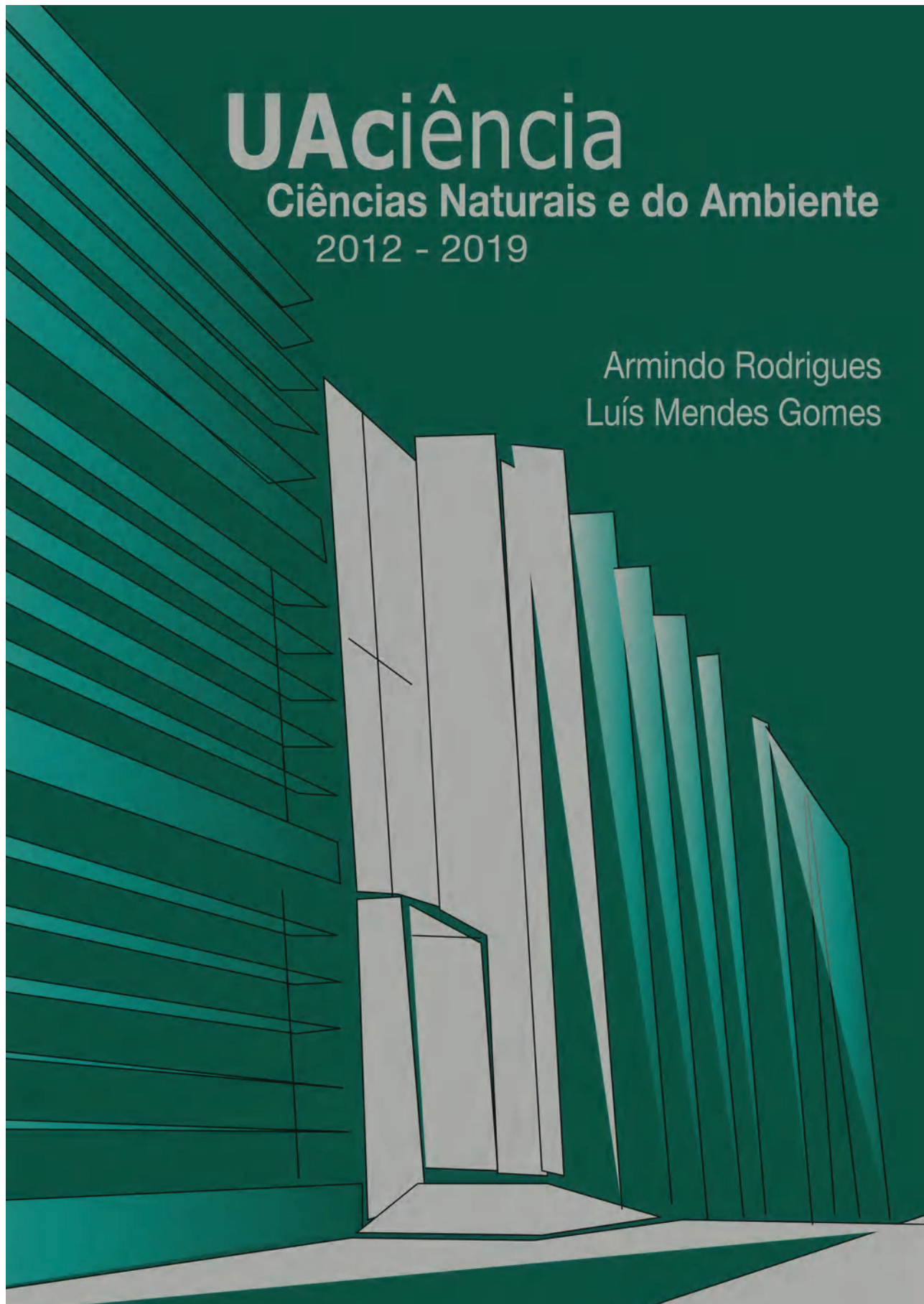


UAciência

Ciências Naturais e do Ambiente

2012 - 2019

Armando Rodrigues
Luís Mendes Gomes



Durante muitos anos a divulgação da ciência produzida e investigada nas Universidades ficava confinada aos corredores académicos e aos fluxos informativos internos. Gradualmente, no entanto, os investigadores e as próprias universidades foram percebendo que não basta fazer boa ciência, não basta inovar e registar patentes, há que saber divulgar esse trabalho junto das comunidades contribuindo, desse modo, para alargar a visão científica da sociedade e cimentar a importância da ciência no desenvolvimento da humanidade.

Foi neste âmbito de aproximar a Universidade da Sociedade onde se insere que nasceu o projeto UAciência, já lá vão nove anos. Um projeto pioneiro nos Açores na missão de dar a conhecer regularmente e com recurso a uma linguagem acessível, mas rigorosa, a atividade da comunidade científica sediada na Universidade dos Açores. Um desafio amplamente superado e que a todos nos deve orgulhar.

Paulo Simões

Jornal Açoriano Oriental

UAciência
Ciências Naturais e do Ambiente

2012 – 2019

Editores

Armindo Rodrigues

Luís Mendes Gomes

Ficha Técnica

Edição

Armindo Rodrigues

Luís Mendes Gomes

Copyright @ 2020

ISBN edição impressa: 978-989-8870-29-2

1.ª edição impressa: dezembro 2020

Impressão

Nova Gráfica – Artes Gráficas

Rua da Encarnação, 21 – Fajã de Baixo

9500-513 Ponta Delgada

Depósito Legal n.º 480641/21

Capa e ilustrações

Camila Cota

A 1.ª edição impressa deste livro foi financiada pela Direção Regional da Ciência e Tecnologia, do Governo Regional dos Açores, no âmbito do programa PRO-SCIENTIA, Eixo 3 “Qualificar”, Ação 3.3 “Incentivar a produção, formação e divulgação científica especializada”, na medida de intervenção específica prevista na alínea c) do n.º 2 do artigo 25.º do Decreto Regulamentar Regional n.º 17/2012/A, de 4 de julho – Publicação de edições científicas.

Introdução

A produção e circulação de conhecimento feita através de “Revistas científicas da especialidade”, necessariamente em inglês, é hoje a principal via para o reconhecimento e obtenção de autoridade e prestígio académico.

Esta realidade de “*publish or perish*” impôs-se em todas as ciências e geografias, conduzindo ao desinvestimento em publicações em outros idiomas e, assim, eliminando canais de comunicação das instituições científicas com as sociedades em que se inserem. O projeto **UAciência** surge em janeiro de 2012, numa parceria entre a Universidade dos Açores (UAç) e a revista *Açores Magazine*, com o principal encargo de abrir um espaço de comunicação permanente entre os cientistas e a sociedade.

Em nove anos de existência já foram publicados no **UAciência** cerca de 200 artigos, incluindo trabalhos de todas as áreas científicas da UAç.

Entre 2014 e 2016 o **UAciência** teve também uma versão num programa radiofónico com a duração de 20 minutos, com periodicidade quinzenal, numa parceria com a rádio Açores TSF. Em cada programa um cientista, entrevistado por um jornalista e um colega residente, apresentava o seu percurso e o seu trabalho, bem como o seu impacto e a sua relação com o seu domínio científico e a sociedade.

O **UAciência** tem contribuído, à sua medida, para a abertura de canais de comunicação entre a academia e a sociedade. Este contributo foi reconhecido em 2015 pela Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica – Ciência Viva – com o *Prémio Ciência Viva Montepio Media*, que distingue um trabalho de mérito excepcional na divulgação da ciência e da tecnologia num órgão de comunicação social português.

Esta coletânea de textos, publicados entre 2012 e 2019, sobre uma grande variedade de temas científicos nas ciências do Ambiente, da Terra e da Vida, visa: i) conferir carácter duradouro a publicações originalmente efémeras; ii) comunicar à sociedade, através das escolas e das bibliotecas, a ciência que se faz (e quem a faz) na UAç; e iii) contribuir para o incremento da literacia e cultura científicas da sociedade.

E, assim, damos a conhecer uma parte do projeto **UAciência**. Como queremos continuar este projeto, também já começámos a trabalhar numa coletânea que incluirá os outros artigos, de outras áreas científicas em atividade na UAç, publicados entre 2012 e 2019.

Até breve!

Armando Rodrigues, Luís Mendes Gomes

Introduction

The production and dissemination of knowledge through scientific journals, necessarily in English, is today the main way for the recognition and obtaining of academic authority and prestige.

The publish or perish reality was imposed in all sciences and geographies, leading to divestment in scientific publications in other languages and, thus, eliminating communication channels between scientific institutions and the societies in which they operate.

*The **UAciência** project arises in January 2012, in a partnership between the University of the Azores (UAc) and the Açores Magazine, with the main objective of opening a standing communication space between scientists and society.*

*In its nine years of existence, around 200 articles have been published in **UAciência**, including articles from all scientific areas of the UAc.*

Between 2014 and 2016 UAciência also had a version in a 20-minute radio podcast, with a fortnightly periodicity, in association with the Açores TSF radio. In each podcast, a scientist, interviewed by a journalist and a colleague, presented his work, as well as the impact and relationship of it with his scientific domain and society.

UAciência has contributed, to its extent, to open communication channels between academia and society. This contribution was recognized in 2015 by the National Agency for Scientific and Technological Culture - Ciência Viva - with the Ciência Viva Montepio Media Award, which distinguishes a work of exceptional merit in the dissemination of science and technology in the Portuguese media.

This articles collection, published between 2012 and 2019, on a wide variety of topics in the sciences of the Environment, Earth and Life, aims to: i) give a lasting character to originally ephemeral publications; ii) communicate to society, through schools and libraries, the science that is done (and who does it) in the UAc; and iii) to contribute to the increase of society's scientific literacy and culture.

We present a part of the UAciência project. As we want to continue this project, we have also working on a collection that will include the other articles, from other scientific areas of the UAc, published between 2012 and 2019.

See you later!

Armando Rodrigues, Luís Mendes Gomes

Agradecimentos

Aos 86 autores de 96 artigos publicados neste volume, o nosso reconhecimento pelo interesse, disponibilidade e empenho em divulgar e promover a sua investigação tal como a fazem dia-a-dia na nossa Universidade, num valioso contributo para o conhecimento científico, nas áreas das Ciências do Ambiente Naturais (41 artigos), da Vida (40 artigos) e da Terra (14 artigos). Bem hajam!

Agradecemos à direção do jornal Açoriano Oriental – o jornal mais antigo de Portugal – a receptividade e o interesse que, em 2012, manifestou em receber uma iniciativa pioneira e inovadora nos Açores, para publicar artigos de divulgação científica, reescritos a partir de trabalhos académicos, muitos deles publicados em revistas e conferências científicas nacionais e internacionais.

Agradecemos os prestigiosos testemunhos deixados pela Presidente da Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica - Ciência Viva, Rosalia Vargas, e pelo Diretor do Açoriano Oriental, Paulo Simões.

Agradecemos à Camila Cota – a nossa jovem estudante de artes e *design* – a magnífica recriação fotográfica da fachada do Edifício do Complexo Científico da Universidade dos Açores e as sugestivas ilustrações que separam as 3 secções do livro.

E, por último, agradecemos à Direção Regional da Ciência e Tecnologia do XII Governo Regional dos Açores o imprescindível apoio financeiro para imprimir em papel este livro, no âmbito do programa PRO-SCIENTIA no Eixo 3 “Qualificar” e na Ação 3.3 “Incentivar a produção, formação e divulgação científica especializada”.

