

# CIÊNCIA NOS AÇORES

que  
futuro?



## JORNADAS

PONTA DELGADA . 07-08 JUNHO'2013

LIVRO DE ACTAS

## Comissão Científica

### **Doutor José Manuel Viegas de Oliveira Neto Azevedo**

Professor Auxiliar do Departamento de Biologia da Universidade dos Açores (UAç)  
Preside às Jornadas

### **Doutora Gilberta Margarida de Medeiros Pavão Nunes Rocha**

Professora Catedrática do Departamento de História, Filosofia e C. Sociais da UAç

### **Doutor Nelson José de Oliveira Simões**

Professor Catedrático do Departamento de Biologia da UAç

### **Doutor Paulo Alexandre Vieira Borges**

Professor Auxiliar com Agregação do Departamento de Ciências Agrárias da UAç

### **Doutor Ricardo da Piedade Abreu Serrão Santos**

Investigador Principal do Departamento de Oceanografia e Pescas da UAç

### **Doutor Pedro Miguel Valente Mendes Raposeiro**

Bolseiro Pós-Doutorado do Departamento de Biologia da UAç

## Comissão Organizadora

### **Dr. Fábio Vieira**

Adjunto do Sr. Secretário Regional da Educação, Ciência e Cultura

### **Dr. João Gregório**

Diretor de Serviços do Serviço de Ciência da Secretaria Regional da Educação, Ciência e Cultura

### **Mestre Francisco Pinto**

Vogal do Conselho Administrativo do Fundo Regional para a Ciência

### **Dr.ª Antónia Ribeiro**

Técnica superior do Serviço de Ciência da Secretaria Regional da Educação, Ciência e Cultura

Nota: A aplicação das normas do Acordo Ortográfico foi deixada ao critério de cada autor.



Inventário polínico de espécies fanerogâmicas do arquipélago dos Açores (Portugal), e implicações para a conservação da entomofauna auxiliar.....	113
Pollinic inventory of the phanerogam species of the Azores Archipelago (Portugal) and implications for the conservation of the auxiliary entomofauna	
Leila Nunes Morgado, Roberto Resendes, Mónica Moura e Maria da Anunciação Mateus Ventura	
Património Geológico dos Açores – bases para a sua gestão.....	119
Azores Geological Heritage – management basis	
Eva Almeida Lima, João Carlos Nunes e Manuel Paulino Costa	
Diversidade de briófitos e alterações climáticas nos Açores: Olhar para o futuro para delinear o presente .....	125
Bryophyte diversity and climate change in the Azores: Looking to the future to redesign the present	
Débora Henriques, Rosalina Gabriel, Márcia Coelho, Paulo A. V. Borges e Claudine Ah-Peng	
Espécies raras de briófitos ao longo do gradiente altitudinal de floresta nativa na ilha do Pico (Açores): o caso de <i>Echinodium renauldii</i> (Cardot) Broth .....	129
Rare bryophyte species along an altitudinal gradient of native forest in Pico Island (Azores): the case of <i>Echinodium renauldii</i> (Cardot) Broth	
Márcia Coelho, Rosalina Gabriel, Débora Henriques e Claudine Ah-Peng	
Investigação em limnologia nos Açores: passado, presente e perspectivas futuras.....	135
Limnology in the Azores: past, present and future perspectives	
Pedro Raposeiro, Vitor Gonçalves e Ana Cristina Costa	
Eficácia das Áreas Protegidas Marinhas nos Açores .....	145
Effectiveness of Marine Protected Areas in the Azores	
Mara Schmiing, Pedro Afonso e Ricardo S. Santos	
Estudo dos impactos das alterações climáticas nas populações marinhas da Macaronésia utilizando as lapas, organismos-chave intertidais, como espécies modelo.....	149
Inferring impacts of climate change limpets, a keystone intertidal organism, as model species	
Govindraj Chavan (PhD student funded by frCT), Pedro Ribeiro (supervisor) e Ricardo S. Santos (co-supervisor)	
Elasmobranchii (tubarões e raias): um recurso dos Açores a proteger .....	153
Elasmobranchii (sharks and rays), a potential resource to protect in the Azores	
Paulo Torres, Armindo dos Santos Rodrigues, Rui Coelho e Regina Tristão da Cunha	
Azoris: Base de Dados Geográfica para Análise de Risco nos Açores.....	159
Azoris: Geodatabase for Risk Analysis in the Azores	
Catarina Goulart	
BioAir – Biomonitorização da Poluição do Ar: criação de uma rede integrada .....	165
BioAir – Biomonitoring Air Pollution: development of an integrated system	
Camarinho R., Garcia P. V., Ferreira T., Parelho C., Viveiros F., Silva C. e Rodrigues A. S.	
Investigando o passado para planear o futuro: uma análise bibliométrica das publicações dos Açores em revistas do SCI entre 1974-2012.....	169
Investigating the past to foresee the future: a bibliometric analysis on Azorean research in SCI Journals during 1974-2012	
Paulo A. V. Borges, Rosalina Gabriel, Ana Moura Arroz, Artur C. Machado, João Madruga, Ricardo S. Santos, Francisco Silva e Nelson Simões	
Conectividade em populações de lapas nas ilhas da Macaronésia (Atlântico-NE): uma abordagem multidisciplinar .....	175
Connectivity of limpet populations from the Macaronesian islands (NE-Atlantic): a multidisciplinary approach	
João Faria, Pedro Ribeiro, Stephen Hawkins e Ana Isabel Neto	

