

Márcia Coelho¹, Rosalina Gabriel¹,
Débora Henriques¹
e Claudine Ah-Peng²

marciacmcoelho@uac.pt

¹ Grupo da Biodiversidade dos Açores
Departamento de Ciências Agrárias
Universidade dos Açores; e PEERS
(Platform for Enhancing Ecological
Research & Sustainability)

² Universidade da Reunião
(Mascarenhas, França)
e Universidade da Cidade do Cabo
Departamento de Botânica (África do Sul)

Espécies raras de briófitos ao longo do gradiente altitudinal de floresta nativa na ilha do Pico (Açores): o caso de *Echinodium renauldii* (Cardot) Broth.

Rare bryophyte species along
an altitudinal gradient
of native forest in Pico Island (Azores):
the case of *Echinodium renauldii*
(Cardot) Broth.

Resumo

CONTEXTO: As florestas dos Açores são ótimos *habitats* para briófitos, devido à diversidade e disponibilidade de substratos, e condições muito favoráveis de temperatura e humidade. Nos Açores existe um grande número de espécies presentes no Livro Vermelho de Briófitos da Europa, incluindo algumas espécies endémicas. Uma das espécies mais raras da Europa é o musgo pleurocárpico *Echinodium renauldii*, com pouco mais de 10 localidades conhecidas nas sete ilhas onde existe. Este musgo foi registado numa nova localidade na ilha do Pico.

OBJETIVOS: Amostram e analisar um gradiente altitudinal de vegetação de floresta nativa na ilha do Pico (10 m a 2200 m) para aumentar o conhecimento da biodiversidade terrestre açoriana de briófitos, destacando a distribuição de espécies raras.

METODOLOGIA: Amostraram-se dois plots de 10 m X 10 m, em locais de vegetação nativa, em estações a cada 200 m de altitude. Em cada plot, três quadrados de 2 m X 2 m foram escolhidos aleatoriamente e neles foram amostrados briófitos, num total de três microplots (5 cm X 10 cm) em cada substrato disponível. Em laboratório, procedeu-se à identificação e estimativa da abundância e sociabilidade dos briófitos.

APLICAÇÕES: É de extrema importância conhecer a distribuição das espécies raras para promover a sua conservação efetiva. Esta conservação passa pela manutenção e gestão de todas as áreas onde as espécies raras ocorrem, sejam locais clássicos, sejam novas áreas a proteger nas ilhas açorianas. O apoio informado à decisão é crucial para a proteção de espécies ameaçadas e com grande significado ecológico nas florestas açorianas.



Abstract

CONTEXT: The evergreen forests of the Azores offer a great variety of habitats for bryophytes, owing to the diversity of available substrata, and to the temperate, hyper-humid conditions they provide. In the Azores there are a great number of conservation concern species, listed in the European Red Data Book for Bryophytes, including some endemic species. *Echinodium renauldii* is one of the rarest mosses of Europe. This robust moss was registered to a new location on the Pico island.

OBJECTIVES: To sample and analyse an altitudinal gradient of native forest vegetation in Pico Island (10 m to 2200 m) and: (i) to increase the knowledge of the terrestrial biodiversity of Azorean bryophytes and (ii) to highlight the fine scale distribution of rare species.

METHODS: We sampled two plots of 10 m X 10 m in altitudinal steps of 200 m. In each plot, three quadrats of 2 m X 2 m were randomly chosen and bryophytes were sampled for a total of three microplots (5 cm X 10 cm) on each available substrate. Bryophytes are identified, and their abundance and sociability estimated in laboratory.

APPLICATIONS: It is extremely important to know the updated distribution of rare species in order to promote their effective conservation. Their conservation includes the maintenance and conservation of areas already protected and the establishment of new areas in the Azores islands. The knowledge and model of the distribution of rare species will improve conservation measures and decision-making regarding the protection of threatened plant species of such a conspicuous and ecologically significant component of the Azorean forests.

