IMPACTO DAS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS NA FLORA E FAUNA DE ARTRÓPODES ENDÉMICA DOS AÇORES

MARIA TERESA FERREIRA, PAULO A. V. BORGES E RUI BENTO ELIAS

CE3C– CENTRE FOR ECOLOGY, EVOLUTION AND ENVIRONMENTAL CHANGES / GRUPO DA BIODIVERSIDADE DOS AÇORES E UNIVERSIDADE DOS AÇORES – FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DO AMBIENTE, RUA CAPITÃO JOÃO D'ÁVILA, SÃO PEDRO 9700-042 ANGRA DO HEROÍSMO

AS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS estão a tornar-se cada vez mais uma realidade com implicações importantes para a fauna e flora no mundo. Nos Açores as projeções climatéricas para o final do século são de um aumento da temperatura em cerca de 1,2 a 2,3 ºC para o período entre 2080-2099 (Azevedo et al. 1998, 1999). Em termos de precipitação prevê-se um decréscimo de cerca de 7,25 mm por ano, para o mesmo período, quando comparado com a atual precipitação. Nalguns meses prevê-se que este decréscimo possa chegar aos 61mm, o que é deveras preocupante. Para a Ilha Terceira, por exemplo, os valores apontam para um aumento de temperatura em média de 2,8 ºC, com um decréscimo de precipitação de cerca de 2,0% (PRAC 2017).

Mas mais importante do que esta variação média de temperatura e precipitação vai ser o aumento dos eventos extremos ou a distribuição mais irregular da precipitação em alguns períodos do ano com eventos de seca no verão.

Este tipo de alterações climáticas irá ter um impacto elevado na distribuição das espécies

FIGURA 1 Exemplos de floresta natural dos Açores e das espécies de plantas presentes. **A.** Exemplo de uma zona de floresta nativa (Caldeira da Serra de Santa Bárbara, Terceira) (foto: Teresa Ferreira). **B.** Louro (*Laurus azorica*) (Foto: Rui Elias). **C.** Cedro do mato (*Juniperus brevifolia*) (Foto: Rui Elias). **D.** Azevinho (*Ilex perado* subsp *azorica*) (Foto: Rui Elias).

nos Açores. Por exemplo, um estudo sobre as variáveis ambientais que influenciam a diversidade dos artrópodes endémicos na ilha Terceira mostrou que muitas das espécies endémicas estão melhor adaptadas a localidades com um clima do tipo oceânico com baixas temperaturas e precipitações mais elevadas no verão (Borges et al. 2006).

As ilhas em geral são tidas como "hotspots" de biodiversidade, sendo que os Açores têm uma elevada importância a nível de biodiversidade, com uma grande variedade de espécies endémicas. As espécies endémicas são espécies cuja distribuição natural ocorre numa zona definida. Por exemplo, nos Açores existem espécies que ocorrem apenas no arquipélago dos Açores e até espécies que podem ocorrer apenas numa ilha. Estas espécies são espécies endémicas dos Açores. Este tipo de espécies possuem uma distribuição muito restrita no planeta e daí a sua importância em termos de conservação da biodiversidade.

Quando chegaram os primeiros povoadores, os Açores estariam quase totalmente cobertos por floresta, principalmente floresta Laurissilva (Elias et al. 2016). Atualmente grande parte dessa floresta foi substituída por pastagens e

TIPOS DE FLORESTA NATIVA DOS AÇORES

Atualmente, as florestas nativas dos Açores são encontradas principalmente acima dos 600 m de altitude, com alguns bosques presentes em zonas costeiras. Estas florestas podem ser divididas em 5 tipos principais (Elias et al. 2016):

BOSQUE COSTEIRO DE *ERICA-MORELLA*: Estes bosques são dominados por urze (*Erica azorica*) e Faia da terra (*Morella faya*) e ocorrem entre os 0-100 m de altitude.

