

Biodiversidade, Serviços dos Ecossistemas e o Turismo sustentável

Paula Bacelar Nicolau

Departamento de Ciências e Tecnologia, Universidade Aberta, R. Escola Politécnica, 147,
1269-001 Lisboa, Portugal

Centro de Ecologia Funcional, Universidade de Coimbra, Pólo da Universidade Aberta

Resumo: Os Açores constituem o arquipélago da região biogeográfica da Macaronésia geologicamente mais recente.

As suas nove ilhas, isoladas no meio do oceano Atlântico, possuem uma grande diversidade extraordinária de histórias geológicas e de processos de evolução biológica. Este capítulo revê os conceitos de biodiversidade, e a sua evolução em ilhas vulcânicas, os serviços de ecossistemas, os valores associados à biodiversidade e aos serviços do ecossistema, e a abordagem destas temáticas no contexto do turismo sustentável nos Açores.

1. A diversidade biológica em ilhas vulcânicas e os Açores

As ilhas vulcânicas, em particular aquelas que mantêm uma atividade vulcânica, são laboratórios ecológicos e evolutivos extraordinários. Nelas, podemos observar ou estudar colonizações primárias, sucessões ecológicas de terrenos estéreis, processos de evolução biológica ou processos de invasão por espécies exóticas.

Os Açores são um arquipélago de ilhas vulcânicas, isoladas no oceano Atlântico, que compreende um planalto vulcânico relativamente jovem (com 20-36 milhões de anos, MA), em que Santa Maria é a ilha mais antiga (com 8,120 MA) e o Pico é a ilha mais jovem (com 0,250 MA). Aí, toda a vida terrestre chegou por ar ou por mar, ou ainda à boleia dos animais (aves, insetos, e outros erráticos em “jangadas”), e mais recentemente como resultado da passagem e da sua colonização pela espécie humana.

Nas ilhas vulcânicas, após o seu surgimento do mar, a rocha é nua e estéril. Nada lá existe. As condições ambientais são inóspitas, geralmente xerofíticas e com elevados

níveis de radiação solar, o que impede que a maior parte dos (poucos) organismos que aí aportam, consiga colonizá-las com sucesso. Contudo, a pouco e pouco, a vida começa a instalar-se. Numa primeira fase, dá-se a colonização por *organismos pioneiros*, geralmente bactérias e microalgas, que formam biofilmes microbianos sobre as superfícies rochosas das zonas litorais e noutros locais onde exista alguma humidade temporária. Numerosos líquenes são também organismos pioneiros nestes ambientes, de rocha nua de origem vulcânica, de características xerofíticas e com forte radiação solar. A sua associação simbiótica - alga e fungo - possibilita-lhes sobreviver em condições extremas e parcas em compostos orgânicos e água. Estas *comunidades pioneiras*, através das suas atividades biológicas, vão alterando as condições físicas e químicas do meio ambiente, contribuindo para a degradação da rocha mãe e para a formação de solo, o que permite a posterior colonização por espécies mais complexas, como os musgos, os fetos, ou as plantas herbáceas ou arbustivas, e assim a formação das *comunidades intermédias* (ou *secundárias* ou de transição). As comunidades intermédias, por sua vez, geram alterações no meio ambiente, e propiciam a implantação das *espécies tardias*.

Neste contexto, a passagem e a colonização dos territórios insulares por aves marinhas, migratórias, resulta na melhoria do estado nutricional do solo, em formação, e na dispersão de novas espécies de plantas (transportadas pelas aves). Isto pode ser seguido por um desenvolvimento das comunidades de vegetação e de invertebrados, e de aves piscícolas terrestres que posteriormente se podem aí estabelecer. Representantes de outros taxa, como os insetos alados (e outros não-alados) podem também aqui chegar por via aérea.

Ao longo das suas transformações, as comunidades e o ecossistema que se desenvolvem nas ilhas vulcânicas vão-se tornando progressivamente mais complexas – em termos estruturais e funcionais - e estáveis. Durante esta sucessão de comunidades, a diversidade biológica, a biomassa e a utilização de dióxido de carbono atmosférico, aumentam até a um ponto em que o conjunto dos nichos ecológicos se encontra completamente explorado, e em que a comunidade atinge um estágio de equilíbrio, em que não há aparentes alterações. Este estágio de comunidade em equilíbrio corresponde à *comunidade clímax* do ecossistema. À sequência de comunidades de um determinado ecossistema, desde a colonização até à comunidade clímax, dá-se o nome de *sucessão ecológica*. Ao longo da sucessão ecológica, e até ao estabelecimento da comunidade

clímax, verifica-se uma diminuição da variabilidade das condições ambientais, e um aumento estrutural e funcional do ecossistema.