Índice

UAciência	23
Universidade dos Açores	23
36 anos de Investigação Científica	23
Ciências do Ambiente	25
Os sete pecados na conservação dos invertebrados	27
Pedro Cardoso, Paulo Borges	27
Ribeiras açorianas	31
Um património a preservar.....	31
Pedro Raposeiro.....	31
Equinodermes.....	35
Sentinelas da saúde ambiental.....	35
Joana Micael, Nuno Silva.....	35
Pedestrianismo.....	39
Uma actividade com futuro nos Açores	39
Maria A. Ventura, Rose E. Queiroz, Luís Silva.....	39
Espécies bioindicadoras na conservação da biodiversidade dos Açores	43
Metodologias de avaliação de impacte ambiental na gestão dos recursos naturais dos Açores ...	43
José A. P. Marcelino, Luís Silva, Patrícia Garcia, Everett Weber, António O. Soares.....	43
O papel das organizações não governamentais de ambiente na sustentabilidade do turismo em ilhas	47
Deborah Estima, Maria A. Ventura, Andrea Rabinovici, Filomena Martins	47
Efeitos da urbanização nos ecossistemas costeiros.....	51
Eva Cacabelos.....	51
Estudando e valorizando os cetáceos dos Açores	55
Arianna Cechetti, Marc Morrón, José Azevedo.....	55
Solos vulcânicos.....	59
Vulnerabilidade à poluição agrícola	59
Carolina Parelho	59
PaleoParque Santa Maria	63
Equivalente paleontológico das “Reservas da Biosfera” da UNESCO.....	63
Sérgio Ávila.....	63
Cartografia de vegetação invasora nos Açores	67
Imagens de satélite como solução barata e eficiente.....	67
Artur Gil	67
Pombo-torcaz dos Açores	71
Uma ave para gerir e conservar	71
Amélia Fonseca, David Gonçalves, Rémi Fontaine, Tiago Rodrigues, Verónica Neves.....	71

Espaço marítimo nacional.....	75
A academia no debate das políticas públicas	75
Helena Calado.....	75
A reserva ecológica nacional aplicada ao contexto dos Açores	79
Marta Vergílio	79
Energia e alterações climáticas.....	83
Caso de estudo – Açores	83
Maria G. Meirelles, Helena C. Vasconcelos	83
Poderá a valorização energética da biomassa contribuir para a contenção das plantas exóticas invasoras?	87
Luís Silva	87
Paleolimnologia nos Açores	91
A história ambiental escondida no fundo das lagoas.....	91
Vitor Gonçalves, Pedro Raposeiro	91
A importância dos estudos de impacto das atividades turísticas sobre os padrões comportamentais dos cetáceos.....	95
Arianna Cecchetti, José Azevedo	95
Alterações climáticas	99
Perante o presente, repensar o futuro	99
Maria G. Meirelles.....	99
Contributos científicos para um desenvolvimento (mais) sustentável nas Regiões Ultraperiféricas Europeias (RUP).....	103
Artur Gil.....	103
Hortas urbanas.....	107
Um fator de sustentabilidade ambiental, social e económica ou um perigo para a saúde?.....	107
Armando Rodrigues.....	107
Alterações Climáticas.....	111
O Valor Estratégico da Região Açores	111
Paulo Fialho.....	111
Decomposição de detritos vegetais em sistemas aquáticos insulares	115
Impacto das alterações ambientais no funcionamento dos ecossistemas.....	115
Pedro Raposeiro, Vítor Gonçalves	115
Mergulho com tubarões nos Açores.....	119
Uma alternativa sustentável?	119
Paulo Torres.....	119
Bathoidea (raias e jamantas)	123
Recursos vivos ao serviço do Homem e da saúde dos Oceanos	123
Paulo Torres.....	123

Impacte para o ecossistema e benefícios socioeconómicos da alga exótica <i>Asparagopsis armata</i> nos Açores.....	127
Eva Cacabelos, João Faria, Afonso Prestes, Ana Neto	127
Caraterização ecológica como ferramenta para a valorização de áreas naturais não protegidas	131
Rúben Rego	131
Refletindo os multiusos nos mares europeus	135
Marta Vergílio, Mario Caña, Helena Calado	135
Química verde.....	139
Uma alternativa ecológica?	139
Gonçalo Rosa.....	139
A Doença da Volta.....	143
Um caso de geomedicina nos Açores.....	143
Armando Rodrigues	143
MACBIOBLUE	147
Biotechnologia azul na Macaronésia	147
Maria C. Barreto	147
Alterações climáticas?.....	151
Os fósseis podem dizer-lhe o que esperar de um futuro mais quente	151
Sérgio Ávila.....	151
Solos vulcânicos.....	155
Um tesouro negro.....	155
Carolina Parelho	155
Valorização da biomassa na gestão de plantas invasoras lenhosas	159
O caso de <i>Pittosporum undulatum</i> nos Açores	159
Lurdes B. Silva, Luís Silva	159
Contributos de Gaspar Frutuoso para o conhecimento das águas interiores dos Açores	163
Vítor Gonçalves, Pedro Raposeiro	163
A aplicabilidade de ferramentas de modelação no estudo da distribuição potencial de espécies florestais nos Açores	167
Lara D. Silva, Luís Silva	167
Desenvolvimento sustentável e qualidade da água para consumo humano	171
Sílvia Quadros.....	171
Joaninhas dos Açores	175
Um projeto de Ciência Cidadã na Região.....	175
Renato Calado.....	175
Desta água (não) beberei?.....	179
Modelos de correlação identificados entres dados biológicos e meteorológicos – Lagoas de S. Miguel.....	179
Maria G. Meirelles, Afonso S. Pinto, João Lopes	179

Saudades da Terra.....	183
Uma leitura geográfica.....	183
João Porteiro.....	183
Projeto Tartaruga Boa Vista	187
A união que faz a força.....	187
Daniela Gabriel	187
Ciências da Vida	191
Engenharia biológica.....	193
Uma ferramenta para a conservação.....	193
Gustavo Martins	193
Fontes hidrotermais	197
Laboratórios naturais de acidificação oceânica.....	197
Ruben Couto.....	197
Pode a competição por ninhos afectar a monogamia genética dos cagarros?	201
Joël Bried	201
Doença de Machado-Joseph.....	205
Ratinho transgénico revela alterações relacionadas com a produção de energia das células.....	205
Manuela Lima.....	205
Fulho	209
Ecologia alimentar e distribuição no mar de uma ave marinha pouco conhecida	209
Verónica Neves, Joël Bried.....	209
Fasciose hepática bovina.....	213
Potencial moluscicida das plantas	213
Armindo Rodrigues.....	213
Os Robinson Crusoe dos Açores.....	217
Sérgio Ávila	217
Conectividade marinha em crustáceos.....	221
Implicações para a sua conservação	221
João Faria	221
Introdução da térmita da madeira seca <i>Cryptotermes brevis</i> (Walker) nos Açores.....	225
Maria T. Ferreira, Paulo Borges, Rudolf Scheffrahn.....	225
Bactéria açoriana ativa contra mosquitos vetores de infeções	229
Nelson Simões, Mário Teixeira.....	229
Algas dos Açores	233
Do mar para o prato!	233
Rita F. Patarra	233
Pisco-de-peito-ruivo	237
Uma das aves nativas mais recentes nos Açores	237
Pedro Rodrigues	237

Caracóis endémicos dos Açores	241
Estivação como mecanismo de resposta aos fatores ambientais.....	241
Ana Ferreira, Regina Cunha, António Frias Martins, Armindo Rodrigues.....	241
Bactéria isolada nos Açores produz celulase com potencial biotecnológico	245
Natesan Balasubramanian, Nelson Simões.....	245
Células de revestimento bucal biomarcadores de poluição do ar	249
Armindo Rodrigues, Patrícia Garcia.....	249
Doença de Machado-Joseph	253
À procura de biomarcadores moleculares.....	253
Manuela Lima, Mafalda Raposo, Jácome Bruges-Armas, João Vasconcelos.....	253
Cultivo de macroalgas	257
Que futuro?.....	257
Rita F. Patarra.....	257
Lapas: pequenas ‘Ilhas’ de diversidade	261
Gustavo Martins, João Faria.....	261
Algas coralinas nos Açores	265
Um mundo a descobrir.....	265
Ruben Couto.....	265
Ratos	269
Bioindicadores da qualidade do ar.....	269
Ricardo Camarinho, Patrícia Garcia, Armindo Rodrigues.....	269
Cádmio	273
Um inimigo silencioso à espreita.....	273
Maria A. Dionísio.....	273
Da investigação aos ensaios clínicos	277
Desafios e oportunidades para a doença de Machado-Joseph.....	277
Mafalda Raposo, João Vasconcelos, Manuela Lima.....	277
Vale um caracol!	281
Repondo a verdade e a justiça.....	281
António Frias Martins.....	281
Tubarões e raias	285
Um recurso dos Açores a proteger?.....	285
Paulo Torres.....	285
Fatores ambientais e infertilidade masculina	289
O ratinho doméstico como caso de estudo.....	289
Armindo Rodrigues.....	289
<i>Lactuca watsoniana</i> Trel. a alfacinha açoriana	293
Elisabete Dias, Luís Silva, Mónica Moura.....	293

Como escolhem as cagaras o seu par?	297
Cristina Nava, Verónica Neves	297
Biodisponibilidade ambiental de iodo	301
O caso dos Açores.....	301
Diana Linhares, Patrícia Garcia, Armindo Rodrigues	301
Rodólitos em ilhas oceânicas.....	305
Sérgio Ávila	305
Conhecer para proteger	309
Monitorização da distribuição e abundância de artrópodes endémicos das florestas naturais dos Açores.....	309
Paulo Borges.....	309
De Mendel à genómica	313
A genética humana no século XXI.....	313
Manuela Lima	313
A aplicação da dendrocronologia na gestão de florestas invadidas pelo incenso (<i>Pittosporum undulatum</i>).....	317
Lurdes B. Silva	317
Iodo e Selénio na linha da frente como minerais essenciais. Será que ingerimos o suficiente?	321
.....	321
Diana Linhares.....	321
A fasciolose bovina nos Açores	325
Uma doença emergente ou reemergente?.....	325
Ricardo Barbosa	325
Resistência a antibióticos	329
Um problema de saúde pública, animal e ambiental	329
Carolina Parelho, Armindo Rodrigues, Patrícia Garcia.....	329
Caminhar sobre as águas	333
Verónica Neves	333
A alfacinha dos Açores (<i>Lactuca watsoniana</i>) e sua relação com as alfaces do mundo.....	337
Elisabete Dias, Luís Silva, Mónica Moura	337
Microbioma do solo e agricultura sustentável	341
Maria C. Barreto	341
O disfarce perfeito.....	345
Novas algas do Indo-Pacífico imitam corais e enganam predadores.....	345
Daniela Gabriel	345
Estudo dendrocronológico do loureiro, uma espécie dominante nos Açores.....	349
Lurdes B. Silva, Luís Silva.....	349

Ciências da Terra	353
Fluxo de CO ₂ em ambientes vulcânicos.....	355
Da monitorização sismovulcânica aos impactos climáticos	355
Fátima Viveiros.....	355
Águas subterrâneas	359
Um recurso natural estratégico nos Açores.....	359
José V. Cruz.....	359
O vulcanismo submarino	363
Um importante fenómeno geológico nos Açores.....	363
José Pacheco.....	363
Polição difusa da água subterrânea por atividades agrícolas	367
José V. Cruz.....	367
Sismos	371
Onde e como se formam?	371
Rita Marques	371
Os movimentos de vertente e a sociedade	375
Rui Marques	375
Paleossismologia	379
Estudar os sismos do passado para conhecer os sismos do futuro	379
Ana Hipólito	379
Caldeiras vulcânicas dos Açores	383
Processos de formação e erupções associadas	383
Adriano Pimentel.....	383
A utilização do gás radioativo radão (²²²Rn) para monitorizar o Vulcão das Furnas	387
Catarina Silva.....	387
Fajã dos Milagres	391
O desvendar da formação de fajãs detriticas com sistemas lagunares.....	391
Carlos S. Melo, Ricardo S. Ramalho, Paulo A. Borges.....	391
Fumarolas	395
Janelas para o interior da Terra.....	395
Fátima Viveiros.....	395
Libertação de dióxido de carbono em lagos dos Açores	399
Testemunhos de vulcanismo	399
César Andrade, José V. Cruz, Fátima Viveiros	399
Apostar na energia geotérmica na Região Autónoma dos Açores	403
António Trota.....	403
Projeto QUAKEWATCH	407
Sistema de Informação e Vigilância Sísmica para Mitigação do Risco Sismovulcânico nos Açores	407
Rui Marques	407

Índice de Autores

Andrade	César	.....	399
Ávila	Sérgio	.....	63,151,217,305
Azevedo	José	.....	55,95
Balasubramanian	Natesan	.....	245
Barbosa	Ricardo	.....	325
Barreto	Maria C.	.....	147,341
Borges	Paulo	.....	27,225,309
Borges	Paulo A.	.....	391
Bried	Joël	.....	201,209
Bruges-Armas	Jácome	.....	253
Cacabelos	Eva	.....	51,127
Calado	Helena	.....	75,135
Calado	Renato	.....	175
Camarinho	Ricardo	.....	269
Caña	Mário	.....	135
Cardoso	Pedro	.....	27
Cecchetti	Arianna	.....	55,95
Couto	Rúben	.....	197,265
Cruz	José V.	.....	359,367,399
Cunha	Regina	.....	241
Dias	Elisabete	.....	293,337
Dionísio	Maria A.	.....	273
Estima	Deborah	.....	47
Faria	João	.....	127,221,261
Ferreira	Ana	.....	241
Ferreira	Maria T.	.....	225
Fialho	Paulo	.....	111
Fonseca	Amélia	.....	71
Fontaine	Rémi	.....	71
Gabriel	Daniela	.....	187,345
Garcia	Patrícia	.....	43,249,269,301,329
Gil	Artur	.....	67,103
Gonçalves	David	.....	71
Gonçalves	Vítor	.....	91,115,163
Hipólito	Ana	.....	379
Lima	Manuela	.....	205,253,277,313