1. INTRODUÇÃO

1.1. O que são briófitos e que substratos ocupam?

Os briófitos são pequenas plantas avasculares (sem raízes, caules ou folhas) de diversas formas e tons, que se dividem em três grupos com base nas suas características morfológicas e fisiológicas: musgos (ca. 12.000 espécies), hepáticas (ca. 8.000 espécies) e antocerotas (ca. 200 espécies) (Homem & Gabriel, 2008), embora sejam todos popularmente conhecidos como “musgos”. Tal como todas as plantas vasculares, e apesar do seu pequeno tamanho (entre alguns milímetros e cerca de meio metro), os briófitos produzem oxigénio e sequestram dióxido de carbono, realizando a fotossíntese.

Os briófitos são plantas terrestres, frequentes em qualquer latitude e/ou altitude e surgem abundantemente em *habitats* naturais ou humanizados (Homem & Gabriel, 2008), colonizando diversos substratos, tais como: solo (espécies terrícolas ou epigeicas); matéria orgânica em decomposição (espécies lignícolas ou epixílicas); húmus (espécies húmicas); rocha (espécies rupícolas ou epilíticas); troncos e ramos de plantas vasculares (espécies corticícolas ou epífitas); ou, em circunstâncias particularmente favoráveis, em folhas (espécies epífilas).

Os briófitos, apesar de terem taxas de crescimento relativamente baixas e demorarem muitas décadas a desenvolver uma boa cobertura dos substratos (Gabriel, 2000), são plantas cuja área de ocupação, diversidade e vitalidade é extraordinária nos Açores, provavelmente devido à diversidade de substratos disponíveis e às condições ambientais (humidade, luz e temperatura) favoráveis ao seu desenvolvimento (Sjögren, 1978; Gabriel & Bates 2005).

1.2. Os Briófitos nos Açores

Nos Açores, os briófitos constituem o grupo vegetal com maior riqueza de espécies nativas incluindo 480 espécies e subespécies, com 5 antocerotas, 164 hepáticas e 311 musgos, das quais sete espécies são endémicas do Arquipélago (Gabriel *et al.*, 2010)

A distribuição das espécies pelas nove ilhas é desigual, bem como a informação disponível para cada *taxon* (Gabriel *et al.* 2011). Na ilha do Pico podem ser encontradas cinco das espécies endémicas, incluindo um dos musgos mais raros da

Europa (cf. ECCB) e do mundo (cf. IUCN): *Echinodium renauldii* (Cardot) Broth. (Gabriel *et al.*, 2011).

1.3. Conservação dos Briófitos

Estima-se que na Europa, no último século, se tenham extinguido pelo menos quatro espécies de briófitos, e pelo menos um quarto da brioflora encontra-se certamente ameaçada (Vanderpoorten & Hallingbäck, 2008). Segundo a Lista Vermelha de Briófitos para a Europa (ECCB, 1995), das 153 espécies citadas como ameaçadas ou vulneráveis, 57 espécies encontram refúgio nos Açores (Homem & Gabriel, 2008). Segundo Cardoso *et al.* (2008) muitas das espécies agora classificadas como prioritárias são exclusivas das poucas e relativamente esparsas manchas de habitat natural que resistiram à pressão humana.

As principais ameaças que os briófitos enfrentam estão relacionadas com a fragmentação dos habitats, em que deixa de existir o habitat nativo e passa a existir um mosaico, cada vez com menor área de *habitats* naturais onde as espécies nativas teriam as condições ótimas de permanência. As espécies exóticas invasoras (por exemplo *Hedychium gardnerianum*, a conhecida roca-de-velha), ao modificar completamente as condições em que vivem as espécies autóctones, constituem outra ameaça importante à permanência da vegetação nativa, conduzindo ao empobrecimento da flora e à alteração das condições ecológicas nativas, levando ao desaparecimento de certas espécies (Cardoso *et al.*, 2008).