A paisagem açoriana atual encontra-se fortemente modificada pelas atividades humanas, e apenas em pequenas áreas, onde o clima, o solo ou a geografia se manifestaram mais adversos, as comunidades biológicas permanecem pouco ou nada alterados relativamente à presença humana. Nestes locais, a comunidade clímax é constituída por: (i) espécies que chegaram aos Açores pelos seus próprios meios, usando mecanismos de dispersão a longa distância, que designamos por *espécies nativas*; (ii) espécies resultantes de processos evolutivos de especiação local, que designamos por *neo-endemismos*, e ainda (iii) processos de extinção das populações continentais, os *paleo-endemismos*.

Naturalmente que as condicionantes de cada ilha (em particular aspetos de clima, geologia, geografia, etc.), e a sua localização relativamente outras ilhas ou continente, têm uma forte influência sobre o que lá aporta e o que consegue colonizar o novo habitat. Tendo em conta que os eventos de “aportagem” e de colonização são raros, as comunidades que se estabelecem (e que se vão alterando com o tempo) são o resultado dessas “adições” aleatórias – e das suas histórias de sobrevivência, evolução e extinção. Dadas as condicionantes insulares, tipicamente, os seus ecossistemas têm uma menor diversidade biológica do que os ecossistemas continentais mais próximos, mas frequentemente um número superior de endemismos. Neste âmbito, a introdução de *espécies exóticas*, por ação humana, pode ser uma fonte de desequilíbrio importante para as comunidades e ecossistemas insulares.

Os Açores, estão incluídos no *hotspot* de biodiversidade Mediterrânico, conjuntamente com outros arquipélagos da Macaronésia.

Borges et al. (2010) contabilizaram um número total de 8047 *taxa* (espécies e subespécies) que se reproduzem naturalmente nos Açores, das quais 6164 *taxa* são terrestres e dulçaquícolas (6112 espécies, e as restantes, subespécies) e 1883 são *taxa* marinhos (Tabela 1). De entre estes, encontra-se registado um total de 491 *taxa* endémicos (452 *taxa* endémicos terrestres e dulçaquícolas e 39 *taxa* marinhos (Figura 1). A contabilização de 325 *taxa* de aves não-nidificantes, mas potencialmente nidificantes, incrementa o número total de espécies e subespécies para 8373. Este levantamento incluiu os grupos taxonómicos mais importantes a nível (i) terrestre e dulçaquícola: fungos (incluindo os formadores de líquenes), diatomáceas dulçaquícolas,

briófitos (musgos, hepáticas e antocerotas), plantas vasculares (licófitas, fetos, gimnospérmicas e angiospérmicas), platelmintes, nemátodes, anelídeos, moluscos, artrópodes e vertebrados (peixes de água doce, anfíbios, répteis, aves e mamíferos), bem como (ii) marinho: algas (macroalgas), maioria dos filos de invertebrados do litoral e os vertebrados marinhos (répteis, peixes e mamíferos). O menor número de taxa marinhos reflete, em parte, o menor número de estudos a este nível.

Entre estes 8047 *taxa*, estão identificadas 702 espécies exóticas de flora, das quais 36 com carácter invasor, e inventariadas 47 espécies exóticas de fauna, das quais 5 espécies invasoras. No conjunto do arquipélago, 115 espécies têm estatuto de proteção e 215 espécies encontram-se com estatuto de ameaçadas. De facto, a invasão por espécies exóticas constitui um problema atual e que poderá ter impactos futuros na biodiversidade dos Açores, criando um padrão de uniformização da fauna e flora.

