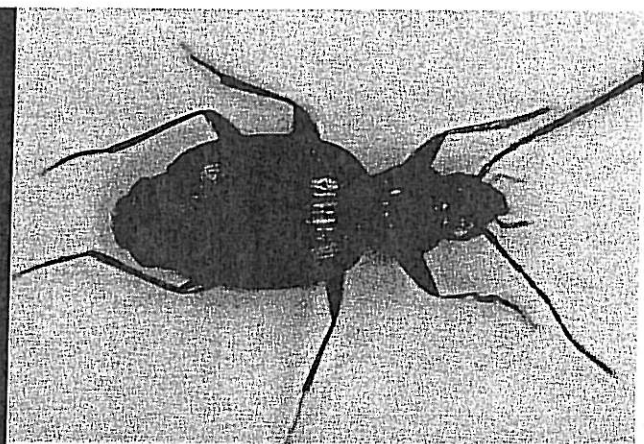


Figura 4. A espécie de escaravelho cavernícola *Trechus montanheirorum*, endêmica da ilha do Pico (foto de P. A. V. Borges).

[Dias 1996; Catarino *et al.* 2001; Fernández-Palacios & Dias 2002]. As plantas englobam 68 espécies endêmicas de plantas vasculares e nove de musgos e hepáticas (Silva *et al.* 2005; Gabriel *et al.* 2005). A ausência de radiação adaptativa nas plantas vasculares dos Açores pode ter a ver com a idade geológica recente do arquipélago ou com o baixo grau de *stress* ambiental e raridade de competidores (Catarino *et al.* 2001; ver ainda Borges & Brown 1999 para a importância da idade geológica nos padrões de diversidade nos Açores).

As espécies indígenas das ilhas possuem geralmente características interessantes, como sejam: o aumento da sua amplitude ecológica, *i.e.* as espécies tendem a ser generalistas, padrão comum, por exemplo, aos insectos fitófagos da copa das árvores e arbustos endêmicos dos Açores (Ribeiro *et al.* 2005) e a certas espécies de briófitos que colonizam aqui vários tipos de substratos enquanto na Europa são característicos de apenas um (Gabriel & Bates 2005). Noutros casos, as espécies tendem a ocupar *habitats* diferentes dos usuais nos seus parentes continentais (Whittaker 1998). Outra característica dos biota insulares é a sua susceptibilidade às espécies exóticas (Williamson 1996; Borges *et al.* 2005b; Silva *et al.* 2005) e às grandes alterações ambientais, nomeadamente as provocadas pelo ser humano (Whittaker 1998). Por exemplo, cerca de 206 espécies de plantas vasculares endêmicas e nativas dos Açores, ou seja 55% da fauna indígena, pode ser considerada rara ou em perigo (Catarino *et al.* 2001).

O número de espécies de briófitos endêmicos é apenas de 2% (ver exemplo de uma espécie endêmica na Fig. 7), a mais baixa proporção de endemismo observada nos grupos considerados neste artigo. No entanto, o *European Committee for the Conservation of Bryophytes* (ECCB, 1995) definiu 60 Áreas de Interesse Especial para Briófitos na Europa e Macaronésia, seis das quais nos Açores. Para além da importância destas áreas para a conservação da natureza global, existem 27 espécies de briófitos considerados sob algum grau de ameaça na Europa e no Mundo que apresentam populações mais estáveis nos Açores (Gabriel & Sérgio 1995). É importante preservar a diversidade dos briófitos

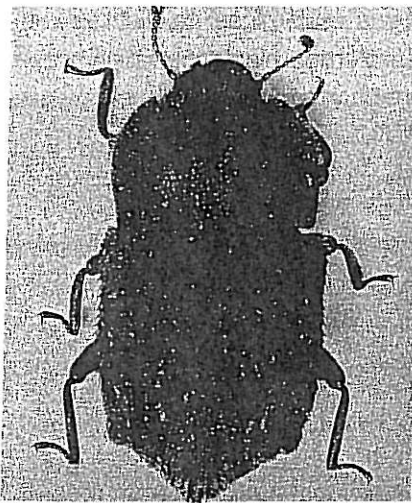


Figura 5. A espécie de escaravelho *Tarphius depressus*, endêmica dos Açores (Santa Maria, São Miguel e Pico) (foto de P. A. V. Borges).