Entre os principais fatores limitantes à conservação de muitas espécies destacam-se a sua baixa densidade populacional e as baixas taxas de crescimento. A sua recuperação passa por um conjunto de ações, de inventariação, divulgação e apoio à decisão dos gestores das áreas protegidas, bem como por campanhas de informação e educação acerca da sua existência nos Açores. Com efeito, um número reduzido de pessoas está familiarizado com a presença de briófitos nos ecossistemas açorianos, apesar de estas plantas apresentarem valores de cobertura notáveis em alguns dos mais emblemáticos *habitats* do arquipélago (turfeiras, florestas naturais, entradas de grutas e algares), desempenhando funções vitais nos ecossistemas, nomeadamente na captação de água e de nutrientes e na diminuição da erosão do solo (Cardoso *et al.*, 2008).

A classificação de briófitos em listas vermelhas tem contribuído para aumentar a sensibilidade dos gestores para este

grupo de organismos e alguns esforços têm sido desenvolvidos na Europa, para preservar locais tendo como característica o seu interesse briológico. Consequentemente, uma lista vermelha para os briófitos dos Açores pode auxiliar os gestores regionais a identificar espécies particularmente ameaçadas, tornando-se o primeiro passo para assegurar a sua proteção (Gabriel *et al.*, 2011). Recentemente foi promulgado o Decreto Legislativo Regional n.º 15/2012/A de 2 de Abril com o regime jurídico da conservação da natureza e da proteção da biodiversidade, que inclui no Anexo II, referente às espécies protegidas que ocorrem no estado selvagem no território terrestre e marinho da Região Autónoma dos Açores, sete espécies de hepáticas e oito espécies de musgos, além de se referir ainda ao género *Sphagnum*, como merecendo proteção legal na Região.

1.4. O musgo *Echinodium renauldii* (Cardot) Broth.

O musgo pleurocárpico endémico dos Açores *Echinodium renauldii* pertence à Divisão Bryophyta, Subdivisão Bryophytina, Classe Bryopsida, Ordem Echinodiaceae e Género *Echinodium* (PBA, 2008; Stech *et al.* 2008).

Este musgo apresenta-se de tamanho médio a grande, com eixos a atingir 10 cm de comprimento e 4 mm de diâmetro. É uma planta ramificada, de tom verde-escuro com filídeos eretos subulatos, de base triangular, ligeiramente plicadas, com uma faixa amarela dourada composta por 5 a 10 filas de células lineares alongadas. O esporófito (relativamente comum) tem uma cápsula vermelha alaranjada também ela alongada. Relativamente ao seu habitat, esta espécie cresce preferencialmente em rocha, sobretudo em locais mais húmidos e sombrios, como as florestas naturais (Homem & Gabriel, 2008; Gabriel *et al.* 2011).

O género *Echinodium* está limitado a seis espécies a nível mundial, quatro delas na região biogeográfica da Macaronésia e outras duas limitadas a regiões da Austrália e Pacífico (Stech *et al.*, 2008). Nos Açores está presente em sete das nove ilhas (exceto Graciosa e Santa Maria), e há razões para admitir que possa estar em declínio, uma vez que as suas populações se encontram principalmente a baixa altitude (até 450 m) (Gabriel *et al.* 2011).

O conhecimento da distribuição de espécies, sobretudo das espécies raras é de extrema importância para que se desenvolvam ações sobre o habitat dessas espécies, nomeadamente na manutenção e conservação das áreas protegidas



onde elas ainda ocorrem e no estabelecimento de novas áreas protegidas nas ilhas açorianas, por exemplo para a espécie *Echinodium renauldii* na Terceira (Homem, 2005) ou *Aphanolejeunea azorica* na Graciosa, onde ocorrem em cotas de altitude relativamente baixas (até 450 m) estando fora das áreas atualmente protegidas nessas ilhas (Cardoso *et al.*, 2008; Homem & Gabriel, 2008).

2. OBJETIVOS

São objetivos gerais do trabalho:

- Amostrar de forma padronizada os briófitos existentes num gradiente altitudinal de vegetação nativa na ilha do Pico (de 10 m a 2200 m);
- Melhorar o conhecimento da biodiversidade terrestre açoriana, nomeadamente o das suas espécies raras;
- Identificar novos locais de distribuição para espécies raras, emblemáticas e protegidas.