Linhares	Diana	.....	301,321
Lopes	João	.....	179
Marcelino	José A. P.	.....	43
Marques	Rita	.....	371
Marques	Rui	.....	375,407
Martins	António Frias	.....	241,281
Martins	Filomena	.....	47
Martins	Gustavo	.....	193,261
Meirelles	Maria G.	.....	83,99,179
Melo	Carlos S.	.....	391
Micael	Joana	.....	35
Morrón	Marc	.....	55
Moura	Mónica	.....	293,337
Nava	Cristina	.....	297
Neto	Ana	.....	127
Neves	Verónica	.....	71,209,297,333
Pacheco	José	.....	363
Parelho	Carolina	.....	59,155,329
Patarra	Rita F.	.....	233,257
Pimentel	Adriano	.....	383
Pinto	Afonso S.	.....	179
Porteiro	João	.....	183
Prestes	Afonso	.....	127
Quadros	Silvia	.....	171
Queiroz	Rose E.	.....	39
Rabinovici	Andrea	.....	47
Ramalho	Ricardo S.	.....	391
Raposeiro	Pedro	.....	31,91,115,163
Raposo	Mafalda	.....	253,277
Rego	Rúben	.....	131
Rodrigues	Armindo	.....	23,107,143,213,241,249,269,289,301,329
Rodrigues	Pedro	.....	237
Rodrigues	Tiago	.....	71
Rosa	Gonçalo	.....	139
Scheffrahn	Rudolf	.....	225
Silva	Catarina	.....	387
Silva	Lara D.	.....	167
Silva	Luís	.....	39,43,87,159,167,293,337,349

Silva	Lurdes B.	.....	159,317,349
Silva	Nuno	.....	35
Simões	Nelson	.....	229,245
Soares	António O.	.....	43
Teixeira	Mário	.....	229
Torres	Paulo	.....	119,123,285
Trota	António	.....	403
Vasconcelos	Helena C.	.....	83
Vasconcelos	João	.....	253,277
Ventura	Maria A.	.....	39,47
Vergílio	Marta	.....	79,135
Viveiros	Fátima	.....	355,395,399
Weber	Everett	.....	43

UAciência

Universidade dos Açores

36 anos de Investigação Científica

Este é um novo espaço dedicado à divulgação da investigação científica que se faz na Universidade dos Açores (UA), a *nossa* universidade. A porta que permitirá a entrada de cada um de vós nos nossos laboratórios e outros espaços de investigação, vai depender da nossa capacidade de comunicação e da vossa curiosidade e queremos que ela seja cada vez mais larga e que esteja sempre aberta.

A investigação científica vive hoje uma certa crise existencial: ou ser movida pela curiosidade do investigador ou pela necessidade urgente de contribuir activamente para a economia das regiões. Se num passado relativamente recente a interacção entre a investigação e a actividade económica e social era aparentemente residual, hoje assistimos a uma reinvenção das instituições de investigação e desenvolvimento, na ânsia de responder às questões de uma sociedade que funciona com novas regras no domínio da economia.

No entanto, não nos parece que esta alteração de paradigma deva ser levada ao extremo, com a redução para níveis diminutos da investigação fundamental, esta sim, movida essencialmente pela curiosidade do cientista. É desta actividade que surgem os resultados imprevisíveis, os Cisnes Negros, que permitiram à humanidade dar saltos sociológicos que marcaram para sempre a sua história. A este respeito, Nassim Nicholas Taleb, autor da obra *“O Cisne Negro – O Impacto do Altamente Improvável”*, defende que a estratégia na actividade de investigação científica deve depender menos do planeamento *do topo para a base* e concentrar-se ao máximo em tarefas aparentemente sem um objectivo preciso. É que no domínio das descobertas científicas existe uma recompensa desproporcionada do desconhecido, uma vez que haverá pouco a perder e muito a ganhar com um acontecimento raro, um Cisne Negro. Façamos um pequeno exercício para nos recordarmos de algumas das descobertas científicas mais relevantes do século XX, e que ainda hoje se reflectem no conforto do nosso dia-a-dia ... foram, com toda a certeza, muito mais movidas pela liberdade de pensamento dos seus autores do que pelas pressões económicas da época. Incompreendidos, de utilidade duvidosa, e tidos como excêntricos na sua época são hoje reconhecidos por nós como vultos que marcaram o percurso da humanidade.

Porém, as comunidades académicas e científicas não podem ser o objecto, em si mesmo, das políticas científicas das nações ou das regiões, mas são seguramente um dos seus instrumentos, que garante, facilita e colabora na prossecução dos seus grandes objectivos e, portanto, um pilar incontornável do desenvolvimento das sociedades.

A Universidade dos Açores tem 36 anos de história. Trinta e seis anos de actividade científica cujo objecto de estudo privilegiado foram os Açores, as suas gentes, as suas

actividades económicas e culturais e o seu património natural. Trinta e seis anos de um enorme esforço de internacionalização – os estudos desenvolvidos só serão ciência se tiverem qualidade suficiente para passarem pelos filtros de padrões internacionais, ombreando com o que de melhor se faz nas várias áreas do saber. Hoje, o objectivo de qualquer cientista da Universidade dos Açores é publicar os seus estudos em jornais internacionais, competindo e estabelecendo parcerias num espaço científico à escala global. No biénio 2010-2011 os cientistas da UAc publicaram cerca de duas centenas e meia de estudos em jornais internacionais. De realçar que, embora a UAc não seja das instituições com maior produção científica a nível nacional, é a que apresenta os melhores indicadores entre as instituições de Ensino Superior Público portuguesas, quer ao nível do número de colaborações internacionais, quer ao nível da proporção de publicações em revistas de maior prestígio internacional (indicador SJR). É esta investigação científica, desenvolvida nos vários domínios de actuação da nossa universidade, da Biologia à Saúde, dos Mares aos Vulcões, da Matemática e da Física, da Agronomia à Biotecnologia, da Sociologia e da Economia, da História e da Literatura, que vos traremos através deste espaço.

Estaremos aqui, quinzenalmente, para vos trazer os mais recentes avanços da ciência que se faz na Vossa Universidade, nos Açores, sobre os Açores, para os Açores e para o mundo.

Ponta Delgada, 8 de janeiro de 2012.



Ciências do Ambiente

Os sete pecados na conservação dos invertebrados

Pedro Cardoso, Paulo Borges

1 de abril de 2012



"Se os humanos desaparecessem amanhã, o mundo continuaria com poucas mudanças. Mas se os invertebrados desaparecessem, duvido que a espécie humana pudesse durar mais que alguns meses". Foi assim que o biólogo Edward Wilson enfatizou a importância dos invertebrados (insetos, aranhas, moluscos, entre outros) para a nossa espécie. Basta pensar nos insetos polinizadores, nos moluscos e crustáceos comestíveis ou nas tarefas de formação e arejamento dos solos executadas pelos anelídeos. Nos Estados Unidos, os insetos sozinhos produzem serviços no valor de 50 mil milhões de euros anualmente.



Este valor representa quase um terço do PIB de Portugal em 2011, sendo que ainda nenhum estudo a este nível foi feito no nosso país ou nos Açores. No entanto, apesar da sua importância, os invertebrados têm sido insistentemente esquecidos nas políticas de conservação da

biodiversidade a nível global e estima-se que oito espécies se extingam por dia. As causas para o seu esquecimento podem ser resumidas em sete:

- I. O público em geral não conhece as espécies e os serviços que elas providenciam. Como consequência, temos a tendência para achar que não é necessário protegê-las. Apenas com melhor informação e marketing será possível vencer este problema.
- II. Os poderes públicos assumem que protegendo os habitats de algumas espécies-alvo, principalmente mamíferos e aves, estaremos a proteger toda a restante biodiversidade. No entanto, esta estratégia é na maioria dos casos errada. A listagem e proteção legal das espécies de invertebrados em perigo e a sua inclusão em estudos de impacto ambiental pode ajudar a colmatar as lacunas existentes.
- III. A taxonomia (ciência que descreve as novas espécies) e a ecologia clássica são cada vez mais vistas como ciências do passado, recebendo financiamento limitado. Este tipo de trabalhos é cada vez mais feito por amadores, integrados em projetos científicos ou não, ajudados em muitos casos pela profusão de ferramentas informáticas que ajudam nesta tarefa.
- IV. A maioria das espécies de invertebrados ainda está por descobrir. Apenas conhecemos entre 10 e 50% das espécies existentes, as restantes aguardam que alguém as descubra e lhes dê um nome. Recorre-se muitas vezes a grupos indicadores que podem dar uma ideia da diversidade geral, no entanto apenas um investimento na taxonomia e publicações desta especialidade pode resolver o problema.
- V. A distribuição da maioria das espécies é desconhecida. Para muitas apenas temos uma ideia de onde possam existir, e este conhecimento é fragmentário, com falhas que podem levar à não proteção de muitas áreas ricas em espécies raras. O financiamento de inventários a grande escala, a compilação de dados em bases de

dados públicas e a modelação da distribuição de espécies são algumas das soluções apontadas.

VI. Dados de abundância no espaço e no tempo são raros. Dado o tamanho da maioria dos invertebrados, estes dados são na verdade muito difíceis de obter e na maioria dos casos apenas possíveis em termos relativos. A standardização de protocolos de inventariação, a sua adoção por diferentes equipas e o apoio às coleções de história natural podem solucionar este problema.

VII. As diversas formas de vida, papéis no ecossistema e conseqüentemente a sensibilidade dos invertebrados às mudanças no habitat são geralmente



desconhecidas. Há no entanto grupos de espécies mais sensíveis que podem servir de alerta e podem-se estudar taxas de extinção por meios indiretos, por exemplo, vendo diferenças na composição entre reservas naturais de diferentes tamanhos.

Nos Açores felizmente muito se tem feito e é esta uma das regiões onde mais conhecimento se tem a nível global. Ver por exemplo o Portal da

Biodiversidade dos Açores (<http://www.azoresbioportal.angra.uac.pt>) que divulga muita da informação sobre a distribuição dos invertebrados dos Açores. Muitas das nossas espécies únicas estão ainda prestes a ser protegidas legalmente, algo único no país (Como bom exemplo temos o TOP100 das espécies ameaçadas da Macaronésia).

Para ultrapassar as sete limitações acima listadas o Grupo da Biodiversidade dos Açores (CITA-A) tem vindo a conduzir desde 1999 estudos padronizados para conhecer a distribuição e abundância dos artrópodes nas florestas nativas dos Açores. Como resultado desses estudos foi possível integrar por exemplo o Pico Alto, em Santa Maria, na área protegida desta ilha e adicionar mais algumas pequenas áreas no sistema de áreas protegidas dos Açores.

No fundo, é fácil proteger os invertebrados. E apenas

salvando-os estaremos a garantir o futuro não só da restante biodiversidade, como o nosso próprio bem-estar.



Ribeiras açorianas

Um património a preservar

Pedro Raposeiro

14 de outubro de 2012



Os ecossistemas aquáticos são um elemento constante na paisagem açoriana, onde as linhas de água cobrem praticamente toda a sua área territorial. Os cursos de água açorianos caracterizam-se por nascerem nas cumeeiras de grandes centros eruptivos caindo drasticamente em altitude numa distância muito curta até à orla marítima. No último século, os problemas ambientais nas ribeiras dos Açores têm aumentado significativamente devido às pressões exercidas pelas actividades humanas, mas também devido às alterações climáticas que se verificam na actualidade, tornando a água cada vez mais um recurso natural inestimável. Trata-se de um recurso essencial à vida humana; sendo fundamental para o desenvolvimento sócio-económico (criação e manutenção de riqueza), também é vital como suporte para todos os ecossistemas globais. Algumas ribeiras açorianas manifestam sinais de degradação na quantidade e qualidade da água, com reflexos na sua composição biológica e funcionamento ecológico. A fragilidade natural que os ecossistemas insulares apresentam, o seu excepcional património natural, os serviços por eles prestados à população, e o número elevado de endemismos, tanto no meio aquático como na bacia hidrográfica envolvente, tornam os ecossistemas aquáticos dos Açores particularmente vulneráveis aos impactes humanos.

Recentemente, a administração regional reconheceu a importância da protecção e gestão dos ecossistemas aquáticos como um todo, aplicando planos estratégicos e legislação europeia, nomeadamente, a Directiva Quadro da Água (instrumento legal primordial na protecção dos ecossistemas aquáticos europeus - DQA). A DQA têm como principal objectivo a protecção e a gestão dos recursos hídricos ao nível da bacia hidrográfica, abrangendo as

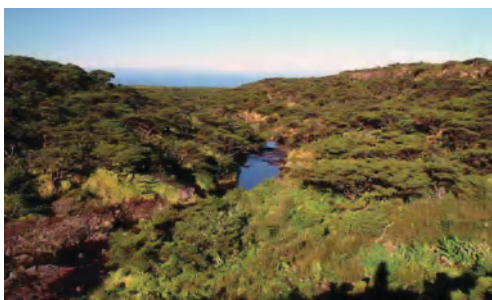


Figura 1 - Ribeira da Badanela - Ilha das Flores

componentes hidromorfológicas, físico-químicas e biológicas para as massas de água superficiais, determinando que estas devem possuir, pelo menos um Bom Estado Ecológico em 2015.