Figura 6. A espécie *Hipparchia azorina*, originária da ilha do Faial (foto de V. Vieira, 2001).



Figura 7. A espécie de hepática *Bazzania azorica*, endêmica dos Açores (foto de R. Gabriel).

dos Açores, uma vez que: 1) incluem taxa de endémicos e raros, cuja responsabilidade de preservação é da região e do país; 2) apresentam-se ainda em comunidades complexas e exuberantes em diferentes *habitats* e substratos; e 3) ajudam a garantir a integridade dos ecossistemas, actuando por exemplo na retenção de água, interceptação de sais minerais, facilitação da colonização de outras espécies e decomposição de matéria orgânica. Finalmente, a alteração dos seus padrões de distribuição deve ser cuidadosamente monitorizada, uma vez que a dependência dos briófitos de água e nutrientes atmosféricos (não possuem raízes) os torna muito mais sensíveis a alterações ambientais do que outros grupos biológicos.

Muitas espécies da fauna de insectos endémicos dos Açores correm perigo de extinção ou diminuição das suas áreas de distribuição, devido à influência negativa das espécies exóticas (ver Borges *et al.* 2005b, c).

Nos vertebrados existem apenas dois taxa verdadeiramente endémicos, o morcego, *Nyctalus azoreum* (Mammalia, Chiroptera), e o priôlo, *Pyrrhula murina* (Aves, Passeriformes), pássaro cujo *habitat* se limita às florestas nativas no Nordeste de São Miguel. Todas as outras espécies de mamíferos, as duas espécies de anfíbios (a rã *Rana esculenta* e o tritão-de-crista *Triturus carnifex*) e a espécie de réptil (a lagartixa *Teira dugesii*) foram introduzidas pelo Homem. Também, várias das 37 espécies de aves que se reproduzem nos Açores terão sido introduzidas pelo ser humano (Monteiro 1991; Martins 1993). A título de exemplo, citam-se a perdiz (*Alectoris rufa*), o pintassilgo (*Carduelis carduelis*), o verdilhão (*Chloris chloris*), o pardal (*Passer domesticus*), o canário da terra (*Serinus canaria*) e o estorninho (*Sturnus vulgaris*).

3. Quantas espécies de organismos terrestres existem nos Açores?

O elevado número de espécies endémicas torna as ilhas Macaronésicas (especialmente os Açores, Madeira e Canárias), conjuntamente com a zona mediterrânica, parte de um dos 26 "Hotspots" de Biodiversidade do planeta (Myers *et al.* 2000). A diversidade de espécies dos Açores é muito inferior à dos arquipélagos vizinhos da Madeira e Canárias, mas nem por isso deixa incluir um conjunto de endemismos e um património genético únicos, de elevado valor patrimonial.

O facto de a Macaronésia ser uma zona do planeta muito importante para a biodiversidade levou o Governo das Canárias, através da sua Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente, a desenvolver o Projecto BIOTA (ver Izquierdo *et al.* 2001), tendo por objectivo principal a implementação de uma base de dados sobre os organismos vivos das Canárias. Depois de um grande esforço dedicado à colheita e sistematização de dados sobre a biodiversidade das Canárias (ver Izquierdo *et al.* 2001, 2005; Moro *et al.* 2003) foi criado o "Projecto ATLÂNTICO (DESARROLLO DE UN BANCO DE DATOS DE BIODIVERSIDAD MACARONÉSICO)", projecto este que visa a implementação de uma base de dados sobre a Biodiversidade da Macaronésia (aprovado pela Comunidade Europeia, Programa INTERREG III B, Açores – Madeira – Canárias). A iniciativa consiste na obtenção da informação publicada sobre a biodiversidade e estudo rigoroso da flora e fauna dos arquipélagos dos Açores, Madeira, Canárias e Cabo Verde. Este projecto iniciou-se em 2003 e culminou com a publicação de três livros sobre a biodiversidade das ilhas dos Açores (Borges *et al.* 2005a), das Canárias (Izquierdo *et al.* 2004) e de Cabo Verde (Arechavaleta *et al.* 2005).