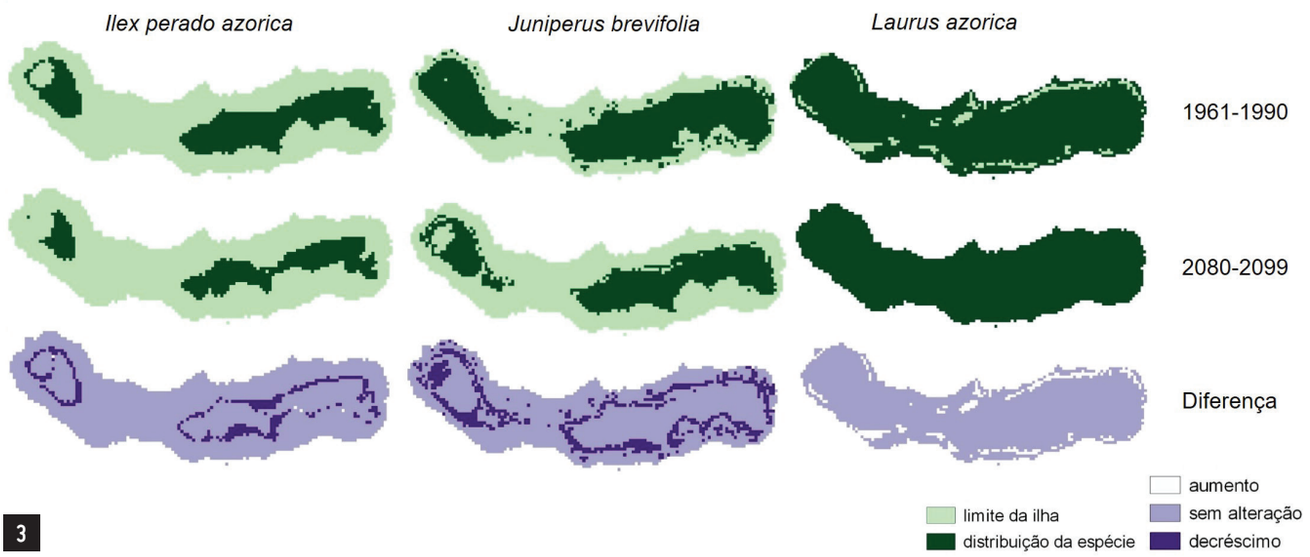
FLORESTA BASAL DE *PICCONIA-MORELLA* (LAURISSILVA BASAL): Estas florestas são caracterizadas pela predominância de pau-branco (*Picconia azorica*) e Faia da terra, e podem ser encontrados entre os 100 e os 300 m de altitude. São formações de grande estatura (6-11 m de altura) com algumas árvores a atingir mais de 15 m.

FLORESTA SUBMONTANA DE *LAURUS* (LAURISSILVA SUBMONTANA): Como o nome indica, este tipo de floresta é dominada principalmente por Louro (*Laurus azorica*), com árvores que atingem 8 m de altura, estando presente entre os 300 e os 600 m de altitude. As florestas Laurissilva eram, antes do povoamento as formações vegetais dominantes nos Açores.

FLORESTA MONTANA DE *JUNIPERUS-ILEX*: Este tipo de floresta é caracterizado por árvores entre 3 e 5 m de Cedro do mato (*Juniperus brevifolia*) e Azevinho (*Ilex perado subsp azorica*) e é encontrado principalmente em zonas entre os 600 e os 900 m de altitude.

BOSQUE MONTANO DE *JUNIPERUS*: Este tipo de bosque composto principalmente por pequenas árvores de Cedro do mato com um máximo de 4 m. Este tipo de bosque encontra-se principalmente entre os 700 e 1000 m de altitude. A floresta de *Juniperus-Ilex* e o bosque de *Juniperus* constituem a floresta pluvial montana.