É neste contexto que surge pela primeira vez o conceito de “estado ecológico” que permite ultrapassar as limitações decorrentes da avaliação da qualidade dos ecossistemas com base unicamente em parâmetros físico-químicos (que apenas nos dão uma imagem isolada no momento da análise). O estado ecológico de um determinado local, deve avaliar em que medida a estrutura biológica e o funcionamento do ecossistema se afasta das situações de referência quando esse local se encontra sujeito a pressões antrópicas. A permanência dos organismos aquáticos nos seus habitats naturais permite que a comunidade amostrada num dado momento reflecta o passado ecológico desse local. Complementarmente, a mobilidade, característica da fauna aquática, permite que organismos amostrados num dado local possam também reflectir as condições ecológicas de áreas mais vastas, como o troço ou a bacia. Neste sentido poderemos

dizer que as comunidades aquáticas são integradoras espaciais e temporais das condições ecológicas.

Nas ribeiras açorianas, foram escolhidos os macrófitos, fitobentos e invertebrados bentônicos como os elementos biológicos para a avaliação da qualidade dos ecossistemas. Estes organismos são considerados bons indicadores da qualidade da água pois apresentam uma multiplicidade de níveis de tolerância às pressões humanas.

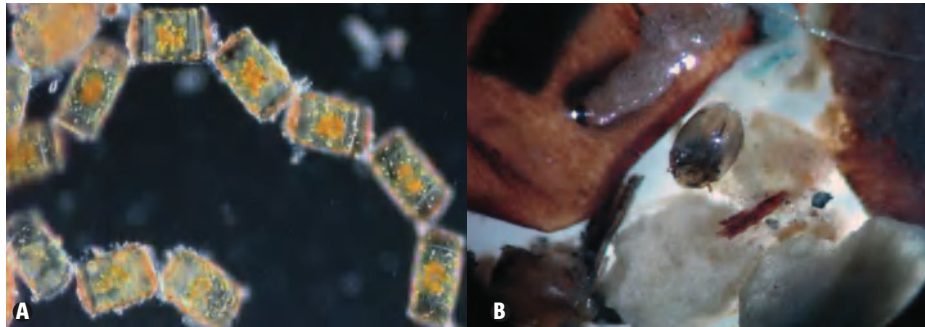


Figura 2 - Elementos biológicos para a avaliação da qualidade dos ecossistemas: A) fitobentos - *Orthoseira roseana*; B) invertebrados bentônicos - *Chironomidae*

Estas comunidades apresentam ainda uma multiplicidade de características ecológicas; muitas espécies têm preferências por habitats específicos, geralmente associados a características morfológicas dos ecossistemas aquáticos, reflectindo, não só as características físico-químicas da água, como também a sua morfologia. No entanto, o estudo destas comunidades pode ser muito complexo, especialmente em ilhas, onde as comunidades nativas das ribeiras são bastante simples em termos estruturais, com pouca resiliência a perturbações tornando-as altamente vulneráveis a factores que provocam alterações ambientais, tornando-se um desafio constante no desenvolvimento de sistemas de monitorização biológica para estas ilhas atlânticas que têm sido debatidas em congressos e artigos internacionais da especialidade por investigadores da Universidade dos Açores.

Assim, o aumento do conhecimento científico desenvolvido na UAç sobre as comunidades biológicas nas ribeiras dos Açores é de extrema importância numa vez que, ajudará a apoiar a investigação actual e futura dos ecossistemas ribeirinhos dos Açores, sendo fundamental para proporcionar a base científica de apoio à gestão e conservação (planos de conservação e gestão, implementação de programas de monitorização), permitindo uma gestão consciente, sustentável e eficaz da água nas ilhas do arquipélago.

Equinodermes

Sentinelas da saúde ambiental

Joana Micael, Nuno Silva

14 de abril de 2013



A resistência de bactérias a antibióticos tem vindo a ser progressivamente detetada em diferentes habitats. Esta ocorrência está geralmente relacionada com o uso intensivo de fármacos antibacterianos em diversas atividades humanas, tais como na produção animal e pode ter como consequência o aparecimento e a disseminação de estirpes resistentes a antibióticos, em animais selvagens. Os agentes antibacterianos exercem uma pressão de seleção, não apenas em bactérias patogénicas, mas também na microflora normal do tracto intestinal dos animais. Por sua vez, o tracto intestinal poderá representar um reservatório de genes resistentes a bactérias patogénicas e oportunistas. Assim que entram num ecossistema, os antibióticos podem atuar como um fator ecológico, eliminando as espécies e as estirpes mais suscetíveis e promovendo as mais resistentes.

Nos últimos anos, diversos trabalhos têm-nos alertado para a disseminação de *Enterococcus* spp resistentes à vancomicina (VRE) e de *Escherichia coli* resistentes às beta-lactamases de largo espectro (ESBL) provenientes de animais de produção (domésticos) e animais selvagens de diferentes zonas da Europa. Esta ocorrência deve-se provavelmente à utilização de agentes antimicrobianos em abordagens profiláticas e terapêuticas em animais de produção e ao facto de os animais selvagens descritos nestes estudos habitarem áreas muito próximas dos grandes centros urbanos e/ou de quintas de produção pecuária intensiva.

O aumento da resistência de *Enterococcus* spp. a fármacos comumente utilizados tanto na saúde humana como no sector veterinário é uma das principais ameaças mundiais à saúde pública. Por exemplo, as bactérias *Enterococcus* spp. multi-resistentes têm sido



Figura 2 - Material utilizado no laboratório para o processamento das amostras

identificadas como os mais importantes agentes patogénicos responsáveis por infeções hospitalares (nosocomial) em humanos, tais como infeções do tracto urinário, bacteremia, endocardite, infeções pós-operatórias, etc. Diferentes tipos de resistência a glicopéptidos e os seus mecanismos bioquímicos têm sido descritos em enterococci: tipo adquirido (*vanA*, *vanB*, *vanD*, *vanE*, *vanG*, e *vanL*); e do tipo intrínseco de reduzido-nível (*vanC*, associado com espécies de *Enterococcus gallinarum* e *E. casseliflavus/ flavescens*). Diferentes fatores de virulência foram já identificados e incluem adesinas, feromonas sexuais, as enzimas líticas gelatinase e hialuronidase e a toxina citolisina.



Figura 1 - *Holothuria sanctori* e *Sphaerechinus granularis*

Diversas atividades humanas proporcionam o contacto com a vida selvagem, o que pode ter implicações diretas sobre os perfis de resistência a antibióticos das bactérias intestinais de animais selvagens, permitindo a disseminação de genes de resistência a antibióticos pelos habitats microbianos.

Uma vez que tem sido sugerido que pode haver uma correlação direta entre o nível de resistência aos antibióticos nas bactérias fecais de animais e o nível de contacto destes animais com seres humanos, as bactérias encontradas no ambiente podem ser utilizadas como "bactérias indicadoras" que permitem o acompanhamento da evolução da resistência aos antibióticos em diferentes ecossistemas, podendo mesmo representar um índice de poluição.



Figura 3 - *Sphaerechinus granularis*

O Centro de Investigação em Biodiversidade e Recursos Genéticos (CIBIO-Açores) sediado na Universidade dos Açores, tem a honra de colaborar com o Centro de Ciência Animal e Veterinária da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro num trabalho que tem como objetivo estimar a prevalência de bactérias com resistência a antibióticos em amostras fecais de diversos grupos de animais, terrestres e marinhos, presentes no Arquipélago dos Açores, caracterizar os perfis de resistência a antibióticos e os mecanismos implicados na sua resistência.

Equinodermes dos Açores: uma fonte inesperada de estirpes resistentes a antibióticos

Num total de 250 amostras fecais de equinodermes (ouriços-do-mar e pepinos-do-mar), colhidas junto à linha de costa nos três grupos das ilhas Açorianas, foram detetadas 154 amostras com actividade antimicrobiana. Os dados obtidos são fundamentais para perceber a disseminação de estirpes resistentes através dos ecossistemas marinhos assim como para perceber as possíveis implicações envolvidas na transferência dessas resistências a outros animais marinhos ou mesmo aos seres humanos.

O turismo de natureza (TN) é uma das actividades mais promissoras para integrar um modelo de desenvolvimento turístico para os Açores. Mas este tipo de turismo (e.g. ecoturismo, turismo de aventura) necessita de áreas protegidas (AP) para o seu pleno desenvolvimento. Cerca de 22% do território Açoriano possui um estatuto legal de protecção (DLR 26/2010/A; 12 de Ag.), tornando esta região numa séria candidata à implementação de actividades de TN. Mas é necessário aferir a compatibilidade entre turismo e conservação da natureza se queremos manter na região um turismo sustentável.

Não existindo nos Açores qualquer limitação no acesso às AP, é impossível monitorizar o



Figura 1 - Percurso homologado, Ponta Delgada - Fajã Grande (PR1FLO), Ilha das Flores

número diário de visitantes e o tipo de actividades aí praticadas. É pois possível que elas comecem a dar sinais de alguma degradação, resultante da visita e/ou prática de desportos de natureza. Com o intuito de perceber o estado real de conservação dos habitats prioritários da rede Natura 2000 (DH 92/43/CEE), que se encontram próximos de trilhos pedestres, planeámos este estudo realizado em 2 ilhas açorianas, S. Miguel e Flores, com uma extensão territorial e características de uso turístico diferenciadas. Em

2010 foram avaliados todos os percursos pedestres que cruzavam, ou se encontravam dentro, das AP mencionadas, tendo-se avaliado um total de 5 trilhos em S. Miguel e 3 nas Flores (Tab. 1; Fig. 1).

Tabela 1 - Localização, código e características dos trilhos pedestres avaliados, nas ilhas de São Miguel e Flores

Trilho	Acrónimo	Comp.(m)	Altitude (m)			Área Protegida
			Mín.	Média	Máx.	
São Miguel						
Praia-Lagoa do Fogo	PRC2SMI	6000	246	424	559	Lagoa do Fogo
Pico da Barrosa-Água de Pau	PRPBAP	6000	191	581	894	Lagoa do Fogo
Pico da Barrosa-Ribeira das 3 Voltas	PRPBRV	8000	246	481	900	Lagoa do Fogo
Lagoa do Fogo-Lombadas	PRLFL	6000	580	633	752	Lagoa do Fogo
Lagoa do Fogo-Circular	PRLFC	4000	580	587	702	Lagoa do Fogo
Flores						
Ponta Delgada-Fajã Grande	PR1FLO	12000	120	271	374	Costa Nordeste
Poça do Bacalhau	PR3FLO	7000	54	527	629	Morro Alto
Cedros-Ponta Ruiva	PRCPR	3500	238	266	315	Costa Nordeste

As comunidades vegetais dos Açores incluem espécies com diferente estatuto biogeográfico, com implicações diretas na sua conservação. Nelas existem: (i) espécies indígenas (as que chegaram ou se originaram nas ilhas, sem qualquer influência humana), das quais fazem parte as nativas (não são exclusivas das ilhas) e as endémicas (exclusivas das ilhas); (ii) espécies introduzidas (as que foram acidental ou deliberadamente introduzidas por actividades humanas), sendo umas naturalizadas (encontram-se plenamente estabelecidas com populações sustentáveis), e outras invasoras (aquelas que

possuem um impacto negativo na conservação das comunidades, uma vez que se estabeleceram e espalharam pelos habitats naturais).

Os trilhos foram amostrados com parcelas de 5X5 m, colocadas em pontos equidistantes (500 m) ao longo do trilho, posicionadas em 3 locais perpendicularmente ao trilho, distando 0, 10 e 20 m, da sua margem. Em cada parcela listaram-se os grupos de plantas vasculares encontrados (em geral a espécie ou o género), e estimou-se a percentagem de coberto vegetal (Fig. 2).