O livro sobre a biodiversidade dos Açores (Borges *et al.* 2005a), a publicar pela Secretaria Regional do Ambiente e do Mar e Universidade dos Açores, foi editado pelos autores deste artigo e elege quatro

grandes grupos de organismos terrestres como alvo de estudo detalhado, nomeadamente Bryophyta (musgos, antocerotas e hepáticas), Pteridophyta e Spermatophyta (plantas vasculares sem semente e plantas fanerogâmicas), Mollusca (lesmas e caracóis) e Arthropoda (centopeias, diplópodes, crustáceos, aranhas, ácaros, insectos, etc.). O número total de espécies e subespécies dos Açores pertencentes aos quatro grupos de organismos referidos é de cerca de 3705. No entanto, se forem adicionados outros grupos, tais como os vertebrados (Chordata, Vertebrata), os anelídeos (Annelida), os nemátodos (Nematoda) e líquenes, o número de espécies e subespécies atinge as 4487 (Fig. 8).

O número total de 393 espécies e subespécies endémicas dos Açores, pertencentes aos Bryophyta, Pteridophyta, Spermatophyta, Mollusca e Arthropoda, corresponde a 11% da fauna e flora listada. Como se pode observar pela Figura 9 os filos animais são os mais diversos em taxa endémica (Mollusca = 49; Arthropoda = 267), atingindo cerca de 81 % dos endemismos dos Açores.

4. Base de dados sobre a biodiversidade terrestre dos Açores: ATLANTIS

O grande objectivo do Projecto ATLANTIS é desenvolver uma plataforma que permita a realização de estudos de gestão e conservação de espaços e espécies na Macaronésia, proporcionando a cada cidadão acesso a um património de conhecimentos, anteriormente dificilmente disponível aos não especialistas. Desde 1998 que o Governo das Canárias, através da sua Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente, desenvolve, como referimos, o Projecto BIOTA (ver Izquierdo *et al.* 2001) com o objectivo principal de implementar uma base de dados sobre os organismos vivos das Canárias. Todos os dados obtidos são carregados numa ferramenta informática, designada "Programa ATLANTIS Tierra 2.0" (Fig. 10), que organiza e analisa toda a informação existente sobre a distribuição espacial das espécies (Fig. 11) em diferentes escalas, ajuda a detectar as carências de informação existentes, estimula a elaboração de estudos nessas áreas, a criação de modelos preditivos da biodiversidade ou risco de invasão por espécies exóticas e permite ainda a inclusão e revisão contínua de nova informação. Vai ser possível, por exemplo, construir mapas de riqueza de espécies a uma escala de 500 x 500 m (Fig. 12).

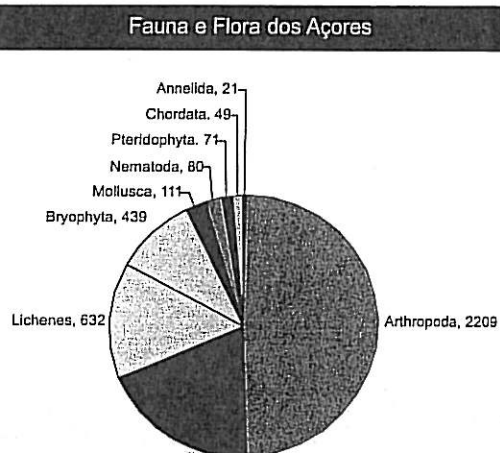


Figura 8. A biodiversidade de organismos terrestres dos Açores, em números.

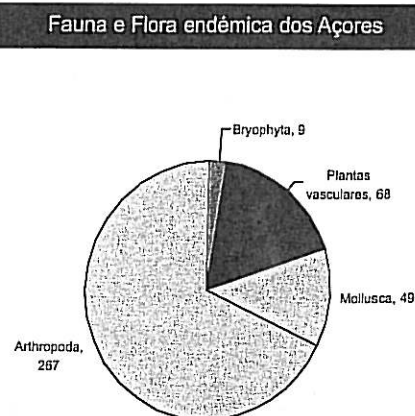


Figura 9. A biodiversidade de organismos terrestres endémicos dos Açores, em números.