Nesta contribuição, será destacada a identificação de uma nova localidade para uma das espécies mais ameaçadas de briófitos endémicos dos Açores.

3. METODOLOGIA

O trabalho de campo foi realizado segundo a metodologia BRYOLAT (Ah-Peng *et al.*, 2012) adaptada às condições da região. Essa metodologia implica a amostragem da brioflora de acordo com o esquema da Figura 1.

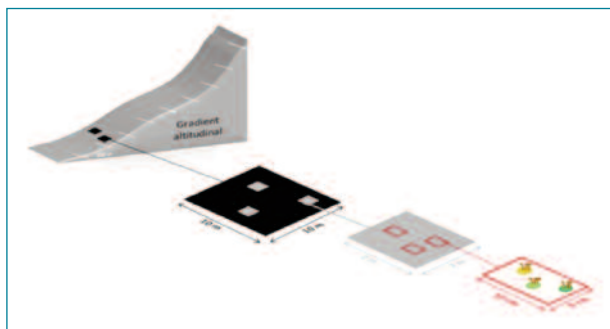


Figura 1_ Modelo de amostragem altitudinal na ilha do Pico (Adaptado de Ah-Peng *et al.*, 2012).

Em Setembro de 2012, na Ilha do Pico, a cada 200 m de altitude, selecionaram-se dois plots de 10 m X 10 m, em locais de vegetação nativa considerada homogénea. Os dois plots distavam entre 10 a 20 m um do outro. Estes plots foram marcados nos cantos com fita de nylon, de modo a permitir outros trabalhos no futuro. Em cada plot é possível marcar 25 quadrados de 2 m X 2 m, e desses 25 foram escolhidos aleatoriamente três. Em cada um desses quadrados, foram recolhidos três microplots (5 cm X 10 cm) de briófitos em cada um dos substratos disponíveis.

A amostragem foi aplicada em todos os substratos disponíveis para estudar, considerando um máximo de seis tipos de espécies: terrícolas; lignícolas; humícolas; rupícolas; corticícolas - a três alturas (TA: 0 cm a 50 cm, TB: 50 cm a 100 cm; TC: 100 cm a 200 cm); e epífilas.

Foram ainda recolhidos vários dados acerca da presença de flora vascular em cada plot, nomeadamente, identificaram-se todas as espécies presentes e registou-se a respetiva percentagem de cobertura; também se registou a altura dos 10 elementos mais altos de espécies arbóreas em cada plot e mediram-se os seus diâmetros.

Em laboratório foi analisada a riqueza e diversidade total em cada microplot (50 cm²), bem como a abundância e sociabilidade de cada espécie por amostra. A identificação dos géneros foi realizada com auxílio de Floras e Chaves próprias (Paton, 1999; Smith 2004; Casas *et al.*, 2006; Casa *et al.*, 2009). Estimou-se ainda a cobertura das espécies através da escala de Braun-Blanquet (i, +, 1, 2, 3, 4, 5), em que o nível mais pequeno (i) é representado por 1 eixo/indivíduo, e o superior (5) diz respeito a uma espécie com cobertura entre 95-100%. A sociabilidade das espécies foi estimada numa escala de 1 a 5, em que 1 representa um ou dois eixos de uma espécie e o 5 representa uma população monoespecífica densa.

4. RESULTADOS

No trabalho de campo na Ilha do Pico (Setembro de 2012) fizeram-se amostragens em 12 níveis altitudinais, que resultaram num total de 24 plots (10 m X 10 m), 72 quadrados (2 m X 2 m) e 879 microplots (10 cm X 5 cm). A triagem, identificação específica e avaliação da cobertura e sociabilidade estão em curso. No entanto, já durante o trabalho de campo, foi registada a presença do musgo *Echinodium renauldii* (Figura 2) sobre rocha, numa localidade até então desconhecida no Pico, a estação dos 400 m.