1C



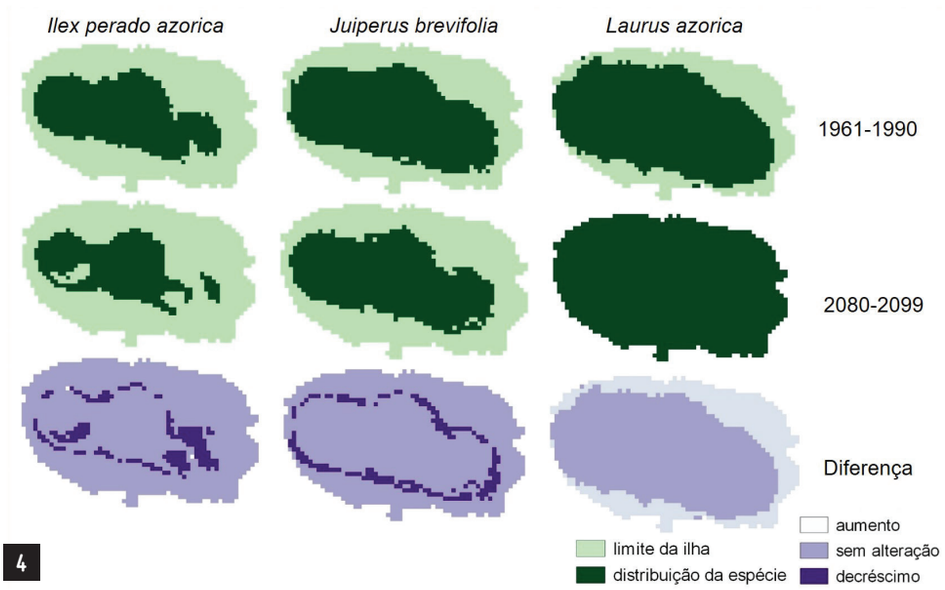


FIGURA 3 Mapas de distribuição das espécies de plantas vasculares para os dois períodos estudados e a diferença de distribuição entre os dois períodos na Ilha de S. Miguel.

FIGURA 4 Mapas de distribuição das espécies de plantas vasculares para os dois períodos estudados e a diferença de distribuição entre os dois períodos na Ilha Terceira.

florestas de exóticas e a maioria das formações florestais nativas que podemos hoje observar são florestas pluviais montanas dominadas por Cedro do mato (*Juniperus brevifolia*), Azevinho (*Ilex perado* subsp. *azorica*) e Louro (*Laurus azorica*) (Fig. 1). Estas espécies são muito importantes em termos de regulação e manutenção dos ecossistemas terrestres, sendo espécies chave para a manutenção da floresta nativa dos Açores. As zonas naturais pristinas dos Açores já começam a ser escassas (Gaspar et al. 2011). E para além das espécies de flora, estas zonas albergam importantes espécies de fauna endémica, principalmente ao nível dos artrópodes, grupo que engloba os insetos e as aranhas (entre outros). Algumas das espécies de artrópodes que são importantes para a manutenção dos ecossistemas e que são na maioria das vezes encontradas em zonas mais pristinas são por exemplo o gorgulho (*Calacales subcarinatus*), algumas aranhas (por exemplo *Sancus acoreensis*) e algumas borboletas (por exemplo *Hipparchia azorina azorina* na ilha Terceira e *Hipparchia miguelensis* na ilha de São Miguel) (Fig 2). Muitas destas espécies fazem parte de listas de protecção de espécies como a lista vermelha de espécies ameaçada da IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources) ou a lista de espécies protegidas que ocorrem no estado selvagem no território terrestre e marinho da Região Autónoma dos Açores (Decreto Legislativo Regional n.º 15/2012/A de 2 de Abril de 2012).

As zonas de floresta natural têm um grande

Foto: Paulo A. V. Borges (Azorean Biodiversity Group, CITA-A)

Foto: Jørgen Lissner. http://www.jorgenlissner.dk/default.aspx

Foto: Martin Gascoigne-Pees

FIGURA 2 Exemplos de espécies de artrópodes. **A.** Gorgulho (*Calacalles subcarinatus*). **B.** Aranha (*Sancus acoreensis*). **C.** Borboleta existente na ilha Terceira (*Hipparchia azorina azorina*). **D.** Borboleta existente na Ilha de São Miguel (*Hipparchia miguelensis*).

A IMPORTÂNCIA DOS ARTRÓPODES ENDÉMICOS DOS AÇORES

Os artrópodes, que incluem não só os insectos mas também os aracnídeos (aranhas, ácaros, opiliões, pseudoescorpiões e escorpiões), crustáceos, quilópodes (centopeias) e diplópodes são considerados como as formas de vida dominante no planeta Terra. Foram registadas até à data (ver Borges et al. 2010 actualizado) 2316 espécies e subespécies de artrópodes terrestres nos Açores. Destas, cerca 270 espécies e subespécies são endémicas dos Açores.