O "Programa ATLANTIS Tierra 2.0" permite:

- 1) Concentrar toda a informação actualmente dispersa em centenas de publicações numa única base de dados, SQL, e tornar os dados acessíveis, através de um programa informático de fácil utilização (ATLANTIS);
- 2) Incluir todos os tipos de publicações taxonómicas, bases de dados não publicadas, mas validadas por taxonomistas, e que ficam associadas a quadrículas geo-referenciadas;
- 3) Analisar, de forma integrada, informação proveniente de diversas fontes e até grupos taxonómicos, relacionada com a conservação das espécies ou gestão de áreas, destacando-se, por exemplo, o estatuto de colonização das espécies (endémica, nativa, introduzida, etc.), os *habitats* de que a espécie é conhecida e o estatuto de conservação (em perigo, vulnerável, rara, etc.);
- 4) Exportar os dados para qualquer ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica), que permita efectuar outros tipos de análise e modelação.

5. Conservação da natureza nos Açores

A natureza açoreana constitui um património da Humanidade, já que aqui sobreviveram grupos de organismos que entretanto se extinguíram durante as últimas glaciações na Europa (paleo-endemismos) e por outro lado muitas espécies se formaram aqui (neo-endemismos) a partir de uns poucos de colonos que cá chegaram usando a força das correntes aéreas, as aves e as correntes marinhas. O uso sustentável dos pequenos territórios que constituem as nossas nove ilhas parece ser um dos desafios mais importantes desta e das próximas gerações.

A criação de grandes Reservas Naturais nos Açores que integrem não só a protecção da natureza mas também, parcialmente, actividades humanas (e.g. criação de touros no centro da ilha

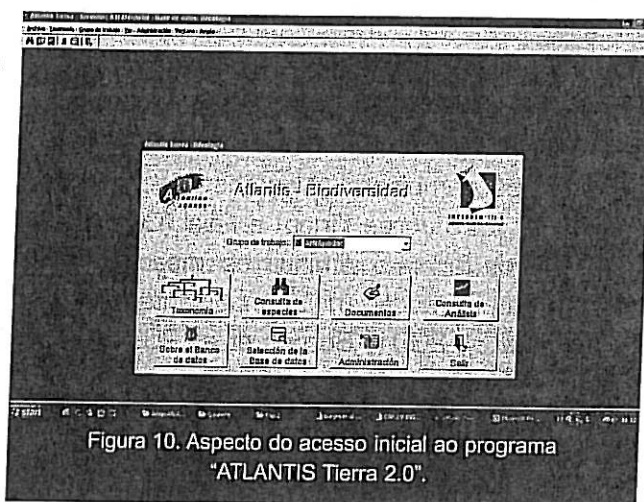


Figura 10. Aspecto do acesso inicial ao programa "ATLANTIS Tierra 2.0".

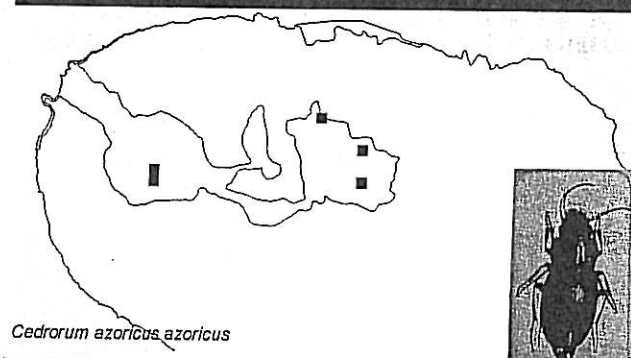


Figura 11. Distribuição da espécie e subespécie endémica da ilha Terceira, *Cedrorum azoricum*, com indicação da sua distribuição no SIC (Sítio de Interesse Comunitário) da ilha Terceira.