Figura 2_ Musgo raro *Echinodium renauldii* (fotos de Paulo Henrique Silva; [adaptado de AGF, 2009])

Esta nova localidade situa-se nos Fetais, freguesia da Piedade, concelho das Lajes, em ambos os plots da estação dos 400 m: PIC400P1 (coordenadas: 38°25'32.8" N - 28°05'15.5" W; exposição: 140° SE), e PIC400P2 (coordenadas: 38°25'33.3" (N) - 28°05'14.5" (W); exposição 25°N). A vegetação é muito variada, a nível de plantas vasculares, atingindo uma altura máxima de 8 m, dominada por *Pittosporum undulatum* (80%). Identificaram-se ainda as árvores: *Laurus azorica*, *Picconia azorica*, *Erica azorica*, *Ilex perado subsp. azorica* e *Vaccinium cylindraceum*; no local também estão presentes espécies como *Hedera azorica*, *Hedychium gardnerianum*, *Rubus hochstetterorum*, e fetos como *Dryopteris azorica*, *Polypodium azoricum*, *Polystichum setiferum*, *Pteridium aquilinum*, além da licófito *Selaginella kraussiana*.

5. DISCUSSÃO

Sabe-se que a presença de *Echinodium renauldii*, um musgo característico de zonas de floresta, é extremamente rara em altitudes superiores a 500 m (Gabriel *et al.* 2011), e que as zonas de vegetação nativa são escassas e muito fragmentadas abaixo desta altitude. Por exemplo, na ilha Terceira parece estar restrita à zona da Matela (entre 430 m a 480 m de altitude), e numa amostragem recente realizada pelos autores na ilha das Flores (Agosto de 2013), foi registado numa altitude próxima dos 400 m, ou seja, em zonas sujeitas a maior pressão antrópica.

A vegetação desta estação inclui um grande número de espécies nativas, mas também algumas espécies exóticas e invasoras, nomeadamente *Pittosporum undulatum* e *Hedychium gardnerianum*, pelo que seria desejável que se promovesse algum tipo de ordenamento, e enquadrasse esta nova localidade numa micro-reserva a ser gerida pelos serviços competentes. As micro-reservas já foram implementadas com

sucesso para outros locais com plantas (*Quercus*, sd) e propostas para os Açores noutros trabalhos (Homem, 2005).

É de salientar que esta espécie de musgo, *Echinodium renauldii*, é suficientemente grande e característica para ser identificada com facilidade por um grande número de pessoas, os locais onde ocorre são geralmente de fácil acesso e a baixa altitude (próximo das povoações), e a sua identidade taxonómica foi recentemente confirmada com análises moleculares (Stech *et al.*, 2008). Todas estas características podem facilitar a sua utilização como ícone ambiental, junto de vários públicos, tanto de visitantes, que não têm oportunidade de ver esta espécie em mais lado nenhum do mundo (espécie endémica), como junto dos açorianos que assim podem expandir os seus conhecimentos acerca do seu património natural, contribuindo para a sua conservação.

Neste trabalho apresentam-se dados que podem contribuir para auxiliar os decisores e gestores ambientais, de modo a facilitar a sua missão de proteção de espécies ameaçadas e com grande significado ecológico nas florestas açorianas.

Agradecimentos

Um agradecimento especial aos colaboradores no trabalho de amostragem na ilha do Pico, nomeadamente, Sílvia Calvo Aranda e Fernando Pereira. Este trabalho foi apoiado pelo Parque Natural de Ilha - Pico, e financiado pelo Fundo Europeu NETBIOME e pela Universidade dos Açores, no âmbito do projeto MOVECLIM "Montane vegetation as listening posts for climate change" (referência M2.1.2/F/04/2011/NET). A primeira autora do trabalho agradece a Bolsa de Doutoramento concedida pela antiga Direcção Regional de Ciência e Tecnologia (DRCT) (ref. M3.1.2/F/007/2012).