Tabela 1. Biodiversidade dos habitats terrestres (T) e marinhos/costeiros (M/C) dos Açores (in Borges et al. 2010)

Filos/Divisões Phyla/Divisions	Habitat	Espécies (Species)	Espécies e subespécies (Species and subspecies)
Arthropoda	T	2278	2298
Vascular Plants (Tracheobionta)	T	1086	1110
Lichens (sensu lato)	T	788	788
Fungi (sensu lato)	T	582	583
Chordata (Vertebrata)	M/C	582	582
Bacillariophyta (Diatoms)	T	536	536
Bryophyta (sensu lato)	T	475	480
Mollusca	M/C	353	353
Algae (sensu lato)	M/C	327	327
Arthropoda	M/C	291	291
Nematoda	T	131	131
Mollusca	T	114	114
Porifera	M/C	95	95
Cnidaria	M/C	77	77
Chordata (Vertebrata)	T	69	71
Echinodermata	M/C	48	48
Annelida	M/C	40	40
Chordata (Other)	M/C	40	40
Platyhelminthes	T	31	31
Annelida	T	22	22
Bryozoa	M/C	20	20
Sipuncula	M/C	4	4
Phoronida	M/C	3	3
Entoprocta	M/C	1	1
Ctenophora	M/C	1	1
Echiura	M/C	1	1
TOTAL		7995	8047

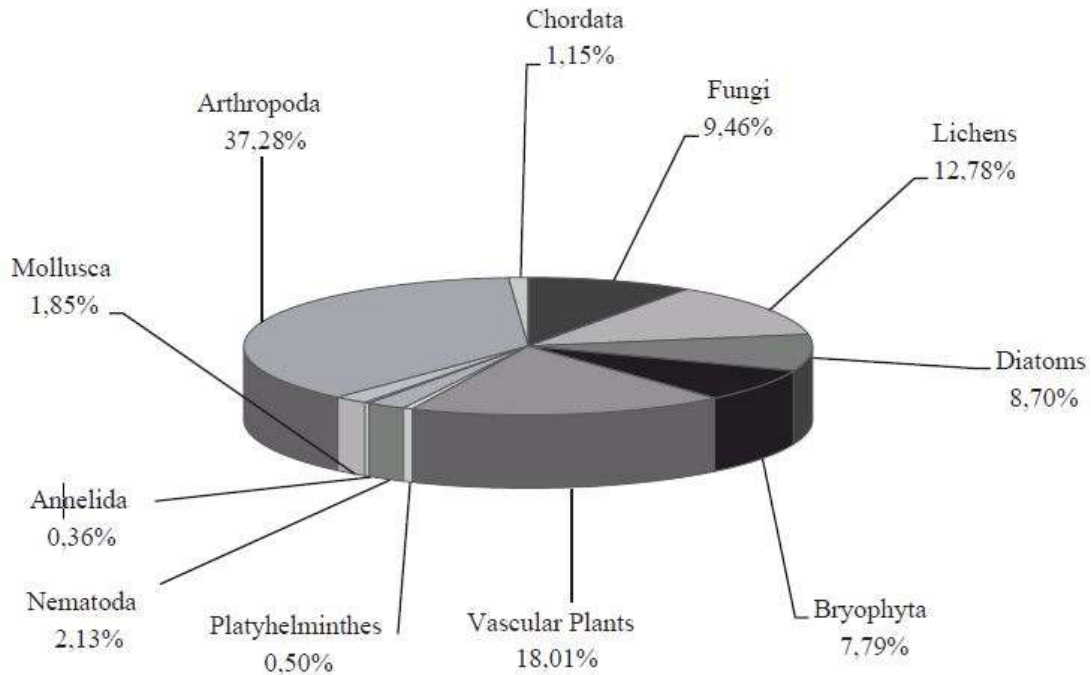


Figura 1. Proporção de taxa (espécies e subespécies) de cada um dos filos terrestres e dulçaquícolas dos Açores (adaptado de Borges et al. 2010).

2. Biodiversidade e serviços dos ecossistemas

2.1 Biodiversidade

O número de espécies e subespécies existentes num determinado local dá-nos uma estimativa da biodiversidade aí existente ... mas o conceito de *biodiversidade* abrange mais do que o somatório destes *taxa*. A biodiversidade – no seu conceito global – inclui toda a variação a nível hereditário, em todos os níveis de organização biológica, desde a variação genética que existe entre os indivíduos de uma dada população ou espécie, à variação de espécies que compõem uma comunidade, ou à variação existente nas próprias comunidades que compõem os diversos ecossistemas do planeta.