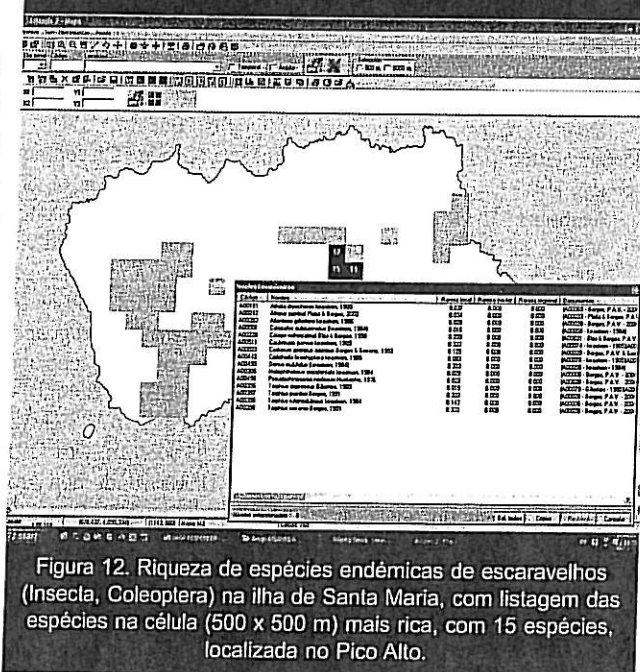


Figura 12. Riqueza de espécies endémicas de escaravelhos (Insecta, Coleoptera) na ilha de Santa Maria, com listagem das espécies na célula (500 x 500 m) mais rica, com 15 espécies, localizada no Pico Alto.

Terceira) pode ser uma forma de revitalizar a importância da natureza nestas ilhas. Nesse sentido sugerimos que se invista gradualmente na criação de três grandes reservas nas ilhas do Pico (actual SIC da Montanha do Pico, Prainha e Caveiro), Terceira (actual SIC da Serra de Santa Bárbara e Pico Alto) e Flores (actual SIC da Zona Central e Morro Alto), às quais devem estar associados centros de interpretação ambiental. Nas ilhas de São Miguel (Pico da Vara; Graminhais; Lagoas), Santa Maria (Pico Alto), São Jorge (Topo) e Faial (Caldeira) é de considerar a implementação de planos de gestão rigorosos de forma a diminuir os impactos das actividades humanas em zonas críticas para a preservação de uma fracção muito importante da Biodiversidade dos Açores (ver ainda Martins 1993, 2003, Catarino *et al.* 2001, Borges *et al.* 2000, 2005d).

Segundo Borges *et al.* (2005c), podem antecipar-se dois cenários extremos para o desenvolvimento dos Açores: 1) desenvolvimento das ilhas sem impacto antrópico tal como em "Reservas Integrais"; ou 2) manutenção de políticas de desenvolvimento económico com uma agricultura e turismo agressivos. A resposta da região há-de certamente situar-se entre estas duas perspectivas extremas e depende dos comportamentos e opções dos cidadãos. Sabe-se, por exemplo, que os lavradores açorianos, e sobretudo os mais antigos, tendem a ser conservacionistas mais por tradição (conservar o património herdado) do que por consciência do valor ecológico desse património (Silva 1994). De facto, a importância da história natural como factor económico é muito subtil, possivelmente porque a exposição contínua da população a esse ambiente o trivializou levando assim à sua desvalorização subconsciente (Martins 2003). O papel da educação ambiental, apoiando o exercício da cidadania, será sem dúvida determinante no desenvolvimento sustentável da região.