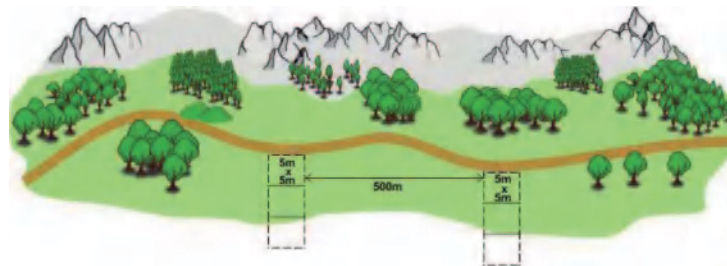


Figura 2 - Modelo da metodologia adotada para este trabalho

A análise da composição das comunidades vegetais encontradas indicou que estas se distribuíam de acordo com a altitude e o trilho, deixando antever que a composição dos povoamentos difere não só entre trilhos, mas também dentro de um mesmo trilho, de acordo com a altitude. Com o aumento da altitude, verificou-se uma redução na proporção de espécies introduzidas e a sua substituição por espécies indígenas. Os resultados evidenciam a existência de impactos resultantes da presença dos trilhos, uma vez que estes providenciam um habitat para as plantas diferente do das comunidades vegetais circundantes. Houve mesmo um decréscimo no número de espécies encontradas, das margens dos trilhos para o interior das comunidades vegetais. Mas quando olhamos para o estatuto de conservação destas espécies, verificamos que as que se encontram junto à margem do trilho são essencialmente espécies introduzidas, sendo progressivamente substituídas por espécies nativas à medida que nos afastamos do trilho. Este é um resultado esperado, na medida em que a dispersão de esporos e sementes de plantas, é muitas vezes feita pela circulação de pessoas e animais ao longo dos trilhos. Por outro lado, demonstra bem a importância de não sair dos trilhos nem abrir vias alternativas, na medida em que isso irá aumentar bastante a área de dispersão destas espécies, com consequências nefastas para o frágil equilíbrio dos ecossistemas locais.

Por fim, e dado que os trilhos com maior e menor riqueza de espécies cruzam uma mesma AP, este estudo sugere que fatores como a proximidade de estradas e o uso do solo nas áreas circundantes, serão mais determinantes para as diferenças encontradas do que a presença do trilho. O nosso estudo sugere também que o impacto resultante dos utilizadores dos trilhos é ainda reduzido, quando comparado com o de actividades que têm lugar em áreas próximas, tais como pastoreio, arroteamentos, ou presença de invasoras. Ainda assim, é aconselhável manter um plano de monitorização de longo prazo, que permita identificar ameaças potenciais resultantes do uso dos trilhos que cruzam AP.

Espécies bioindicadoras na conservação da biodiversidade dos Açores

Metodologias de avaliação de impacto ambiental na gestão dos recursos naturais dos Açores

José A. P. Marcelino, Luís Silva, Patrícia Garcia, Everett Weber, António O. Soares

21 de julho de 2013



As condições subtropicais do arquipélago dos Açores suportam a existência de florestas mistas e pristinas, algumas das quais com características únicas e de reconhecido valor conservacionista a nível internacional.

A agricultura intensiva operada nos últimos anos alterou, de forma drástica, a composição florística e faunística do arquipélago, criando paisagens altamente fragmentadas e a reconversão de florestas naturais para floresta de produção de *Cryptomeria japonica*, com impactes negativos diretos na biodiversidade insular.

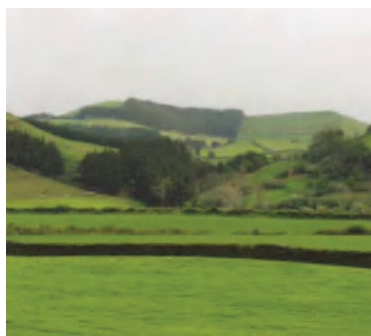
A perda de biodiversidade é um problema associado à perda de recursos naturais, devido aos impactes negativos que podem ocorrer ao nível das modificações nas redes tróficas e no equilíbrio ecológico, assim como é também um problema económico, associado à redução da resiliência dos ecossistemas, resultando em perdas de produtividade e/ou decréscimo do valor nutricional do coberto vegetal. A natureza financia a prosperidade económica das sociedades e a sua importância deve ser considerada nos cálculos económicos. Os serviços prestados pelos ecossistemas terrestres estão estimados em 19 Triliões € enquanto as perdas de biodiversidade apresentam perdas estimadas entre 1,35 a 3,1 Triliões €. Estes não são valores marginais, pelo que a importância da preservação da biodiversidade terrestre é reconhecida pela Convenção para a Diversidade Biológica e a Agência Ambiental Europeia.

A Universidade dos Açores, por via de projectos de investigação que desenvolve, tem



dado um importante contributo para a preservação dos ecossistemas dos Açores. Um exemplo vem do projecto *EDEN Habitats Açores*. Neste projecto foram desenvolvidas metodologias para assegurar a identificação, para 8 habitats tipo, naturais e agrícolas

(comunidades arbóreo-arbustivas e herbáceas), de espécies bioindicadoras chave (insectos, aranhas e plantas), bem como a criação e manutenção de uma Entomoteca da biodiversidade de invertebrados do arquipélago. A caracterização molecular de



bioindicadores complementa a coleção, repartida por 40 subcoleções por ilha e habitat dos Açores. A estrutura do projecto *EDEN Habitats Açores*, financiado pelo Fundo Regional Ciência e Tecnologia PROEMPREGO e pela Fundação Luso-Americana para o Desenvolvimento (FLAD) avalia o impacte da acção antropogénica nos ecossistemas insulares dos Açores, mediante a identificação e uso de espécies bioindicadoras e pretende a incorporação destes organismos nas metodologias

de análise e gestão de impacte ambiental e/ou nos processos de decisão económica e

governamental. A presença/ausência de um conjunto de organismos bioindicadores, estabelecidos para os habitats tipo dos Açores, permite efetuar, de forma expedita, a avaliação ecológica dos habitats, limitando assim a necessidade de uma caracterização profunda, morosa e custosa das comunidades bióticas presentes nos locais. Um dos resultados obtidos revelou que a presença de plantas bioindicadoras invasoras nas margens dos principais habitats tipo (i.e., floresta nativa, floresta de produção, floresta invasora, prado, pastagem, pomares e milho) é significativamente superior à observada no interior dos mesmos e, por esta razão, as margens destes habitats podem sustentar espécies com um grande poder de dispersão e competitividade em detrimento das espécies nativas do arquipélago. Verificou-se ainda, que apesar das pastagens serem usualmente consideradas como o tipo de habitat que alberga a maior abundância de invertebrados exóticos, este pode não ser o cenário mais correto quando também se consideram habitats arbóreos. Os pomares dos Açores apresentam uma maior abundância e diversidade de espécies exóticas, apesar de conterem diversas espécies nativas e endémicas, devendo, portanto, ser foco de maior atenção na gestão da biodiversidade nos Açores. Em contrapartida, a floresta de *Cryptomeria japonica*, apresenta um número residual de espécies endémicas (e também de espécies exóticas), diametralmente oposta ao número de espécies endémicas presente nas zonas pristinas do arquipélago.

O projecto *EDEN Habitats Açores* pretende contribuir para o estabelecimento das bases científicas ao desenvolvimento de metodologias de avaliação de risco de impacte ambiental, garantindo os benefícios económicos, ecológicos e turísticos dos habitats presentes nos Açores. Parte destas novas metodologias foram já publicadas na revista *Environmental Monitoring and Assessment* sob o título “Using species spectra to evaluate plant community conservation value along a gradient of anthropogenic disturbance”, disponível em livre acesso online.



O papel das organizações não governamentais de ambiente na sustentabilidade do turismo em ilhas

Deborah Estima, Maria A. Ventura, Andrea Rabinovici, Filomena Martins

13 de outubro de 2013



Cada vez mais o turismo vem-se configurando como um fenómeno global gerando impactos, tanto positivos como negativos, a nível social, ambiental e económico. As investigações realizadas têm o intuito de conhecer e gerir de forma sustentável essa atividade, destacando-se a necessidade do envolvimento dos setores público e privado, e da sociedade civil. Como parte integrante da sociedade civil, as Organizações Não-Governamentais de Ambiente (ONGAs) estão cada vez mais desenvolvendo ações ligadas ao turismo. Isso deve-se ao facto de o turismo se desenvolver fundamentalmente em ambientes naturais onde as ONGAs também atuam. Contudo, é necessário adotar formas de gerir adequadamente a atividade turística para evitar ou minimizar os efeitos negativos no ambiente natural, particularmente em áreas protegidas devido à sua fragilidade ambiental, mas também no património cultural e identidade das populações locais. Assim, devido ao importante papel que as ONGAs desempenham numa localidade, principalmente em territórios insulares, devem ser avaliadas, prestar contas à sociedade e ser transparentes nas suas ações e resultados.

No âmbito do curso de Doutoramento em Turismo da Universidade de Aveiro, e numa parceria com a Universidade dos Açores, decorre uma investigação financiada pelo Fundo Regional da Ciência (GRA), cujo objetivo é identificar o papel das ONGAs na



Figura 1 - Algar do Carvão, Ilha Terceira, Açores

sustentabilidade do turismo nos Arquipélagos dos Açores (Portugal) e de Fernando de Noronha (Brasil). A população investigada é composta pelos responsáveis das ONGAs nas duas regiões insulares, da Direção Regional do Turismo dos Açores, da Direção Regional do Ambiente e das Áreas Protegidas (Parques Naturais de Ilha), e de entidades governamentais similares no arquipélago brasileiro. A recolha de informação é feita através da realização de entrevistas colmatadas com observações *in loco*, o que possibilita um novo olhar sobre a atuação destas organizações, as quais são influenciadas diretamente pelos contextos social, político e ambiental, nos quais atuam. Isto

permitirá compreender as suas contribuições para o planeamento e desenvolvimento do turismo, delineando estratégias de cooperação que conduzam à sustentabilidade nestes destinos insulares.

O levantamento de dados está já concluído no Arquipélago de Fernando de Noronha,



Figura 2 - ONGA TAMAR, Fernando de Noronha, Brasil

Brasil, cujos resultados demonstram que as ONGAs trabalham em conjunto com a Administração da Ilha, os gestores das áreas protegidas, os operadores turísticos e a população local. Essa parceria possibilita que estas organizações contribuam bastante para o planeamento e gestão do turismo na ilha,

principalmente na gestão das áreas protegidas. Essa contribuição ocorre através da participação nas discussões sobre as medidas de ordenamento do turismo, na capacitação da população local para serem guias ambientais, na sensibilização e educação ambiental da população e dos visitantes, para além de serem um dos principais atrativos turísticos em Fernando de Noronha. É importante ressaltar que estas parcerias não ultrapassam os limites legais de competência dos atores envolvidos, não havendo por isso conflitos. Dessa forma, pode-se concluir que as ONGAs na ilha de Fernando de Noronha possuem um importante papel no planeamento e desenvolvimento do turismo.

A investigação encontra-se agora na sua segunda fase, que abrange as nove ilhas do Arquipélago dos Açores. Já se iniciaram contactos com as ONGAs existentes na Região para identificar a sua atuação e as possíveis contribuições destas organizações para a sustentabilidade do turismo nos Açores. Pretende-se comparar depois esta atuação com a das ONGAs de Fernando de Noronha, através da partilha de conhecimentos, possibilitando o estabelecimento de parcerias futuras. Assim, espera-se que os resultados deste estudo contribuam para

fortalecer o desenvolvimento sustentável do turismo em ilhas de pequena dimensão como os Açores, salientando o papel das ONGAs nessa sustentabilidade, como uma das opções mais promissoras para o crescimento e desenvolvimento económico da



Figura 3 - Palestra no centro de Interpretação Ambiental TAMAR, Fernando de Noronha, Brasil

região, respeitando e valorizando o seu património natural. Este estudo servirá ainda como documento orientador para as autoridades locais dos dois Arquipélagos, bem como para a comunidade internacional, ONGAs, operadores turísticos e população local, destacando as iniciativas positivas empreendidas pelas ONGAs, e proporcionando a partilha de lições aprendidas para a sustentabilidade do turismo nos dois Arquipélagos.

Efeitos da urbanização nos ecossistemas costeiros

Eva Cacabelos

2 de fevereiro de 2014



Cacabelos, E., Thompson, R., Prestes, A.C.L., Azevedo, J.M.N., Neto, A.I., Martins, G. (2019). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 29(1): 127-135.

Martins E., Neto, A.I., Cacabelos, E. (2016). *Marine Environmental Research* 113, 88-94.

A urbanização de áreas costeiras é elevada e tende a aumentar mundialmente como consequência da constante expansão demográfica e da tendência das populações humanas de migrar para o litoral. Além disso, o número e a extensão destas estruturas urbanas, como quebra-mares, molhes e paredões, tende a aumentar como consequência da demanda constante de energias renováveis, da criação de novos portos que façam face ao aumento do transporte marítimo, e da subida do nível da água do mar devido às alterações climáticas. Como resultado, grandes porções de costa são alteradas, fragmentadas ou substituídas por estruturas artificiais (Figuras 1 e 2), o que tem como consequência alterações na ecologia das comunidades costeiras.



Figura 1 - Obras no novo Porto da Povoação, na Ilha de São Miguel.