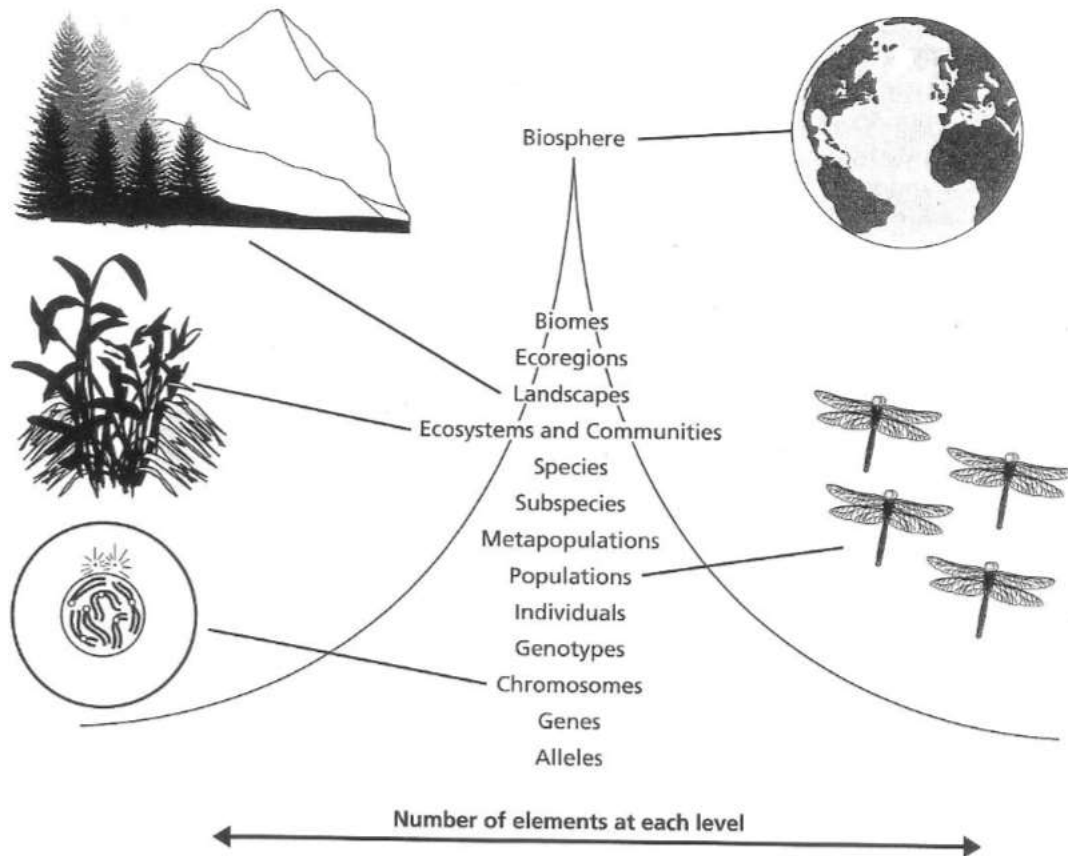


Figura 2. Elemento da biodiversidade. Se definirmos biodiversidade como todas as formas de vida na Terra, podemos listar todos os seus elementos, em todos os níveis, desde os alelos de genes até à biosfera (adaptado de Perlman e Adelson, 1997).

Qualquer estimativa de biodiversidade deve ter em conta o nível de organização biológica (ex. gene, espécie, família, comunidade, habitat, ecossistema, etc.) e a escala geográfica considerada (local, regional ou global, etc.). Relativamente ao nível de organização biológica, em termos práticos, e de conveniência experimental e metodológica, consideramos geralmente três níveis de biodiversidade: (i) *nível genético*, intraespecífico (variações genéticas entre os indivíduos que compõem uma determinada espécie); (ii) *nível de comunidade* (diferenças interespecíficas, i.e., diferentes espécies que compõem uma parte ou a totalidade de uma comunidade biológica), e (iii) *nível dos ecossistemas* (e das diferentes comunidades que os compõem).

Idealmente, a avaliação da biodiversidade, num determinado contexto geográfico, requereria que considerássemos a sua análise nos diferentes níveis de organização biológica, uma vez que nenhum dos referidos 3 indicadores é, *per se*, consistentemente um bom indicador da biodiversidade (pois estes componentes podem variar

independentemente uns dos outros). Contudo essa múltipla abordagem nem sempre é possível ou viável (por exemplo por limitações metodológicas).