Bibliografia

- Arechavaleta, M., Zurita, N., Marrero, M.C. & Martins, J.L. (eds.) (2005). *Lista preliminar de espécies silvestres de Cabo Verde (hongos, plantas y animales terrestres)*. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial, Gobierno de Canarias. 155 pp.
- Benton, T.G. & Spencer, T. (eds) (1995) *The Pitcairn Islands: Biogeography, Ecology and Prehistory*. Academic Press, London.
- Berry, R.J. (1992) The significance of island biotas. *Biological Journal of the Linnean Society*, **46**, 3-12.
- Biscoito, M.C. (ed.) (1995) Proceedings of the 1st Symposium of "Fauna & Flora of the Atlantic Islands" Funchal - October 1993. *Boletim do Museu Municipal do Funchal*, Sup. **4**, 1-785.
- Borges, P.A.V. (1992) Biogeography of the Azorean Coleoptera. *Boletim do Museu Municipal do Funchal*, **44**, 5-76.
- Borges, P.A.V., Aguiar, C., Amaral, J., Amorim, I.R., André, G., Arraiol, A., Baz A., Dinis, F., Enghoff, H., Gaspar, C., Ilharco, F., Mahnert, V., Melo, C., Pereira, F., Quartau, J.A., Ribeiro, S., Ribes, J., Serrano, A.R.M., Sousa, A.B., Strassen, R.Z., Vieira, L., Vieira, V., Vitorino, A. and Wunderlich, J. (2005d) Ranking protected areas in the Azores using standardized sampling of soil epigeal arthropods. *Biodiversity and Conservation*, **14**, 2029-2060.
- Borges, P.A.V., Azevedo, E.B. & Borba, A. (2005c) Biodiversidade e conservação da natureza em ilhas oceânicas: o caso dos Açores In *Millenium Ecosystem Assessment - Portuguese Edition* (ed. H. M. Pereira *et al.*), pp. in press. Gradiva, Lisboa.
- Borges, P.A.V. & Brown, V. K (1999) Effect of island geological age on the arthropod species richness of Azorean pastures. *Biological Journal of the Linnean Society*, **66**, 373-410.
- Borges, P.A.V., Cunha, R., Gabriel, R., Martins, A.F., Silva, L. and Vieira, V. (eds.) (2005a). *A list of the terrestrial fauna (Mollusca and Arthropoda) and flora (Bryophyta, Pteridophyta and Spermatophyta) from the Azores*. Direcção Regional de Ambiente e do Mar dos Açores and Universidade dos Açores, Horta, Angra do Heroísmo and Ponta Delgada. 318 pp.
- Borges, P.A.V., Lobo, J.M., Azevedo, E.B., Gaspar, C., Melo, C. & Nunes, L.V. (2005b) Invasibility and species richness of island endemic arthropods: a general model of endemic vs. exotic species. *Journal of Biogeography*, in press.
- Borges, P.A.V. & Oromí, P. (2005) The Azores In. *Encyclopaedia Biospeologica. Tome la Amérique et Europe* C. Juberthie & V. Decu (Eds.), pp. in press. Société de Biospéologie, Moulis.
- Borges, P.A.V., Serrano, A.R.M. & Amorim, I.R. (2004) New species of cave-dwelling beetles (Coleoptera: Carabidae: Trechinae) from the Azores. *Journal of Natural History*, **38**, 1303-1313.