Débora Henriques<sup>1</sup>,  
Rosalina Gabriel<sup>1</sup>,  
Márcia Coelho<sup>1</sup>,  
Paulo A. V. Borges<sup>1</sup>  
e Claudine Ah-Peng<sup>2</sup>

---

debhenriques@uac.pt

<sup>1</sup> Grupo da Biodiversidade dos Açores  
(GBA, CITA-A) e Plataforma para  
o Desenvolvimento da Investigação  
em Ecologia e Sustentabilidade (PEERS)  
Departamento de Ciências Agrárias  
Universidade dos Açores  
Rua Capitão João d'Ávila, Pico da Urze  
9700-042, Angra do Heroísmo, Portugal

<sup>2</sup> Universidade da Reunião  
(Mascarenhas, França)

## Diversidade de briófitos e alterações climáticas nos Açores: Olhar para o futuro para delinear o presente

Bryophyte diversity  
and climate change  
in the Azores:  
Looking to the future  
to redesign the present

### Resumo

As alterações que o clima do planeta tem vindo a sofrer nas últimas décadas têm efeitos variados sobre a biodiversidade, alterando a distribuição das espécies e as interações entre estas, afectando a jusante os serviços de ecossistemas e, conseqüentemente, o ser humano. Nos Açores, vários desses serviços são garantidos pelos briófitos. Para além das suas funções ecossistémicas, estes organismos respondem rapidamente a variações ambientais, sendo por isso indicados para detectar os efeitos biológicos das alterações climáticas. Este estudo procura determinar que impactos terão as alterações climáticas previstas pelo *Intergovernmental Panel on Climate Change* sobre a distribuição e composição específica e funcional da brioflora dos Açores e que novos dados podemos integrar no sistema de gestão de áreas protegidas do arquipélago.

Para tal, pretende-se inventariar a diversidade específica e funcional de briófitos ao longo de gradientes altitudinais em várias ilhas dos Açores, relacionar os padrões de distribuição encontrados com uma série de factores ambientais e desenvolver, através de modelação bioclimática, previsões da distribuição futura destas espécies em resposta a diferentes cenários de alterações climáticas. Utilizando a brioflora açoriana, pretende-se assim ilustrar de que forma o estudo dos futuros efeitos das alterações climáticas sobre a biodiversidade pode servir como base para o desenvolvimento de estratégias de gestão e conservação da natureza a curto, médio e longo prazos. Ao fazê-lo, estaremos a contribuir para garantir a sustentabilidade do arquipélago, preservando a sua biodiversidade, os serviços dos ecossistemas e os benefícios e lucros por eles gerados em sectores como o do turismo, fortemente ligado à qualidade ambiental das ilhas.