Grande parte dos estudos sobre biodiversidade focam-se na riqueza específica ... o que para alguns *taxa* será relativamente fácil de inventariar (mas nem todos, como é o caso das plantas, dos insetos ou dos microrganismos). E mesmo que seja, será que conseguimos um inventário completo das espécies num determinado habitat, comunidade ou ecossistema? E como avaliamos a riqueza de um ecossistema?! Para além disso, considerando a biodiversidade aos seus diversos níveis, como podemos comparar a riqueza a diferentes níveis de biodiversidade? (não podemos ...) E como avaliamos a importância relativa de duas entidades biológicas, sejam elas dois genes, duas espécies, ou dois ecossistemas Estas são *apenas algumas questões que tornam as estimativas da biodiversidade, bem como o seu valor, tópicos complexos*

Caixa. Historial do Conceito e a Agenda Internacional da Biodiversidade

O estudo da diversidade biológica foi, até à década de 1980, restrito à comunidade de taxonomistas, e os seus resultados ficavam circunscritos a essa comunidade. Na verdade, para além da curiosidade existente por espécimes novos, estranhos, coloridos ou carismáticos, pouco interesse era manifestado pelo comum cidadão relativamente a estes assuntos.

Contudo, foram esses estudos, particularmente nas décadas de 1970 e 1980, que resultaram nas primeiras estimativas convincentes de que a desflorestação nas florestas tropicais se traduzia na perda de área de habitat, onde a maior parte da diversidade biológica conhecida no planeta se concentrava. Isto levou às primeiras estimativas, assustadoras, de taxas de perda de espécies nessas florestas. A magnitude da erosão nestes habitats levou também a atenção dos cientistas para os processos de extinção "em curso" noutros habitats, desde os desertos aos recifes de coral. Este foi o motivo que levou a que uma temática até então reservada à comunidade restrita de cientistas passasse para o âmbito dos decisores, políticos e cidadãos comuns.

Em setembro de 1986, no *National Forum on BioDiversity* em Washington, EUA, a temática da (perda da) diversidade biológica toma proporções nacionais nos EUA e nasce a designação "BioDiversity", da contração das palavras "diversidade" e "biológica".

Em 1992, na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (ou "Cimeira da Terra"), ocorrida no Rio de Janeiro, Brasil, a discussão da temática da biodiversidade passa para a esfera mundial. Desta Cimeira emergiram três documentos, sendo um deles a "Convenção sobre Diversidade Biológica" (CDB).

A CBD entrou em vigor no final de 1993, com objetivos de: (i) conservar a diversidade biológica, (ii) utilizar os seus componentes de forma sustentável, e (iii) repartir de forma justa e equitativa os benefícios derivados da utilização dos recursos genéticos.

Em abril de 2002, as Partes da CBD comprometeram-se a atingir, até 2010, uma redução significativa da taxa de perda de biodiversidade a níveis global, regional e nacional, de forma a contribuir para a redução da pobreza e para benefício de toda a vida na Terra. Esse objetivo foi posteriormente aprovado pela Cimeira Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável (a "Cimeira Rio + 10"), em Joanesburgo, em 2002, e pela Assembleia Geral da ONU. Desde então, a atenção passou a focar-se na **perda de ecossistemas**, ou na perda dos "serviços" por eles prestados, devido à disfunção e colapso dos ecossistemas. Está atualmente em curso a Década da Biodiversidade 2010-2010 e o Plano Estratégico para a Biodiversidade 2010-2020 da ONU, com o objetivo de que "Até 2050 a biodiversidade seja valorizada, conservada, restaurada e usada com sabedoria, mantendo os serviços dos ecossistemas, sustentando um planeta saudável e proporcionando benefícios essenciais para todas as pessoas."

2.2 Valores da Biodiversidade e Serviços dos Ecossistemas

A *biodiversidade*, em cada um dos seus inúmeros elementos, seja ela na forma de uma espécie determinada, de um gene específico, de uma comunidade ou de um ecossistema - tem um *valor intrínseco*, um valor próprio, autónomo, ligado à sua própria natureza. Este terá sido, talvez, o valor fundamental atribuído à biodiversidade por biólogos e ecologistas até *ca.* 1990 (período marcado pelos movimentos de proteção ambientalista, por exemplo, a *espécies "emblemáticas" em perigo de extinção*, como os rinocerontes em África devido ao valor do chifre usado para a manufatura de adagas rituais, ou os elefantes devido ao valor económico do marfim, etc.).