- Borges, P.A.V., Serrano, A.R.M. & Quartau, J.A. (2000) Ranking the Azorean Natural Forest Reserves for conservation using their endemic arthropods. *Journal of Insect Conservation*, 4, 129-147.
- Carlquist, S. (1974) *Island Biology*. Columbia University Press, New York and London.
- Catarino, F.M., Carvalho, J.A., Dias, E., Draper, D., Fernandes, F., Fontinha, S., Jardim, R. & Rosselló-Graell, A. (2001). Acções de conservação da flora em Portugal. In: *Conservación de especies vegetales amenazadas en la región Mediterránea Occidental*. pp. 63-92. Fundación Ramón Areces. Madrid.
- Clarke, B.C. & Grant, P.R. (eds) (1996) Evolution on Islands. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B*, 351, 723-847.
- Cunha, R., Martins, A.M.F., Lourenço, P. & Rodrigues, A. (2005). List of molluscs In *A list of the terrestrial fauna (Mollusca and Arthropoda) and flora (Bryophyta, Pteridophyta and Spermatophyta) from the Azores* (eds P.A.V. Borges, R. Cunha, R. Gabriel, A.M.F. Martins, L. Silva, & V. Vieira). pp. 157-161, Direcção Regional de Ambiente e do Mar dos Açores and Universidade dos Açores, Horta, Angra do Heroísmo and Ponta Delgada.
- Dias, E. (1996) *Vegetação Natural dos Açores: Ecologia e Sintaxonomia das Florestas Naturais*. Tese de Doutoramento, Universidade dos Açores, Angra do Heroísmo.
- ECCB (1995) *Red data book of European bryophytes*. European Committee for the Conservation of Bryophytes. Trondheim.
- Fernández-Palacios, J.M. & Dias, E. (2002). Marco Biogeográfico Macaronésico. In: J.M. Fernández-Palacios & J.L. Martín Esquivel (eds.), *Naturaleza de las islas Canarias - Ecología e Conservación*. pp. 31-38. Publicaciones Turquesa S.L. 2nd Ed., Tenerife.
- Fernández-Palacios J.M. & Morici (eds) (2004) *Ecología Insular*. Asociación Española de Ecología Terrestre & Cabildo La Palma, La Palma.
- Gabriel, R. & Bates, J.W. (2005) Bryophyte community composition and habitat specificity in the natural forests of Terceira, Azores. *Plant Ecology*, 177, 125-144.
- Gabriel, R. & Sérgio, C. (1995) Bryophyte survey for a first planning of conservation areas in Terceira (Açores). *Criptogamica Helvetica*, 18, 35-41.
- Gabriel, R., Sjögren, E., Schumacker, R., Sérgio, C., Frahm, J.-P. & Sousa, E. (2005) List of bryophytes In *A list of the terrestrial fauna (Mollusca and Arthropoda) and flora (Bryophyta, Pteridophyta and Spermatophyta) from the Azores* (eds P.A.V. Borges, R. Cunha, R. Gabriel, A.M.F. Martins, L. Silva, & V. Vieira). pp. 117-129, Direcção Regional de Ambiente e do Mar dos Açores and Universidade dos Açores, Horta, Angra do Heroísmo and Ponta Delgada.
- Gillespie, R.G. & Roderick G.K. (2002) Arthropods on Islands: colonization, speciation, and conservation.. *Annual Review of Entomology*, 47, 595-632.
- Hounscome, M.V. (ed.) (1993) Evolution and Conservation in the North Atlantic Islands - Proceedings of Manchester N. Atlantic Islands Conference, September 1990. *Boletim do Museu Municipal do Funchal*, Sup. 2, 1-342.
- Izquierdo, I., Martín, J.L., Zurita, N. & Arechavaleta, M. (eds.) (2001) *Lista de especies silvestres de Canarias (hongos, plantas y animales terrestres) 2001*. Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente del Gobierno de Canarias. 437 pp.
- Izquierdo, I., Martín, J.L., Zurita, N. & Arechavaleta, M. (eds.) (2004) *Lista de especies silvestres de Canarias (hongos, plantas y animales terrestres)*. 2nd, Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente del Gobierno de Canarias. 500 pp.
- Keast, A. & Miller, S.E. (eds) (1996) *The origin and evolution of Pacific Island biotas, New Guinea to Eastern Polynesia: patterns and processes*. SPB Academic Publishing, Amsterdam.
- Keines, R.D. (1988) *Charles Darwin Beagle Diary*. Cambridge University Press, Cambridge.
- MacArthur, R.H. & Wilson, E.O. (1967) *The theory of island biogeography*. Princeton University Press, Princeton.
- Martins, A.M.F. (1989a) O Complexo "*Napaeus pruninus*" em São Miguel e na Terceira. *Açoreana*, 7, 41-54.
- Martins, A.M.F. (1989b) Espécies novas do Género *Oxychilus* (Gastropoda: Zonitidae) na Ilha Terceira. *Açoreana*, 7, 55-71.
- Martins, A.M.F. (1993) The Azores - Westernmost Europe: Where evolution can be caught red-handed. *Boletim do Museu Municipal do Funchal*, Sup. 2: 181-198.
- Martins, A.M.F. (2003) O Legado da Natureza. *Sociedade e Território*, 35, 34-40.
- Monteiro, L. (1991) As ilhas a fauna e o turismo. *Comunicações do Segundo Encontro de Ambiente, Turismo e Cultura, Turismo Cultural e Ambiental na Europa, Primeiras Jornadas Atlânticas de Protecção do Meio Ambiente*, pp. 1-21. Angra do Heroísmo, 25-27 de Janeiro de 1991.
- Moro, L., Martín, J.L., Garrido, M.J. & Izquierdo, I. (eds.) (2003) *Lista de especies marinas de Canarias (algas, hongos, plantas y animales) 2003*. Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente del Gobierno de Canarias. 250 pp.
- Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., Fonseca, G.A.B. & Kent, J. (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403, 853-858.
- Olivier, A. & J.G. Coutsis 1997. A revision of the superspecies *Hipparchia azorina* and of the *Hipparchia aristaeus* group (Nymphalidae: Satyrinae). *Nota Lepidopterologica*, 20, 150-192.