As estruturas urbanas atuam como habitats artificiais para uma variedade de organismos marinhos, tanto de algas como de fauna. Contudo, a sua natureza física distinta leva ao estabelecimento de comunidades diferentes das que ocorrem nas costas naturais adjacentes, quer a nível quantitativo, quer qualitativo. Geralmente, as estruturas artificiais carecem da heterogeneidade e da rugosidade presentes nas estruturas naturais. Por exemplo, as estruturas artificiais estão caracterizadas pela inexistência de irregularidades que retenham a água na maré baixa, o que afeta diretamente a estrutura e o funcionamento das comunidades da zona entre marés, diminuindo a abundância de organismos e a variedade de espécies característica deste habitat. O maior declive das costas artificiais tem também o efeito de diminuir a superfície disponível para fixação dos animais e plantas, o que tem como consequência uma maior competição pelo espaço, afetando a colonização e o desenvolvimento dos novos indivíduos.

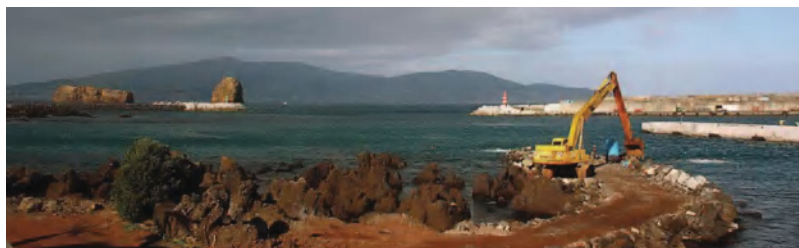


Figura 2 - Obras no novo Terminal Marítimo de Passageiros do Porto da Madalena, na Ilha do Pico.

O efeito da qualidade, tamanho e arranjo espacial dos habitats artificiais nas comunidades costeiras, nomeadamente ao nível da construção de portos e defesas costeiras, tem

recebido pouca atenção na gestão dos sistemas costeiros e na previsão das consequências do desenvolvimento urbano. Existe, assim, a necessidade de desenvolver investigação para conhecer melhor a forma como as alterações nos ambientes costeiros influenciam os padrões de biodiversidade, e para estudar maneiras de compensar os respetivos efeitos negativos.

Com o objetivo de analisar as implicações ecológicas resultantes da urbanização costeira e sugerir alternativas para minimizar alguns dos seus impactos, o grupo de Investigação Aquática Macaronésica (integrado no CIIMAR e composto por elementos do Departamento de Biologia da Universidade dos Açores) está a coordenar o projeto *Estruturas urbanas: um fator de mudança na biodiversidade dos ecossistemas costeiros*, financiado pela FCT e contando com a colaboração da Faculty of Science and Environment da Universidade de Plymouth. Este projeto, que teve início em Maio de 2013, está focado nos processos que influenciam as relações entre as espécies marinhas e o seu habitat. Integra uma componente descritiva que visa caracterizar as estruturas urbanas existentes na Ilha de São Miguel (Açores) e as comunidades a elas associadas (Figura 3).



Figura 3. Porto de Ponta Delgada, na Ilha de São Miguel, um dos maiores portos das Açores.

Uma segunda componente consiste numa abordagem experimental dirigida aos efeitos da urbanização costeira a vários níveis. Pretende-se testar hipóteses sobre o modo como alterações de habitat de origem antropogénica afetam a estrutura e funcionamento de comunidades naturais. As tarefas específicas do projeto foram preparadas para permitir avaliar: (i) o efeito da perda de habitats devido a urbanização costeira a pequena e grande escala; (ii) o papel do declive e orientação do substrato na estrutura das comunidades rochosas intertidais em ambientes naturais e artificiais; e (iii) os fatores limitantes ao estabelecimento de povoamentos frondosos de macroalgas nas estruturas artificiais.

As experiências realizadas no presente projeto contribuirão para aumentar o conhecimento teórico e prático sobre os efeitos das estruturas costeiras nos ecossistemas marinhos, fornecendo uma nova perspetiva do modo como alterações ao habitat causadas pela urbanização influenciam os padrões locais e regionais da diversidade específica e de estrutura das comunidades. Este conhecimento poderá contribuir com critérios ecológicos a considerar no desenho, projeção e gestão de novas estruturas artificiais e ajudar no estabelecimento de programas de recuperação ou reabilitação de espécies ou de habitats.

Estudando e valorizando os cetáceos dos Açores

Arianna Cechetti, Marc Morrón, José Azevedo

13 de abril de 2014



Nos Açores ocorrem pelo menos 25 espécies diferentes de cetáceos (baleias e golfinhos). Algumas podem observar-se facilmente durante todo o ano, mas outras são menos visíveis, quer por ocorrerem apenas em épocas específicas quer pelo seu comportamento furtivo. Todas as espécies de cetáceos estão protegidas legalmente, e algumas têm um estatuto de conservação que requer medidas especiais de gestão. Estas medidas requerem, no entanto, conhecimentos de base sobre abundância e distribuição que infelizmente é insuficiente.

Para além dos argumentos conservacionistas os cetáceos constituem um recurso económico relevante para o sector do turismo nos Açores. Por esta razão torna-se ainda mais importante o seu estudo: só um bom conhecimento dos padrões de distribuição e de comportamento permitirá garantir uma boa gestão do recurso.

O problema é que estudar cetáceos é muito mais difícil do que estudar vertebrados terrestres, sobretudo pelo facto de as baleias e os golfinhos passarem a maior parte do tempo submersos, escondidos dos observadores à superfície e pela logística pesada e cara de fazer observações no alto mar.



Por esta razão as embarcações de Observação de Cetáceos são consideradas “plataformas de oportunidade” para a obtenção de dados que de outra forma seria impossível recolher. Pode-se dizer que cada viagem turística para ver baleias e golfinhos é uma oportunidade para fazer ciência. É para aproveitar este potencial que estão a decorrer do Departamento de Biologia da Universidade dos Açores dois projetos ligados ao Centro de Investigação dos Recursos Naturais (CIRN). Dois projetos que têm como objetivo final a proteção e conservação das baleias e golfinhos nos Açores, ao mesmo tempo que procuram valorizar as atividades marítimo turísticas da Região.

Por um lado pretendemos analisar quais são as potencialidades dos dados recolhidos pela atividade marítimo turística e que estão a ser armazenados na plataforma MONICET. O objetivo é estabelecer os procedimentos necessários para poder fazer estimativas de distribuição e abundância dos cetáceos nos Açores. Para complementar este estudo contamos com a ajuda do Groupe de Recherche sur les Cétacés, com cujo veleiro

estamos a realizar campanhas de amostragem científica tradicional. No final deste ano iremos analisar os dados recolhidos e compara-los com os resultados obtidos a partir dos dados oportunistas, para assim calibrar as metodologias.

Se, com este projeto pretendemos valorizar os dados recolhidos pelas empresas de observação de cetáceos, por outro lado também precisamos saber como estas podem influenciar a vida selvagem.



Assim como um segundo projeto estamos estudando o comportamento do golfinho comum (*Delphinus delphis*) para ver se e como é afetado pelas atividades marítimo turísticas. Com este fim estamos a recolher dados desde terra, usando binóculos semelhante aos que usam os vigias, mas com uma câmara de vídeo acoplada para poder estimar a posição geográfica dos grupos no mar. Ao mesmo tempo são recolhidos dados



em embarcações de natação com golfinhos, para perceber as reações dos animais quando os turistas entram na água. A comparação do comportamento em presença e ausência de embarcações vai-nos ajudar a compreender o potencial impacto do tráfego marítimo nas populações de golfinhos locais. Desta forma poderemos estabelecer recomendações para a melhoria das atividades de observação de cetáceos nos Açores.

Solos vulcânicos

Vulnerabilidade à poluição agrícola

Carolina Parelho

5 de outubro de 2014



Os solos vulcânicos são recursos naturais de reconhecida fertilidade, característica atribuída, às suas particulares propriedades físico-químicas como o elevado conteúdo orgânico e a presença de metais. O elevado potencial agrícola destes solos conduziu a explorações históricas deste recurso, que se mantêm até aos dias de hoje: os solos são património natural, herdado e transmitido entre gerações.



Figura 1 - Foto paisagem agrícola açoriana

Nos Açores, os solos são maioritariamente vulcânicos e contêm na sua composição nanominerais como alofanos e imogolite. Estes constituintes funcionam como autênticas esponjas para poluentes como os metais pesados, que podem ser introduzidos artificialmente nos solos pelas actividades agrícolas. Devido à natureza da rocha-mãe, os solos açorianos estão naturalmente enriquecidos com elementos metálicos e são vulneráveis à poluição por actividades antropogénicas que poderão aumentar as concentrações basais até níveis críticos. As principais preocupações estão centradas nas repercussões que esta contaminação pode exercer sobre a saúde humana e o meio ambiente. Se por um lado a contaminação natural destes solos não é controlada pelo Homem, o mesmo não se aplica à fonte de poluição antropogénica. Tendo em conta que para Portugal não existe legislação que limite os valores de metais em solos agrícolas nem estão definidos procedimentos para avaliação do risco destes poluentes para o ambiente e saúde humana nestes ecossistemas, torna-se urgente implementar critérios de qualidade dos solos adequados às particularidades dos solos vulcânicos.



Figura 2 - Foto de hortícolas regionais, alertando sobre potenciais riscos do seu consumo na saúde humana

A aplicação de agroquímicos (pesticidas, fertilizantes orgânicos e inorgânicos) nas culturas e solos é uma prática comum na agricultura. Estes químicos agrícolas são concentrados

em metais como o cádmio, níquel, lítio, chumbo, arsénio, zinco, cobre, entre outros, e são introduzidos artificialmente nas formulações químicas ou presentes como contaminantes das mesmas. A necessidade de maximização da produção é preocupação constante quando se transforma a agricultura numa actividade empresarial. No entanto, dada a natureza imutável de alguns elementos metálicos e as propriedades adsorventes dos solos vulcânicos, existe um potencial de acumulação destas substâncias, muitas vezes tóxicas. É a natureza vulcânica dos solos açorianos que os coloca em situação de vulnerabilidade à poluição e, a agricultura é apontada como a principal fonte de *input* de metais pesados nestes solos na Região.

Diferentes tipos de agricultura exercem pressões distintas sobre os solos. A cada tipo de manuseamento agrícola dos solos vulcânicos está associado uma pegada química distinta: os solos sujeitos a práticas convencionais caracterizam-se por elevadas concentrações de lítio; os tradicionais por elevadas concentrações de vanádio e os sujeitos a práticas biológicas caracterizam-se por uma depleção de metais, como crómio, bário e níquel. Esta pegada química está associada ao tipo e intensidade de agroquímicos utilizados em cada tipo de agricultura reflectindo não só as práticas mais recentes, como todo o historial agrícola daqueles solos. Uma vez traçado o perfil de metais dos solos, é possível adequar o uso de agroquímicos à natureza geológica dos mesmos e até modular os níveis de poluição através de uma gestão adequada das práticas agrícolas.



Figura 3 -Banca de produtos regionais no Mercado da Graça, Ponta Delgada. Créditos: @ricardocamarinho.

Neste sentido, investigadores do Grupo da Biodiversidade dos Açores – GBA-cE3c (Patrícia Garcia e Carolina Parelho), em colaboração com investigadores do CVARG (Armindo Rodrigues e José Virgílio Cruz), lançaram a primeira pedra numa promissora linha de investigação sobre a monitorização da qualidade dos solos agrícolas de natureza vulcânica. O estudo recentemente publicado na *Science of The Total Environment* consiste no primeiro contributo para a identificação de metais prioritários a afectar os solos agrícolas vulcânicos e fornece as bases científicas necessárias ao desenvolvimento de estratégias/legislação regionais que limite a poluição deste recurso natural.

PaleoParque Santa Maria

Equivalente paleontológico das “Reservas da Biosfera” da UNESCO

Sérgio Ávila

2 de novembro de 2014



As Reservas da Biosfera são locais seleccionados por diversos países, onde o desenvolvimento sustentável é estrategicamente promovido, tendo por base duas premissas fundamentais: um excelente conhecimento do património natural do lugar, baseado em investigação científica e promoção ambiental; a conservação das diversidades biológica e cultural. Este galardão outorgado pela UNESCO pretende contribuir para o incremento de uma economia sustentável dos locais aprovados por este organismo internacional. Nos Açores existem 3 ilhas que são Reservas da Biosfera (Graciosa, Flores e Corvo).