O valor e importância da biodiversidade, e a necessidade da sua conservação - a todos os níveis - genética, espécie, ecossistema – está bem patente pelo imposto na Convenção Internacional sobre Diversidade Biológica (2002; ver Caixa de texto).

Contudo, a *biodiversidade* é *percecionada* e ... assim, também valorizada, de formas diversas, por diferentes indivíduos. É apenas com o conjunto dos múltiplos valores atribuídos por diferentes indivíduos/atores da sociedade - biólogos, bioquímicos, farmacêuticos, curandeiros tradicionais, médicos, sociólogos, políticos, economistas, artistas, entre outros - que conseguimos apreciar o valor global de cada elemento da biodiversidade. Do ponto de vista antropocêntrico, o valor atribuído à biodiversidade não é fixo. Muda, acima de tudo, com o nosso conhecimento do sistema ou sistemas em causa, mas não só. Por exemplo, espécies como a *Phytolaca americana* (uva-de-rato) ou a *Hydrangea macrophylla* (hortensia), podem ser altamente valorizadas num ponto do globo, num determinado contexto cultural, histórico, social, económico, científico, etc., e serem consideradas exóticas e invasoras noutra contexto, como nos Açores (a este respeito explorar o site <http://invasoras.uc.pt/>).

Maior conhecimento sobre biodiversidade implica geralmente *maior valoração ...*, mas, assuntos específicos de *conservação da diversidade biológica* continuam a ser - muitas vezes - *assuntos complexos*. A experiência diz-nos que quando um decisor na área da conservação da biodiversidade usa o termo “biodiversidade” não se refere a toda a biodiversidade, mas a um seu subconjunto, para um determinado objetivo ... ou seja podemos dizer que utiliza *o seu próprio conceito de biodiversidade – com os seus próprios valores, interesses e preconceitos, e crenças*.

Assim, para além do seu valor intrínseco, a *biodiversidade* é valorizada (desde a Cimeira Rio + 10, e do ponto de vista antropocêntrico), enquanto *componente fundamental dos ecossistemas*, pelo fornecimento de bens e de serviços ecológicos, ambientais, sociais e económicos. O conceito de *Serviços dos Ecossistemas* foi aprofundado no âmbito do *Millennium Ecosystem Assessment* (2005), tendo em vista a procura de sensibilização da esfera política, dos decisores, e cidadãos comuns. Nesse trabalho ficou evidente que a biodiversidade e os serviços que nos são prestados pelos ecossistemas - e dos quais somos parte integrante - são fundamentais para o nosso bem-estar e para a nossa sobrevivência. A perda continuada de elementos da biodiversidade torna os ecossistemas menos resilientes - mais vulneráveis – e os “seus serviços” ficam ameaçados.

Ecosistemas mais homogêneos, e menos diversos, são mais vulneráveis a pressões externas como doenças ou extremos climáticos, e tendem ao colapso.

A biodiversidade, através dos serviços dos ecossistemas, garante, entre outros: (i) *serviços de abastecimento*, como alimentos, combustível, abrigo, fármacos e outros recursos renováveis, (ii) *serviços de suporte*, como a produtividade primária, os ciclos de nutrientes ou a formação do solo, (iii) *serviços de regulação*, como regulação do clima, purificação de água e de ar, ou a polinização de culturas e controle de pragas, e (iv) *serviços culturais*, como os benefícios espirituais, educacionais, simbólicos ou recreativos. Estes serviços prestados pelos ecossistemas, e dos quais depende o nosso bem-estar e no limite a nossa sobrevivência, têm sido, contudo largamente minimizados ou ignorados.

Com o objetivo de “tornar visíveis os valores da natureza” têm sido desenvolvidas diversas iniciativas (nenhuma das quais é isenta de limitações, dada a natureza única e fundamental dos seus componentes), das quais se salienta o *TEEB – The Economics of Ecosystems and Biodiversity*, a partir de 2007. O TEEB é uma iniciativa global que se foca nos benefícios económicos associados à biodiversidade (incluindo o custo crescente da perda da biodiversidade e da degradação dos ecossistemas) e que é desenvolvida para apoio a decisores no reconhecimento dos benefícios que nos são fornecidos pela biodiversidade e serviços dos ecossistemas, na demonstração do seu valor económico e, quando oportuno, na inclusão desses valores em processos de decisão (ver em <http://www.teebweb.org/>).