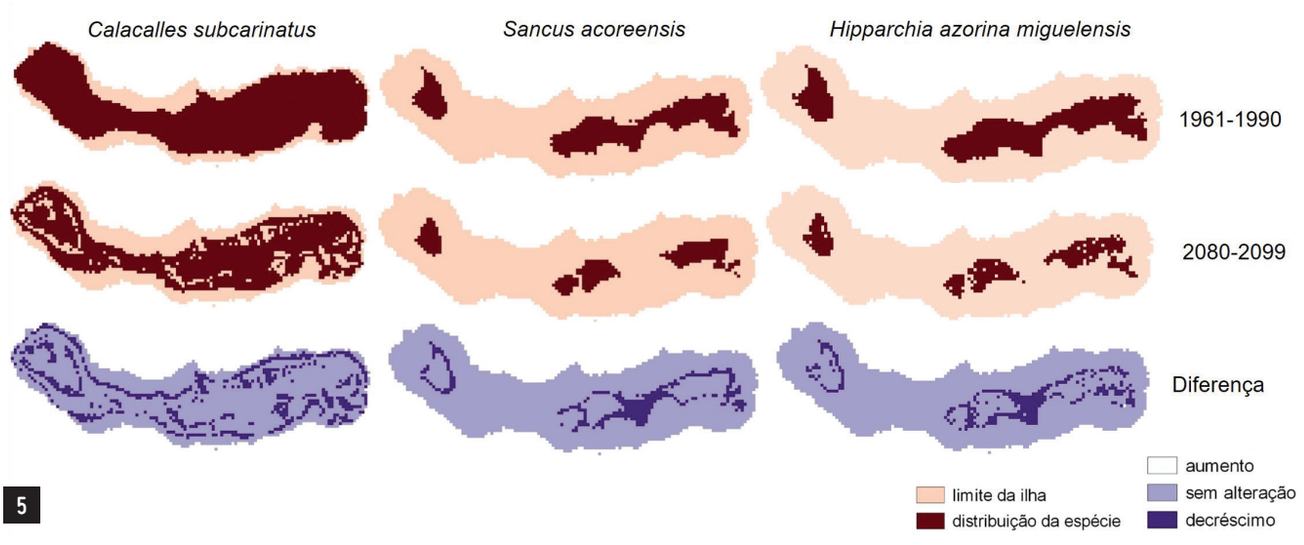
O papel ecológico dos artrópodes inclui o seu papel como decompositores (e.g. crustáceos terrestres, parte dos ácaros, diplópodes, colêmbolos e alguns grupos de insectos como as larvas de muitos dípteros), consumindo quantidades significativas de plantas mortas, excrementos e carcaças, desempenhando um papel importante na reciclagem de nutrientes. Muitos são predadores (e.g. quilópodes, aranhas, pseudoescorpiões, opiliões, parte dos ácaros e vários grupos de insectos como os carabídeos, estafilinídeos, larvas de crisopas, formicídeos, himenópteros parasitóides) e os fitófagos (parte dos ácaros, vários grupos de insectos como os ortópteros, tisanópteros, maioria dos hemípteros, lepidópteros e muitos grupos de coleópteros) têm um papel fundamental nas cadeias tróficas terrestres, alimentando-se, respectivamente, de uma grande quantidade de outros artrópodes e de plantas. Os polinizadores, tais como os himenópteros apídeos (vulgo abelhas e abelhões) e vespídeos (vulgo vespas) e ainda certos grupos de coleópteros, dípteros e lepidópteros (respectivamente vulgo besouros, moscas e borboletas) contribuem ainda para a reprodução cruzada das plantas com flor (angiospérmicas).