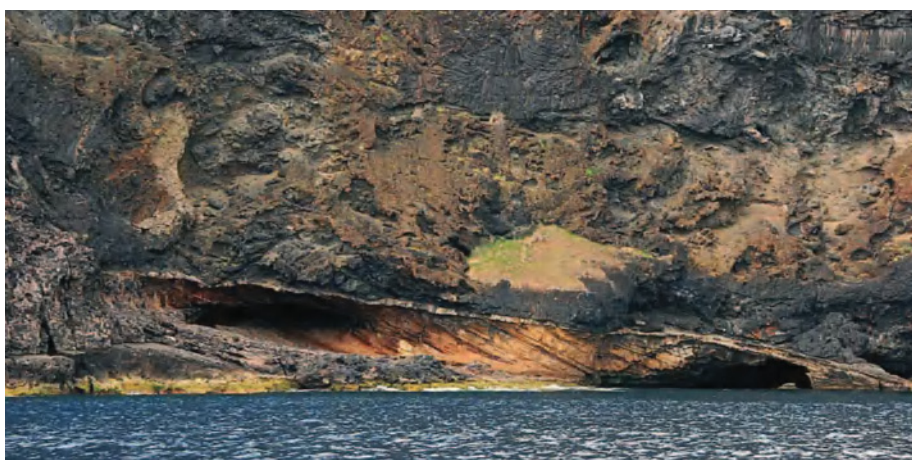


Figura 1 - "Jazida dos icnofósseis", na costa Sul da ilha de Santa Maria

O património natural pode analisar-se sob dois aspectos inter-relacionados: os organismos vivos e o substrato geológico em que habitam. Mercê da sua condição de ilhas vulcânicas oceânicas, a comunidade científica dá nos Açores uma merecida atenção à componente geológica dos habitats. Fruto dos esforços da Associação Geoparque Açores e do Governo Regional dos Açores, a 21 de Março de 2013, foi formalmente aceite em Paris a candidatura do Geoparque Açores à Rede Europeia e Global de Geoparques da UNESCO, assim consagrando a importância da geologia num contexto arquipelágico. Em ilhas oceânicas, geralmente é raro encontrar vestígios dos organismos que em épocas recuadas viveram nesses habitats. Nos ecossistemas terrestres, por vezes encontram-se troncos fossilizados por escoadas lávicas e, mais raramente, impressões de folhas. Em ecossistemas lacustres, no interior dos sedimentos depositados nos fundos das lagoas, existem restos fossilizados de pólen e de esporos, bem como de pequenos invertebrados (cladóceros, e quironómídeos – pequenas moscas dípteras) e de protistas (diatomáceas – organismos unicelulares), os quais têm vindo a ser objecto de estudo por investigadores da Universidade dos Açores. No entanto, e devido às condições que prevalecem nos Açores e que condicionam os processos de fossilização, até agora não foram encontrados fósseis com mais de 6.000 anos. Já no caso dos ecossistemas marinhos, o panorama é radicalmente diferente, uma vez que na ilha de Santa Maria

existem fósseis quase tão antigos como as lavas mais antigas daquela ilha, com mais de 5 milhões de anos!

O registo fóssil de Santa Maria é de tal forma rico que algumas das suas jazidas são geossítios de relevância internacional. É o caso, por exemplo, da belíssima coquina da “Pedra-que-pica”, a maior lumachela (acumulação de conchas) mundial em ilhas oceânicas, onde numa área superior a 10.000 m² (grande parte dela subaquática) existem milhões de valvas desarticuladas de moluscos bivalves, acompanhados por uma fauna diversificada formada por restos esqueléticos de invertebrados (ouriços-do-mar, cracas, briozoários, foraminíferos) e de vertebrados (dentes de peixes e de tubarão, bem como vértebras de baleias). De realçar a quantidade de locais em Santa Maria onde se encontram ossos fossilizados de cetáceos, um fenómeno que no nosso planeta só está registado em duas das mais de 20.000 ilhas conhecidas! E Santa Maria é uma delas...

Em 1996, a Associação Internacional de Paleontologia instituiu a “Iniciativa PaleoParque”,



Figura 2 - Trabalho de campo na jazida da Ponta do Cedro, durante o 11º workshop internacional “Paleontologia em Ilhas Atlânticas”, Junho de 2014

com o intuito de identificar e proteger sítios com conteúdo paleontológico relevante a nível mundial. Em 2009, Jere Lipps (Universidade de Berkeley, USA) definiu o conceito de PaleoParque como sendo “todos os locais de interesse paleontológico, já preservados ou não, independentemente do seu tamanho ou da incorporação prévia em outros parques”. No contexto do Arquipélago dos Açores, Santa Maria distingue-se de tal forma das restantes ilhas (quer pela profusa existência de fósseis, quer de formas vulcânicas associadas a um

vulcanismo submarino e hoje em dia expostas em ambiente subaéreo), que faz todo o sentido promover essa diferenciação sob a forma do conceito de “PaleoParque”. Por outro lado, os geossítios seleccionados pelo Geoparque Açores na ilha de Santa Maria (todos eles localizados na parte emersa da ilha) não contemplam a totalidade das jazidas fossilíferas conhecidas e algumas estão localizadas fora das actuais áreas protegidas.

Assim, numa linha de continuidade, mas simultaneamente de ambiciosa inovação, o “PaleoParque Santa Maria” pretende realçar esta ilha num contexto internacional, classificando toda a área insular emersa e algumas partes submersas como um PaleoParque, com sinergias entre esta entidade e o Geoparque Açores, desta forma potenciando e diferenciando Santa Maria das restantes ilhas dos Açores.



Figura 3 - *Clypeaster altus*, um ouriço-do-mar com cerca de 4-5 milhões de anos. Jazida da falha oeste da Malbusca

Cartografia de vegetação invasora nos Açores

Imagens de satélite como solução barata e eficiente

Artur Gil

16 de novembro de 2014



Gil A., Lobo A., Abadi M., Silva L., Calado H. (2013). *European Journal of Remote Sensing*, 46:289-304.

Gil A., Yu Q., Abadi M., Calado H. (2014). *Revista Árvore: Brazilian Journal of Forest Science*, 38:391-401.

A deteção remota (DR) é uma forma de obter informações acerca dos objetos, recolhendo e analisando dados sem que os instrumentos usados para recolher estes dados estejam em contacto direto com o objeto. Na atualidade, devido aos grandes avanços tecnológicos (principalmente nas últimas duas décadas), às preocupações com a temática das Alterações Globais e Desenvolvimento Sustentável, e ainda devido ao grande crescimento do consumo de informação geográfica na vida do dia-a-dia (com destaque para as aplicações baseadas na Internet), são cada vez mais diversos, potentes e complexos quer as tecnologias utilizadas para fazer a DR (ótica, radar, laser), quer os instrumentos que as executam (os chamados “sensores”), quer ainda as plataformas nos quais eles são transportados (satélite, avião, drone, barco, carro, etc). Devido à sua abrangência geográfica (cobrindo de modo periódico, homogéneo e coerente uma larga área em simultâneo, incluindo as zonas de difícil acesso por via terrestre/marítima) e ao carácter mais objetivo (puramente físico) dos dados obtidos, a DR por satélite constitui provavelmente a opção tecnológica com melhor relação custo-benefício para monitorizar a esmagadora maioria da superfície terrestre/marinha. Pelas suas características geográficas, ambientais e sócio-económicas, o uso de DR por satélite constitui uma solução interessante e com boa relação custo-benefício para a vigilância e monitorização das áreas terrestres e marinhas do Arquipélago dos Açores. Há contudo algumas variáveis que condicionam o pleno aproveitamento desta tecnologia a nível regional, como por exemplo a quase constante nebulosidade que impede a obtenção frequente e periódica de imagens óticas por parte da missão espacial de DR mais importante e antiga a nível global: o Programa Landsat da NASA/USGS (EUA), cujas imagens recolhidas são disponibilizadas gratuitamente. As alternativas (menos económicas) que permitem de algum modo contornar estas condicionantes passam assim quer pela aquisição de imagens óticas de sensores comerciais (com pedidos “à la carte”), quer pela execução de levantamentos aéreos (seja com avião, seja com drones – a tendência mais recente e mais económica).

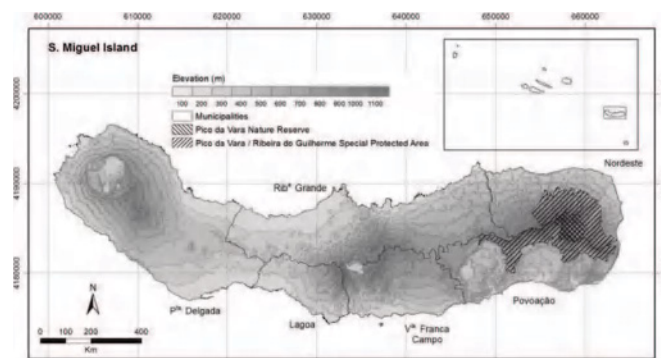


Figura 1 - Localização geográfica da Reserva Natural do Pico da Vara (S. Miguel)

No âmbito de um projeto de doutoramento realizado entre 2008 e 2011 e financiado pela Direção Regional da Ciência e Tecnologia, foram utilizadas duas imagens óticas de dois sensores diferentes para tentar cartografar a distribuição espacial da planta exótica invasora *Pittosporum undulatum* (“incenso”) na Reserva Natural do Pico da Vara (Figura 1), cujo território integra o Parque Natural de Ilha de S. Miguel. Esta zona da ilha é



Figura 2 – Área invadida por *Pittosporum undulatum* (incenso) na Reserva Natural do Pico da Vara (@ Ruben Coelho)

particularmente importante do ponto de vista ecológico por ainda incluir alguns dos fragmentos mais preservados de Laurissilva dos Açores, dos quais depende também a sobrevivência da espécie de ave endémica *Pyrrhula murina* (“Priolo”). No entanto, a rápida propagação de espécies exóticas invasoras como o “incenso” ameaça a existência das últimas manchas de vegetação nativa e endémica nesta área (Figura 2). É portanto fundamental uma gestão ativa e eficiente (quer operacionalmente, quer

financeiramente) destas zonas, com base em informações credíveis e objetivas, podendo a deteção remota ser um instrumento estratégico na sua recolha e análise.

A primeira imagem ótica utilizada neste estudo foi recolhida pelo sensor comercial IKONOS. Em termos de características genéricas, esta imagem foi capturada a 18/8/2005, apresentando 11% de nebulosidade e sendo constituída por 4 bandas espectrais na área do visível e do infravermelho próximo do espectro electromagnético. A resolução espacial de cada banda (área mínima representada por um pixel da imagem) é de 4 metros. A segunda imagem ótica utilizada neste estudo foi recolhida pelo sensor científico ASTER (transportado pela plataforma TERRA da NASA). Foi capturada a 24/11/2002, apresentando 10% de nebulosidade. Neste estudo foram utilizadas 9 das suas 14 bandas espectrais: 3 na componente visível e infravermelho próximo com 15 metros de resolução espacial; e 6 na componente de “infravermelho de onda curta” com 30 metros de resolução espacial.

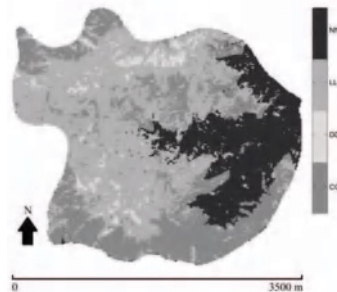


Figura 3 - Distribuição Espacial de *Pittosporum undulatum* (incenso, NN na legenda) na Reserva Natural do Pico da Vara

Tendo em conta as características da área de estudo, foi usada a mesma legenda representativa de 4 classes para processar ambas as imagens de satélite: NN – “Matas dominadas por Incenso”; DD – “Áreas de Solo Nu”; CC – “Matas de Criptoméria”; LL – “Áreas de Vegetação Natural e Semi-Natural”. Obtiveram-se valores totais de área invadida pelo “incenso” na Reserva Natural do Pico da Vara (com 815 hectares) que oscilam entre os 130 e os 165 hectares (Figura 3).

Pombo-torçaz dos Açores

Uma ave para gerir e conservar

Amélia Fonseca, David Gonçalves, Rémi Fontaine, Tiago Rodrigues,
Verónica Neves

22 de fevereiro de 2015



O pombo-torcaz (*Columba palumbus*) é uma espécie do Paleártico, região que inclui a Europa, grande parte da Ásia, o norte de África e o norte e centro da Península Arábica. No entanto, a sua distribuição é predominantemente europeia. Nidifica no arquipélago dos Açores, mas não no da Madeira, onde eventualmente se terá extinguido. O ornitólogo alemão Ernst Hartert (1859-1933) concluiu que as aves dos Açores apresentavam diferenças relativamente aos pombos-torcazes do norte da Europa: tinham tons da plumagem geralmente mais escuros (sobretudo os machos) em algumas regiões do corpo (peito, cabeça e dorso) e asas mais curtas (0,5 a 1cm). Em 1905,



Figura 1 - Pombo-torcaz dos Açores

Hartert classificou o pombo-torcaz dos Açores de subespécie endémica do arquipélago: *Columba palumbus azorica*. O pombo-torcaz é o maior pombo da Europa e facilmente distinguível dos outros Columbidae presentes nos Açores, o Pombo-das-rochas (*Columba livia*) e a Rola-turca (*Streptopelia decaocto*), estando as principais diferenças no seu maior tamanho e no facto de apresentar manchas brancas nas asas e no pescoço.