- Ribeiro, S.P., Borges, P.A.V., Gaspar, C., Melo, C., Serrano, A.R.M., Amaral, J., Aguiar, C., André, G. & Quartau, J.A. (2005) Canopy insect herbivores in the Azorean Laurisilva forests: key host plant species in a highly generalist insect community. *Ecography*, **28**, 315-330.
- Silva, E. (1994) *O isolamento, a terra e o ambiente*. Tese de Mestrado em Economia Agrária e Sociologia Rural. Instituto Superior de Agronomia. Lisboa.
- Silva, L., Pinto, N., Press, B., Rumsay, F., Carine, M., Henderson, S. & Sjögren, E. (2005) List of vascular plants (Pteridophyta and Spermatophyta) In *A list of the terrestrial fauna (Mollusca and Arthropoda) and flora (Bryophyta, Pteridophyta and Spermatophyta) from the Azores* (eds P.A.V. Borges, R. Cunha, R. Gabriel, A.M.F. Martins, L. Silva, & V. Vieira). pp. 131-155. Direcção Regional de Ambiente e do Mar dos Açores and Universidade dos Açores, Horta, Angra do Heroísmo and Ponta Delgada.
- Sousa, A. B. de (1985) Alguns dados sobre a fauna entomológica dos Açores e a origem da sua fauna endêmica. *Boletim Sociedade portuguesa Entomologia*, **3/4(74)**, 1-9.
- Tennent, J. & Sousa, A.B. (2003) A brief history of the discovery of *Hipparchia azorina* Strecker, 1899 *sensu latu* in the Azores; with notes on systematics, and description of a new subspecies of *H. miguelensis* from the island of Terceira (Lepidoptera, Nymphalidae, Satyrinae) *Entomologist's Gazette*, **54**, 7-24.
- Thornton, I.W.B. (1996) *Krakatau*. Harvard University Press, Harvard.
- Thornton, I.W.B. & Rosengren, N.J. (1988) Zoological expeditions to the Krakatau islands 1984 and 1985. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B*, **322**, 273-522.
- Vieira, V. 1997. Lepidoptera of the Azores Islands. *Boletim do Museu Municipal do Funchal*, **49**, 5-76.
- Vitousek, P.M., Loope, L.L. & Adersen, H. (eds) (1995) *Islands - Biological Diversity and Ecosystem Function*. Springer Verlag, Berlin.
- Wagner, W.L. & Funk, V.A. (eds) (1995) *Hawaiian Biogeography - Evolution on a Hot Spot Archipelago*. Smithsonian Institution Press, Washington and London.
- Wallace, A. R. (1872) Flora and Fauna of the Azores. *American Naturalist*, **6**, 176-177.
- Wallace, A. R. (1876) The Mediterranean and Atlantic Islands. In *The geographical distribution of animals with a study of the relations of living and extinct faunas as elucidating the past changes of the earth's surface*. pp. 206-215. Macmillan & Co, London.
- Whittaker, R. J. (1998) *Island Biogeography - Ecology, Evolution and Conservation*. Oxford University Press.
- Whittaker, R. J., Willis, K. J. & Field, R. (2001) Scale and species richness: towards a general, hierarchical theory of species diversity. *Journal of Biogeography*, **28**, 453-470.
- Williamson, M. (1981) *Island Populations*. Oxford University Press, Oxford.
- Williamson, M. (1996) *Biological Invasions*. Chapman & Hall, London.