## Abstract

The changes the planet's climate has undergone in recent decades have numerous effects on biodiversity, altering the distribution of species and the interactions between them, affecting the ecosystem services they provide and, consequently, human beings. In the Azores, many of these services are guaranteed by bryophytes. Besides, these organisms respond quickly to environmental changes, being thus very suitable for exploring the biological effects of climate change. This project aims to determine what will the impacts of climate change, as predicted by the Intergovernmental Panel on Climate Change, on the distribution, taxonomic and functional composition of native forest bryophytes be and which new data can we integrate in the archipelago's protected areas management system.

In order to do that, we will sample the taxonomic and functional diversity of bryophytes along altitudinal gradients in several islands of the Azores in a stratified way, and relate the emerging distribution patterns with a number of environmental factors. Then, using bioclimatic modeling, we will predict the future distribution of these species in response to different climate change scenarios. By means of the Azorean bryophytes, we aim to illustrate how the study of future climate change effects on biodiversity can serve as a foundation for the development of short to long-term nature management and conservation strategies. In doing so, we will help to ensure the sustainability of the archipelago, preserving its biodiversity, ecosystem services and the benefits and profits generated by them in sectors such as tourism, strongly linked to the environmental quality of the islands.

## CONTEXTO

Durante o último século, as temperaturas globais à superfície aumentaram aproximadamente 0.74 °C, com uma subida de 0.5 °C verificada apenas nas últimas três décadas. Esta subida de temperatura tem sido acompanhada por mudanças na distribuição da precipitação e nos padrões dos ventos, alterações na salinidade dos oceanos e por um aumento do número de eventos climáticos extremos, como secas, ondas de calor, tempestades e cheias (IPCC, 2007). Estas transformações no clima do planeta têm vindo a afectar a biodiversidade do planeta, alterando os padrões de distribuição das espécies e o fluxo de serviços que estas prestam (Bellard *et al.*, 2012).

Os briófitos são pequenas plantas que garantem vários desses serviços, ao reduzirem a erosão dos solos e actuarem como reservatórios de água e nutrientes (Hallingbäck & Hodgetts, 2000). São plantas muito sensíveis que respondem rapidamente a variações ambientais (Glime, 2007), aparecendo assim como boas candidatas para detectar os efeitos biológicos das alterações climáticas, que atingem todas as espécies.

## QUESTÕES

Este projecto procura responder a duas questões principais, nomeadamente:

- Que impactos terão as futuras alterações climáticas previstas pelo IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007) sobre a distribuição e composição da brioflora dos Açores?;
- Que novos dados poderemos integrar no sistema de gestão de áreas protegidas do arquipélago?

## METODOLOGIA

Em Setembro de 2012 procedeu-se a uma campanha de amostragem de briófitos epífitos (que crescem em troncos de árvores) em zonas de vegetação nativa nas ilhas Terceira e do Pico, a intervalos de 200 m de altitude, começando em zonas próximas da costa. Em cada altitude, delimitaram-se dois plots de 10 m x 10 m, separados 10 a 20 m; em cada um dos



plots de 10 m x 10 m, sortearam-se 3 dos 25 quadrados de 2 m x 2 m e, em cada um destes quadrados, amostram-se três árvores (na sua ausência amostraram-se arbustos), recolhendo em cada uma três amostras de 5 cm x 10 cm a diferentes distâncias do solo (sempre que disponíveis): uma amostra dos 0 aos 50 cm, uma entre os 50 e 100 cm e outra acima dos 100 cm, originando um máximo de 27 amostras por Plot (3 amostras x 3 árvores x 3 quadrados).

As amostras recolhidas foram secas ao ar e, actualmente decorre o processo de identificação e estimativa da abundância e sociabilidade das espécies presentes (mais informação em Ah-Peng *et al.*, 2011 e Coelho *et al.*, 2013).

Posteriormente, pretende-se relacionar os padrões de distribuição das espécies encontradas com uma série de factores ambientais (temperatura, precipitação, humidade relativa, etc.) e desenvolver, através de modelação bioclimática, previsões da distribuição futura destas espécies em resposta a diferentes cenários de alterações climáticas.

## RESULTADOS

Apesar de ainda decorrer o processo de identificação das espécies presentes nas amostras colhidas, já se encontram disponíveis dados sobre a distribuição dos briófitos epífitos ao longo do gradiente altitudinal estudado na ilha Terceira.

