

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 Henriques¹,
Rosalina Gabriel¹,
Márcia Coelho¹,
Paulo A. V. Borges¹
e Claudine Ah-Peng²

debhenriques@uac.pt

¹ 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

² 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).

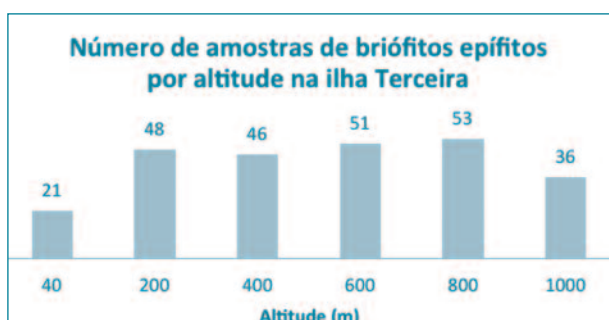


Figura 1_ Representação gráfica do número de amostras de briófitos epífitos por nível do gradiente altitudinal em estudo na ilha Terceira.

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.

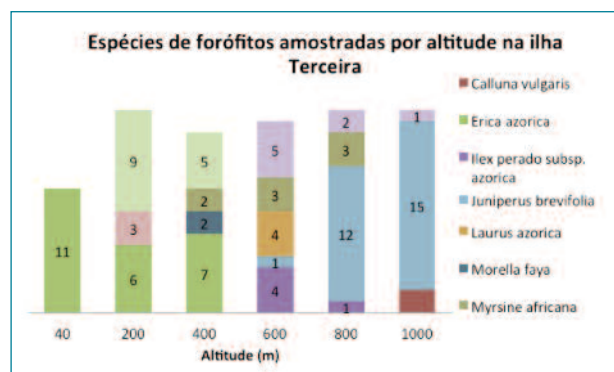


Figura 2_ Representação gráfica das espécies de forófitos amostradas em cada nível do gradiente altitudinal em estudo na ilha Terceira.

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.