REFERÊNCIAS

- AGF - Angrosfera (2009). Ícones Ambientais do Concelho de Angra do Heroísmo. Câmara Municipal de Angra do Heroísmo. <http://www.cm-ah.pt/angrosfera/icones-angra/index.html> (acedido em Julho de 2013).
- 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.
- Cardoso, P., Borges, P. A. V., Costa, A. C., Cunha, R. T., Gabriel, R., Frias Martins, A. M., Silva, L., Homem, N., Martins, M., Rodrigues, P., Martins, B. & Mendonça, E. (2008). A perspectiva arquipelágica: Açores. In: Martín, J.L., Arechavaleta, M., Borges, P.A.V. & Faria, B. 2008. *Top 100. Las 100 especies amenazadas prioritarias de gestión en la región europea biogeográfica de la Macaronesia*. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial, Gobierno de Canarias. Espanha.
- Casas, C., M. Brugués, R.M. Ros & C. Sérgio. (2006). Handbook of mosses of the Iberian Peninsula and the Balearic Islands. Institut d'Estudis Catalans, Barcelona.
- Casas, C., M. Brugués, R. M. Cros, C. Sérgio, & M. Infante. (2009). Handbook of Liverworts and Hornworts of the Iberian Peninsula and the Balearic Islands. Institut d'Estudis Catalans, Barcelona.
- DLR - Decreto Legislativo Regional n.º 15/2012/A de 2 de Abril (2012). Regime jurídico da conservação da natureza e da proteção da biodiversidade. [acedido a 30 de Junho de 2012]
- ECCB. (1995). *Red Data Book of European Bryophytes*. European Committee for the Conservation of Bryophytes, Trondheim, Norway.
- Gabriel, R. (2000). *Ecophysiology of Azorean forest bryophytes*. Ph.D. Thesis. Imperial College of Science, Technology and Medicine, University of London. London, UK.
- Gabriel, R. & Bates, J. (2005). Bryophyte community composition and habitat specificity in the natural forests of Terceira, Azores. *Plant Ecology*, **177**: 125-144.
- Gabriel, R., Sjögren, E., Schumacker, R., Sérgio, C., Aranda, S.C., Claro, D., Homem, N. & Martins, B. (2010). List of bryophytes (Anthocerotophyta, Marchantiophyta, Bryophyta). In: 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.) *A list of the terrestrial and marine fungi, flora and fauna from the Azores*, pp. 99-115, Principia, Cascais.
- Gabriel, R., Homem, N., Couto, A., Aranda, S.C. & Borges, P.A.V. (2011). Azorean Bryophytes: a preliminary review of rarity patterns. *Açoreana*, **7**: 149-206.
- Homem, N. (2005). *Biodiversidade de briófitos nas florestas naturais dos Açores – Ilhas Terceira e Pico*. M.Sc. Thesis. Departamento de Ciências Agrárias, Universidade dos Açores, Angra do Heroísmo.
- Homem, N. & Gabriel, R. (2008). Briófitos raros dos Açores. Principia Editora, Estoril.
- Paton, J.A. (1999). The liverwort flora of the British Isles. Harley Books, Colchester, U.K.
- PBA - Portal da Biodiversidade dos Açores (2013). *Briófitos (musgos, hepáticas, antocerotas)*. <http://www.azoresbioportal.angra.uac.pt/> (acedido em Julho de 2013).
- QUERCUS (sd). Micro-Reservas: Conservação de *Habitats*, Flora e Fauna em Perigo. <http://conservacao.quercusancn.pt/content/view/25/53/> [Acedido a 25 de Junho de 2013].
- Sjögren, E. (1978). Bryophyte vegetation in the Azores Islands. *Memórias da Sociedade Broteriana* **26**: 1-273
- Smith, A. J. E. (2004) *The Moss Flora of Britain*, Cambridge University Press.
- Stech, M., Sim-Sim, M., Esquível, M. G., Fontinha, S., Tangney, R., Lobo, C., Gabriel, R. & Quandt, D. (2008). Explaining the 'anomalous' distribution of *Echinodium* (Bryopsida: Echinodiaceae): Independent evolution in Macaronesia and Australasia. *Organisms Diversity & Evolution*, **8(4)**: 282-292.
- Vanderpoorten, A. & Hallingbäck, T. (2008). Conservation biology of bryophytes. In: B. Goffinet & A. J. Shaw, *Bryophyte Biology* (2nd ed.), pp. 487-533. Cambridge University Press, Cambridge.