2D

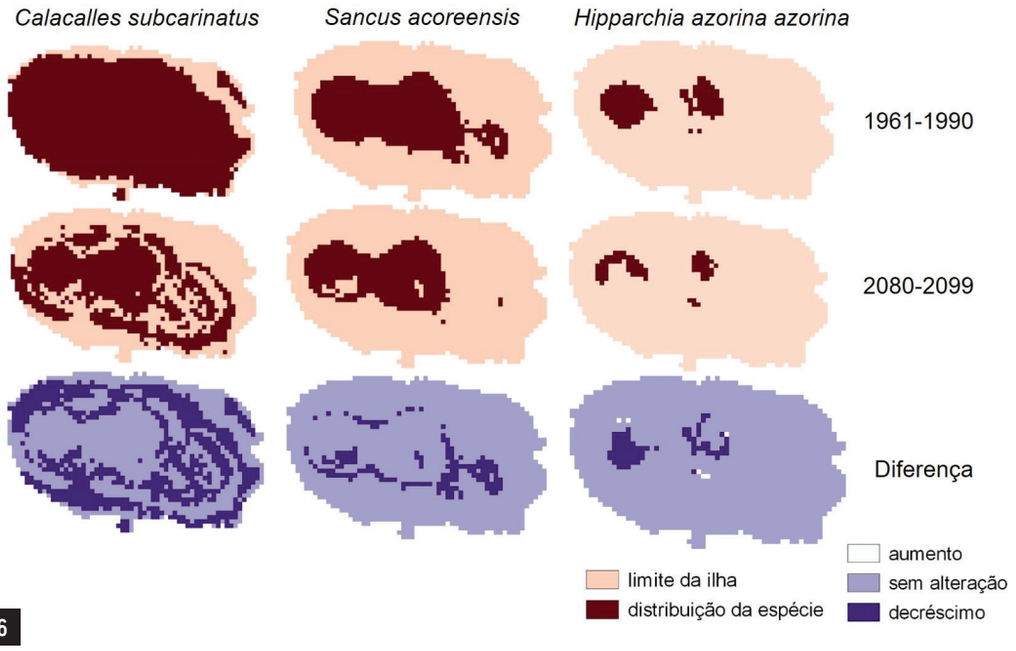
Foto: Martin Gascoigne-Pees

valor não só a nível de biodiversidade, mas também, em termos mais práticos, a função de proteção do solo contra a erosão, de controlo do ciclo e da qualidade da água, e da captura de carbono da atmosfera. Todas as espécies presentes nestas zonas desempenham um papel fundamental na manutenção deste ecossistema. Por estas razões a preservação de zonas naturais é muito importante. No caso particular dos Açores, as zonas naturais têm o acrescento de serem um atrativo para o turismo, sendo que os Açores são cada vez mais vistos como um local de natureza única, a visitar.

É importante, por isso, saber qual vai ser o impacto que as alterações climáticas previstas para os Açores vão ter sobre as espécies presentes nas zonas naturais em termos de distribuição. Este tipo de informação pode ser usada



5



6

FIGURA 5. Mapas de distribuição das espécies de artrópodes para os dois períodos estudados e a diferença de distribuição entre os dois períodos na Ilha de S. Miguel.

FIGURA 6. Mapas de distribuição das espécies de artrópodes para os dois períodos estudados e a diferença de distribuição entre os dois períodos na Ilha Terceira.

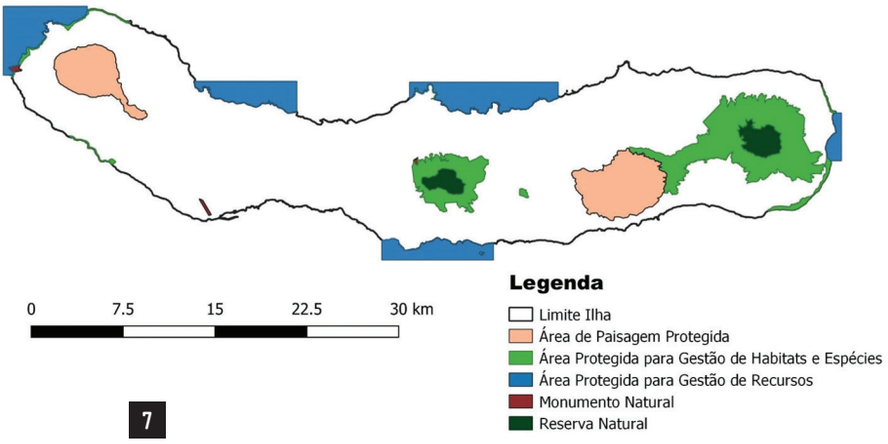
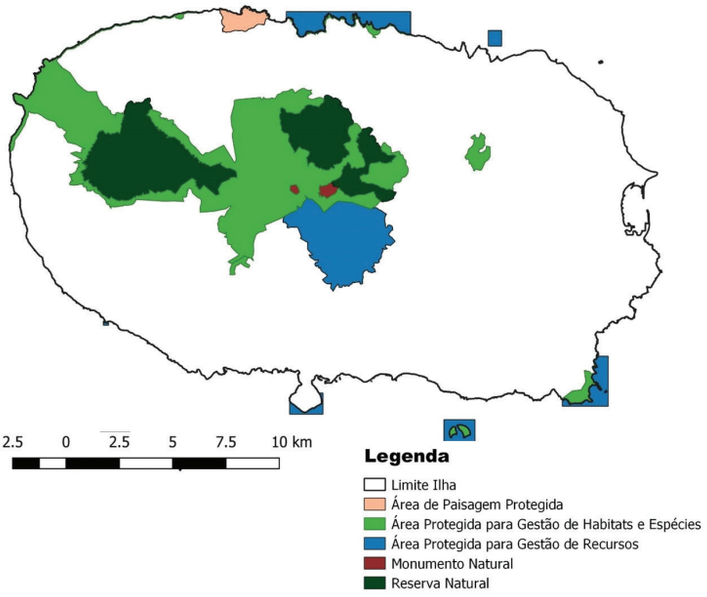