O Arquipélago dos Açores são um destino de excelência para a prática de turismo de natureza, turismo rural ou ecoturismo - formas de Turismo Sustentável. Os Açores dispõem de um riquíssimo património natural, com uma enorme variedade de paisagens e elevada diversidade de habitats naturais, e com extensas Áreas Classificadas, com valores naturais e de biodiversidade, a nível da fauna, flora e da qualidade paisagística e ambiental. Importa que o desenvolvimento do turismo seja feito de forma sustentável, o que implica ações que sejam socialmente justas, economicamente viáveis e ecologicamente corretas, isto é, que atendam às necessidades económicas, sociais e ecológicas da sociedade.

Referências Bibliográficas

- Borges, P.A.V., Cunha, R., Gabriel, R., Martins, A.F., Silva, L., Vieira, V., Dinis, F., Lourenço, P. & Pinto, N. 2005. Description of the terrestrial Azorean biodiversity. In: P.A.V. Borges, R. Cunha, R. Gabriel, A.M.F. Martins, L. Silva, & V. Vieira (Eds), *A list of the terrestrial fauna (Mollusca and Arthropoda) and flora (Bryophyta, Pteridophyta and Spermatophyta) from the Azores*. pp. 21-68. Direção Regional de Ambiente and Universidade dos Açores, Horta, Angra do Heroísmo and Ponta Delgada.
- Borges, P.A.V., Costa, A., Cunha, R., Gabriel, R., Gonçalves, V., Martins, A.F., Melo, I., Parente, M., Raposeiro, P., Rodrigues, P., Santos, R.S., Silva, L., Vieira, P. & Vieira, V. (Eds.). 2010. *Listagem dos organismos terrestres e marinhos dos Açores*. Príncipe, Cascais.
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity. 2005. Handbook of the Convention on Biological Diversity Including its Cartagena Protocol on Biosafety, 3rd edition, (Montreal, Canada). ISBN: 92-9225-011-6. (<https://www.cbd.int/convention/default.shtml>)
- Corvalan, C. *et al.* 2005. Ecosystems and Human Well-being: Health Synthesis. A report of the Millennium Ecosystem Assessment.
- Cardinale, B. *et al.* 2012. *Biodiversity loss and its impact on humanity*. *Nature*, 486 (7401), 59–67. doi:10.1038/nature11148.
- Daniel, T.C. *et al.* 2012. *Contributions of cultural services to the ecosystem services agenda*. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109(23), 8812–8819. doi:10.1073/pnas.1114773109.
- Millennium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis*, A report of the Millennium Ecosystem Assessment. World Resources Institute, Washington, DC.
- TEEB. 2008. *A economia dos Ecossistemas e da Biodiversidade – Um relatório preliminar*. European Communities. ISBN-13 978-92-79-089602. (http://www.teebweb.org/media/2008/05/TEEB-Interim-Report_Portuguese.pdf)
- Sukhdev, P., Wittmer, H., and Miller, D. 2014. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB): Challenges and Responses*, in D. Helm and C. Hepburn (eds), *Nature in the Balance: The Economics of Biodiversity*. Oxford: Oxford University Press. (<http://img.teebweb.org/wp-content/uploads/2014/09/TEEB-Challenges-and-Responses.pdf>)

Bionota: Paula Bacelar Nicolau é Professora Auxiliar na Universidade Aberta. É Doutorada em Microbiologia Ambiental pela University of Wales, Bangor, Reino Unido, e Licenciada em Biologia Vegetal Aplicada pela Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Portugal. Integra a equipa de investigadores do Centro de Ecologia Funcional–CEF, da Universidade de Coimbra, Portugal, e colabora com o Laboratório LEaD da Universidade Aberta. Os principais interesses de investigação incluem o Ensino das Ciências Biológicas e Ciências do Ambiente, particularmente no contexto do e-learning, a Educação para o Desenvolvimento Sustentável, e a Microbiologia Ambiental. É Coordenadora do Mestrado em Cidadania Ambiental e Participação na Universidade Aberta. Orientadora de vários estudantes de mestrado e doutoramento e arguente de provas de mestrado e doutoramento, tem diversos artigos publicados em revistas e capítulos de livros internacionais.