Foram recolhidas 255 amostras de espécies epífitas neste gradiente altitudinal. Analisando a Figura 1, é possível afirmar que o maior número de amostras foi colhido entre os 200 m e 800 m de altitude, tendo o seu pico aos 800 m (53 amostras) e sendo menor nos dois extremos, tanto aos 40 m (21 amostras) como aos 1000 m (36 amostras).



Figura 1\_ Representação gráfica do número de amostras de briófitos epífitos por nível do gradiente altitudinal em estudo na ilha Terceira.

É também possível identificar as espécies de forófitos, ou seja das árvores e arbustos onde foram recolhidos os briófitos epífitos (Figura 2). Os dois forófitos mais representados nas amostras são as espécies *Juniperus brevifolia* (28 amostras) e *Erica azorica* (24 amostras), presentes apenas nos intervalos altitudinais 600 m – 800 m e 40 m – 400 m, respectivamente. É ainda de salientar a presença de 14 amostras recolhidas na espécie invasora *Pittosporum undulatum* (Figura 2) aos 200 m e 400 m.

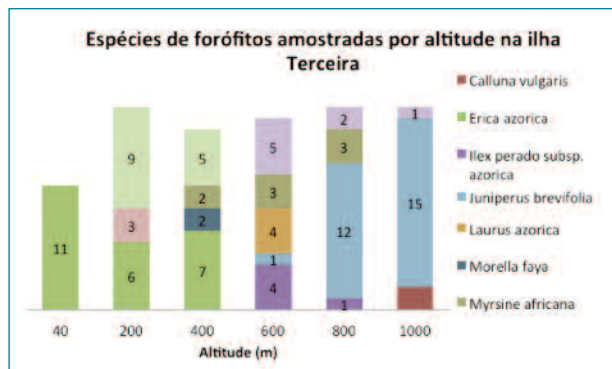


Figura 2\_ Representação gráfica das espécies de forófitos amostradas em cada nível do gradiente altitudinal em estudo na ilha Terceira.

## DISCUSSÃO

Esta abordagem preliminar aos dados permite tecer algumas considerações sobre a distribuição dos briófitos epífitos ao longo do gradiente altitudinal estudado para a ilha Terceira, nomeadamente no que toca aos substratos que estes ocupam. A maior incidência de briófitos epífitos entre os 200 m e os 800 m, atingindo o seu pico aos 800 m poderá ser explicada pela estrutura da vegetação vascular ao longo do gradiente, correspondendo os seus extremos a zonas com vegetação menos desenvolvida, composta maioritariamente por arbustos, o que limita o número de amostras recolhidas em cada forófito. Aos 800 m, patamar em que foram colhidas mais amostras de briófitos epífitos, encontramos a mancha de floresta nativa mais bem preservada, com os estratos arbustivo e arbóreo bem desenvolvidos, proporcionando condições favoráveis à presença dos organismos em estudo.

É de realçar o número elevado de amostras obtidas em qualquer dos patamares altitudinais, o que só é possível porque foram recolhidas quase sempre três amostras em cada árvore, ou seja, os briófitos atingem mais de 150 cm de altura nos



troncos. Em muitos locais urbanos, por exemplo, a cobertura de briófitos é escassa, e quando existem, a altura que atingem sobre as árvores é geralmente diminuta, permanecendo próximo da base (ambiente mais húmido).

Quanto às espécies de forófitos sobre os quais as amostras foram colhidas é possível verificar que a maioria das espécies que servem de substrato aos briófitos epífitos nas áreas amostradas são endémicas ou nativas. A exceção é a invasora *Pittosporum undulatum* encontrada como forófito aos 200 m e 400 m, o que indicia um elevado grau de perturbação de origem antropogénica nestas altitudes, tal como seria de esperar. A grande representatividade das espécies *Juniperus brevifolia* e *Erica azorica* como forófitos estará relacionada com a sua dominância nas altitudes e *habitats* amostrados. Serão necessários dados sobre as espécies de epífitos encontradas em cada forófito e a sua abundância para poder esclarecer se cada espécie vascular alberga uma comunidade distinta de briófitos (Gabriel & Bates, 2005).