FIGURA 7 Mapas das áreas protegidas atuais de São Miguel mostrando os diferentes níveis de proteção de acordo com a IUCN.

FIGURA 8 Mapa das áreas protegidas atuais da Terceira mostrando os diferentes níveis de proteção de acordo com a IUCN



no planeamento e delineação de estratégias de proteção das zonas naturais dos Açores. Com esse intuito, a Universidade dos Açores realizou um projeto de investigação (IMPACTBIO – DRCT-M2.1.2/I/005/2011 - Implications of climate change for Azorean Biodiversity) com o objetivo de tentar perceber qual será o impacto que as alterações climáticas poderão ter sobre algumas das espécies dos Açores. Com este projeto tentou-se perceber como poderia ser afetada a distribuição potencial destas espécies comparando a sua potencial distribuição no "presente" com a sua potencial distribuição no "futuro". Neste caso, o "presente" e o "futuro" são períodos padrão utilizados em modelações que correspondem, respetivamente, ao período de 1961-1990 e de 2080-2099.

Utilizando variáveis ambientais como a temperatura máxima, a precipitação mínima e o intervalo de precipitação, que influenciam a distribuição destas espécies, podem-se calcular os locais onde estas condições existirão tanto no "presente" como no "futuro". Desta forma é possível construir mapas de distribuição potencial das espécies. Com estes mapas é possível verificar se poderão ou não ocorrer algumas alterações em termos de distribuição das espécies e que alterações serão essas. No âmbito do projeto estudaram-se as distribuições de várias espécies para as Ilhas Terceira e São Miguel uma vez que estas são ilhas de maiores dimensões e mais importantes em termos económicos (Ferreira et al. 2016). Neste caso falaremos apenas das espécies já mencionadas, uma vez que estas são espécies endémicas bastante importantes para os ecossistemas naturais dos Açores.

O que se verificou com as projeções da distribuição das espécies foi que, em geral, estas vão ver o seu potencial de distribuição espacial a diminuir (Figs 3-6). Com exceção do louro (*Laurus azorica*) (Figs 3 e 4), que vai ter um aumento do seu potencial de distribuição, as restantes espécies têm uma diminuição da sua distribuição, sendo que esta passa a ficar mais concentrada nas zonas centrais das ilhas. Pôde-se também

A IMPORTÂNCIA DAS FLORESTAS NATIVAS DOS AÇORES

As florestas pluviais montanas assumem uma enorme importância para equilíbrio do ciclo hidrológico (pelo papel que desempenham na interceção de nevoeiros e recarga de aquíferos), tendo igualmente uma função de proteção do solo contra a erosão, e de captura e armazenamento de carbono da atmosfera (contribuindo assim para a diminuição do efeito de estufa). A qualidade ecológica de muitos ecossistemas (exs. lagoas, turfeiras, prados de montanha) está também muito depende da presença destas florestas. Adicionalmente, as florestas pluviais montanas são o principal reservatório de biodiversidade nativa dos Açores. Um estudo recente contabilizou 161 espécies de artrópodes e 105 espécies de briófitos associadas apenas (em exclusivo ou não) ao Cedro do mato, árvore dominante das florestas pluviais montanas (Nunes et al. 2015). Muitas espécies de plantas vasculares, incluindo espécies endémicas muito raras como *Grammitis azorica* ou *Bellis azorica*, também dependem da floresta para sobreviver. Assim se compreende que qualquer alteração nas comunidades florestais terá um impacto muito grande em grande parte da flora e fauna dos Açores. Finalmente, sendo o turismo de natureza um dos grandes motores da economia Açoriana, a presença de florestas únicas no mundo (as florestas pluviais montanas são semelhantes às florestas tropicais montanas, mas ocorrem fora da zona tropical), que albergam uma enorme quantidade de espécies endémicas, constitui uma das maiores mais-valias socioeconómicas da região.

FIGURA 9 Exemplo de uma floresta nativa rasteira (zona do Pico Pinheiro, Terceira)

verificar que a distribuição potencial de muitas destas espécies já se encontra, no "presente", praticamente confinada às áreas protegidas (Fig. 7 e 8). como são os casos do cedro do mato (*Juniperus brevifolia*) e do azevinho (*Ilex perado* subsp. *azorica*) (Figs. 3 e 4), da aranha (*Sancus acoreensis*) e das borboletas de montanha (*Hipparchia azorina azorina* e *Hipparchia miguelensis*) (Figs. 5 e 6). Esta informação é muito importante em termos de conservação, uma vez que o potencial de distribuição destas espécies está maioritariamente confinado a locais onde já estão delineadas zonas de proteção com variados níveis, tornando assim a sua manutenção ainda mais crucial face às alterações climáticas que estão previstas. Para espécies adaptadas às zonas de montanha como as borboletas do género *Hipparchia* estas alterações de distribuição espacial podem ser dramáticas já que o seu habitat pode alterar-se de tal modo que deixam de ter área para sobreviver.

Este tipo de estudo é muito importante para manutenção e conservação das zonas naturais dos Açores, uma vez que estas zonas não só são importantes ao nível de manutenção dos ecossistemas, mas também porque estas zonas dão prestígio às ilhas, com o aumento do chamado "Turismo de Natureza" em que é importante manter estas zonas prístinas de forma a continuar a atrair este tipo de turismo (uma mais valia económica). Com esta informação é então possível tomar decisões a nível de manutenção ou melhoramento das intervenções ao nível das reservas naturais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Azevedo EB, Pereira LS, Itier B (1998) Modeling the Local Climate in Islands Environments. Orographic Clouds Cover In: Schmenauer, RS and Bridman, (eds) First International Conference on Fog and Fog Collection, IDRC. Ottawa (Canada): 433-436.

Azevedo EB, Pereira LS, Itier B (1999) Modelling the local climate in island environments: water balance applications, Agricultural Water Management 40: 393-403.

Borges PAV, Vieira V, Amorim IR, Bicudo N, Fritzén N, Gaspar C, Heleno R, Hortal J, Lissner J, Logunov D, Machado A, Marcelino J, Meijer SS, Melo C, Mendonça EP, Moniz J, Pereira F, Santos AS, Simões AM, Torrão E. (2010) List of arthropods (Arthropoda). In: PAV Borges, A Costa, R Cunha, R Gabriel, V Gonçalves, AF Martins, I Melo, M Parente, P Raposeiro, P Rodrigues, RS Santos, L Silva, P Vieira & V Vieira (Eds.) A list of the terrestrial and marine biota from the Azores. pp. 179-246, Princípia, Cascais, 432 pp.

Borges PAV, Lobo JM, Azevedo EB, Gaspar C, Melo C, Nunes LV (2006) Invasibility and species richness of island endemic arthropods: a general model of endemic vs. exotic species. Journal of Biogeography 33: 169-187.

Decreto de Lei Regional nº 15/2012/A de 2 de Abril de 2012. Jornal Oficial da Região I Série, N.º 55, Disponível em: https://jo.azores.gov.pt/#/.

Elias RB, Gil A, Silva L, Fernández-Palacios JM, Azevedo EB, Reis F. (2016) Natural zonal vegetation of the Azores Islands: characterization and potential distribution. Phytocoenologia: 46: 107–123.

Ferreira MT, Cardoso, P, Borges, PA., Gabriel, R, Azevedo, EB., Reis, FV, Araújo, M, Elias, RB (2016) Effects of climate change on the distribution of indigenous species in oceanic islands (Azores). Climatic Change 138: 603-615.

Gaspar C, Gaston KJ, Borges PAV, Cardoso P (2011) Selection of priority areas for arthropod conservation in the Azores archipelago. Journal of Insect Conservation 15: 671–684.

Nunes, R., Gabriel, R., Elias, R.B., Rigal, F., Soares, A.O., Cardoso, P. & Borges, P.A.V. 2015. Arthropods and other Biota associated with the Azorean Trees and Shrubs: Juniperus brevifolia. Arquipelago. Life and Marine Sciences 32: 19-48

PRAC (2017). Programa regional para as alterações climáticas dos Açores. Cavalheiro, G. (Ed.). Caos, Queluz. 181pp.