Na posse de todos os dados decorrentes do processo de identificação e caracterização das comunidades de briófitos epífitos ao longo do gradiente altitudinal e afinando as previsões do IPCC a uma escala regional mais adequada (com dados do projecto CLIMAAT - Clima e Meteorologia dos Arquipélagos Atlânticos) poderemos procurar perceber, por exemplo, se alterações na composição da flora vascular da ilha decorrentes de mudanças climáticas terão repercussões sobre as comunidades de briófitos epífitos.

## CONCLUSÕES

Esta abordagem estratificada da distribuição da brioflora permite obter dados directamente comparáveis relativos à presença/ausência e abundância de espécies de briófitos epífitos nas áreas amostradas, ampliando a base de conhecimento existente sobre a distribuição actual destes organismos na região. Permitirá ainda determinar a distribuição potencial actual dessas espécies no arquipélago, ao projectar os nichos climáticos encontrados (definidos pelos valores de temperatura, humidade e outras variáveis tolerados e preferidos por cada espécie) por todo o território, bem como produzir mapas preditivos da distribuição das espécies no futuro, modelando esses mesmos nichos de acordo com as alterações previstas para o clima até ao final do século.

Para além de promover e ampliar o conhecimento científico sobre espécies de plantas únicas no mundo, este estudo permitirá avançar com o desenvolvimento de novas estratégias de gestão e conservação da biodiversidade no arqui-

pélago, garantindo a sua adequação prévia e atempada às alterações que se prevê que ocorram na composição e distribuição da vegetação. Esta adequação permitirá uma melhor alocação dos investimentos feitos na conservação e será útil para garantir a sustentabilidade económica dos Açores, fortemente ligada à sua qualidade ambiental por via do turismo.

### Agradecimentos

Agradecemos à Raquel Hernández e ao Fernando Pereira pelo seu precioso contributo durante a campanha de amostragem. Este trabalho foi apoiado pelo Parque Natural da Ilha Terceira e financiado pelo Estado Português através do FRC - Fundo Regional da Ciência no âmbito do projecto M3.1.2/F/051/2011 “Bryophyte diversity across altitudinal gradients in the Azores: looking for signs of climate change in the functional hyperspace” (Bolsa de Doutoramento da primeira autora) e está enquadrado no projecto europeu NETBIOME “Montane vegetation as listening posts for climate change” (MOVECLIM) (referência M2.1.2/F/04-/2011/NET).

### BIBLIOGRAFIA

- Ah-Peng, C., Wilding, N., Kluge, J., Descamps-Julien, B., Bardat, J., Chuah-Petiot, M., Strasberg, D., & Hedderson, T.A.J. (2012). “Bryophyte diversity and range size distribution along two altitudinal gradients: Continent vs. island”, *Acta Oecologica*, **42**: 58-65.
- Ballard, C., Bertelsmeier, C., Leadley, P., Thuiller, W. & Courchamp, F. (2012) Effects of climate change on the future of biodiversity. *Ecology Letters*, **15**: 365-377
- Coelho, M., Gabriel, R., Henriques, D. & Ah-Peng, C. (2013). Espécies raras de briófitos ao longo do gradiente altitudinal de floresta nativa na ilha do Pico (Açores): o caso de *Echinodium renauldii* (Cardot) Broth. Jornadas Ciência nos Açores: Que futuro? Biblioteca Pública e Arquivo Regional de Ponta Delgada, Ponta Delgada (neste volume).
- Gabriel, R. & Bates, J. (2005). Bryophyte community composition and habitat specificity in the natural forests of Terceira, Azores. *Plant Ecology*, **177**: 125-144.
- Glime, J. M. (2007). *Bryophyte Ecology*. Vol. 1. *Physiological Ecology*. Ebook sponsored by Michigan Technological University and the International Association of Bryologists. Accessed on January 10, 2012 at <<http://www.bryoecol.mtu.edu/>>.
- Hallingbäck, T., Hodgetts, N., Raeymaekers, G., Schumacker, R., Sérgio, C., Söderström, L., Stewart, N., Våña, J. (2000). The Importance of Bryophytes. Chapter 3 in: Hallingbäck, T., Hodgetts, N. (Eds., compilers). Mosses, Liverworts, and Hornworts. Status Survey and Conservation Action Plan for Bryophytes. IUCN/SSC Bryophyte Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- IPCC. (2007). *Climate Change 2007: The physical science basis. Contribution of working group I to the Intergovernmental panel on Climate Change*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.