Nos anos 60 do século passado, o casal Bannerman visitou os Açores e produziu um livro de referência onde mencionava a dificuldade em observar estas aves. Até 1993 o pombo-torcaz era caçado regularmente, mas nesse ano (D-L nº 224/93) a espécie foi incluída no

anexo I da Diretiva Aves (79/409/CEE, relativa à Conservação das Aves Selvagens) e, conseqüentemente, excluída da lista de espécies cinegéticas do arquipélago (DLR nº 26/92/A), sendo protegida desde então.

Pouco se sabe sobre as populações açorianas de pombo-torcaz. Em 2005, Dickens e Neves, como resultado de uma expedição da Universidade de Glasgow aos



Figura 2 - Censo do Pombo-torcaz na Terceira

Açores em 2003, apresentaram a primeira estimativa de densidade da população em sete ilhas, mas não havendo censos anteriores foi impossível perceber a tendência populacional da espécie (aumento, decréscimo, estável). No entanto, a situação era claramente diferente da descrita pelo casal Bannerman, pois a espécie tinha-se tornado mais facilmente observável, sobretudo na ilha Terceira. No entanto, no Grupo Ocidental, Flores e Corvo, a espécie é bastante rara. No Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal, publicado em 2005, ao pombo-torcaz nos Açores é atribuída a categoria "informação insuficiente", devido à falta de dados adequados para avaliar o seu estado populacional. O pombo-torcaz reproduz-se sobretudo em grandes áreas florestais, mas, pode também ocupar áreas florestais mais reduzidas, áreas agrícolas, suburbanas e mesmo urbanas. Em alguns locais de alimentação, durante o Outono e Inverno, podem observar-se concentrações de algumas centenas de aves.

Nos anos mais recentes, o pombo-torcaz tem sido apontado por alguns agricultores como responsável por estragos em algumas culturas agrícolas nas ilhas do Pico e Terceira. Na realidade, pouco se sabe sobre a sua biologia e ecologia neste ecossistema insular muito particular. A informação disponível para gerir e conservar esta espécie nos Açores ainda é insuficiente.

Para suprir esta falta de conhecimento, o Governo Regional dos Açores lançou um



Figura 3 - Ninho do pombo-torcaz com um juvenil

concurso para financiamento de um projeto de investigação sobre a espécie e foi aprovado o projeto AZORPI - "Ecologia e Evolução do Pombo-torcaz: ferramentas para uma estratégia de gestão e conservação", cuja equipa reúne investigadores das Universidades dos Açores e do Porto. O projeto iniciou-se em setembro de 2012 e estará concluído no final de 2015. De 2012 a 2014 efetuaram-se trabalhos de campo na Terceira com o objetivo de: definir um método de censo aplicável a todo o arquipélago (Figura 2); perceber a variação da abundância de acordo com os diferentes tipos de habitat e períodos do ano; recolher dados sobre a biologia reprodutiva (seguimento de ninhos; Figura 3) e recolher amostras para estudos laboratoriais a nível genético e morfológico. Como resultado final do projeto será apresentada uma proposta de "Plano de Gestão e Conservação do Pombo-torcaz dos Açores", que se pretende venha a ser uma ferramenta de gestão importante. Muitas questões ficarão ainda por esclarecer, relativas, por exemplo, a aspetos comportamentais, sucesso reprodutivo e hábitos alimentares desta espécie. Lembremo-nos que, do ponto de vista ecológico e evolutivo, os pombos desempenham um papel fundamental na dispersão de sementes e são um elemento importante dos ecossistemas insulares.

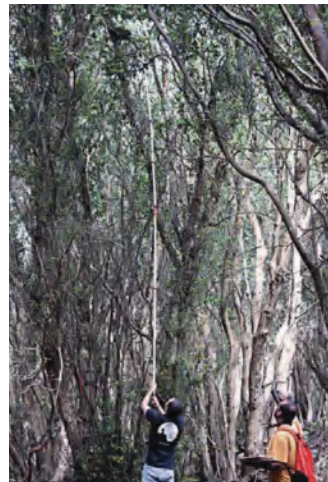


Figura 4 - Visita ao ninho

Espaço marítimo nacional

A academia no debate das políticas públicas

Helena Calado

19 de abril de 2015



O crescente interesse suscitado pelo debate em torno das potencialidades dos espaços marítimos portugueses, seja na exploração das suas riquezas ainda desconhecidas seja na afirmação geoestratégica do País, é partilhado pela comunidade científica, organizações sectoriais, classe política e sociedade em geral. Conquanto este interesse em Portugal, se tenha avolumado após a apresentação à Comissão dos Limites da Plataforma Continental em 10 de Abril de 2010 da proposta de definição dos limites da Extensão da Plataforma Continental, ele enraíza-se na década passada, com o impulso gerado pelas políticas Europeias e, em Portugal, com o lançamento da Estratégia Nacional para o Mar (RCM 163/2006). No seu texto, define-se que um dos pilares de desenvolvimento da Estratégia seria o Ordenamento do Espaço Marítimo. Volvida quase uma década, a Diretiva Europeia 2014/89/EU confirma o carácter fundamental do ordenamento do Espaço marítimo enquanto política pública preferencial dos estados membros no desenvolvimento de estratégias integradas para o Mar. Portugal, assumindo

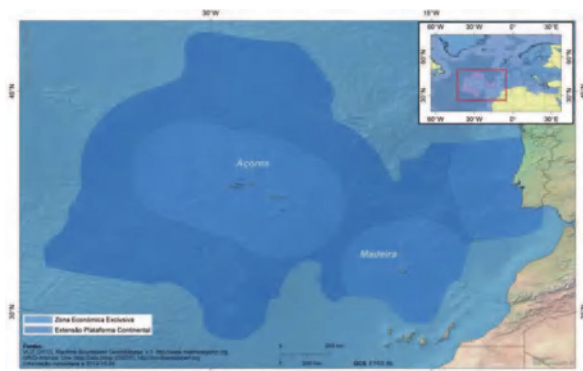


Figura 1 - Limites exteriores da plataforma continental além de 200 milhas marítimas das linhas de base

a sua dimensão marítima, acompanha e até por vezes ultrapassa esta dinâmica internacional. Assim, após uma primeira tentativa de produção de um Plano de Ordenamento do Espaço Marítimo (Despacho nº 14449/2012) é dado o passo importante de produzir a Lei de Bases de Ordenamento e Gestão do Espaço Marítimo Nacional. Contudo, é neste momento que, ao arripio da estratégia anteriormente seguida, a administração, neste caso a Secretaria de Estado do Mar, se fecha sobre si própria excluindo do diálogo aqueles que contribuíram entusiasticamente na promoção e consolidação da política marítima do País. De entre estes atores, a Academia tem jogado papel decisivo em várias vertentes: na investigação; na recolha de informação; na inovação, mas sobretudo no Debate construtivo e responsável. Com a publicação da Lei nº 17/2014 que estabelece as Bases da Política de Ordenamento e Gestão do Espaço Marítimo Nacional (LBOGEM) gera-se espontaneamente um movimento académico de crítica a este enquadramento legal para a política marítima nacional.

No dia 16 de Janeiro de 2015, teve lugar na Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa (FCSH-UNL), uma sessão organizada pelo CICS.NOVA e CIBIO-Açores, promovida pelos Professores Helena Calado e Carlos Pereira da Silva, para debater a proposta de diploma aprovada em Conselho de Ministros de 8 de Janeiro, que desenvolve a Lei nº 17/2014, de 10 de Abril.

Os intervenientes reunidos, de vários sectores da academia e da sociedade civil, salientaram de forma unânime a fragilidade do documento, mostrando enorme apreensão

sobre vários dos seus aspectos, em particular: a falta de ligação com o sistema de planeamento terrestre, os conflitos existentes com o estatuto das regiões autónomas, a dificuldade de operacionalização de alguns dos conceitos expressos de forma vaga, o tratamento diferencial de actividades e, ainda, a menorização da salvaguarda dos valores ambientais existentes. Estas preocupações encontram reflexo nos comentários e questões partilhados pela assistência.



Figura 2 - POEM, Proposta Sub-Área ZEE - Portugal Continental. Adaptação dos dados do POEM, 2011, INAG

Da discussão resultou um relatório, elaborado por Adelaide Ferreira, Helena Calado e Carlos Pereira da Silva, que contém um conjunto de propostas para o desenvolvimento do actual quadro legal, nomeadamente: definir um Plano Nacional de Política de Ordenamento do Espaço Marítimo que aponte claramente a política de ordenamento do espaço marítimo nacional (EMN); refazer a arquitectura e conceptualização do sistema de Ordenamento e Gestão do Espaço Marítimo Nacional; criar um fundo MARE de estímulo ao empreendedorismo e inovação de base nacional para o Mar e à protecção e conservação do meio marinho; compatibilizar o diploma com a Constituição da República Portuguesa e os Estatutos Político-Administrativos das Regiões Autónomas; utilizar critérios coerentes e claros na resolução de conflitos de usos ou actividades; adoptar modelos de co-gestão e co-responsabilização na gestão dos recursos; garantir a participação efetiva dos agentes relevantes, a obrigatoriedade de avaliação ambiental no contexto do ordenamento do espaço marítimo (OEM) e o desenvolvimento da monitorização e avaliação do estado ambiental do espaço marítimo.

A organização do debate reiterou o seu interesse e disponibilidade para colaborar com a tutela no melhoramento, que se entende necessário e urgente, do actual quadro de ordenamento e gestão do espaço marítimo nacional.

A Reserva Ecológica Nacional (REN), criada pela primeira vez em 1983, é “uma estrutura biofísica que integra o conjunto das áreas que, pelo valor e sensibilidade ecológicos ou pela exposição e suscetibilidade perante riscos naturais, são objeto de proteção especial”. Devendo ser delimitada em sede do Plano Diretor Municipal (PDM) de cada município, a REN constitui uma restrição de utilidade pública, pelo que define condicionamentos à ocupação, uso e transformação do solo, afetando os cidadãos no seu dia-a-dia.

O enquadramento histórico da REN, pelo seu regime muito proibitivo e quase exclusivamente *non aedificandi* (qualquer tipo de edificação era quase simplesmente proibida) revela que a sua implementação conduziu a uma fraca receptividade de muitos agentes, principalmente autarcas e munícipes, que a encaram como um obstáculo ao desenvolvimento e como uma limitação às suas iniciativas económicas.

Depois de várias alterações ao regime jurídico, atualmente a REN está estabelecida no Decreto-Lei n.º 166/2008, de 22 Agosto, com a nova redação dada pelo Decreto-Lei n.º 239/2012, de 2 de novembro, e identifica os usos e as ações compatíveis com os seus objetivos, em cada tipo de área que a constitui, tendo como principais objetivos proteger

os recursos naturais água e solo; prevenir e reduzir os efeitos da degradação ambiental e dos riscos naturais, acautelando a sustentabilidade ambiental e a segurança de pessoas e bens; contribuir para a conectividade e a coerência ecológica da Rede Fundamental de Conservação da Natureza; e contribuir para a concretização, a nível nacional, das prioridades Europeias nos domínios ecológico e da gestão transeuropeia de riscos naturais. As áreas que integram a REN agrupam-se em três tipologias: áreas de proteção do litoral, áreas relevantes para a sustentabilidade do ciclo hidrológico terrestre e áreas de prevenção de riscos naturais.



Figura 1 - Delimitação das áreas propostas a integrar a REN na Ilha do Pico

A delimitação da REN compreende dois níveis, um estratégico e um operativo. O nível estratégico é aplicado no âmbito nacional e regional, com a definição de orientações estratégicas que devem ser respeitadas pelo nível operativo. Por sua vez, o nível operativo é aplicado no âmbito municipal, com a efetiva delimitação das áreas que integram a REN.



Figura 2 - Zona do planalto central na Ilha do Pico

Apesar dessas orientações e do regime jurídico estabelecido para a REN, é assinalada, na própria legislação, a falta de articulação da REN com outros regimes jurídicos respeitantes à salvaguarda de recursos, valores e riscos naturais, que podem resultar na aplicação de regimes de proteção com orientações contraditórias. Para além disso, a falta de objetividade,

presente em alguns dos critérios de delimitação das áreas de REN, poderá conduzir a diferentes metodologias aplicadas consoante a interpretação do município em causa. Este facto, associado a que os critérios de delimitação da REN são definidos tendo por base as características biofísicas do continente português, conduzem à necessidade de adaptação daquela legislação à realidade dos Açores.

Como Região Autónoma que é, os Açores dispõem de autonomia legislativa para adaptar a legislação nacional, quando se justifique e estiverem em causa os interesses próprios da Região, dentro dos limites conferidos pelo seu Estatuto Político-Administrativo. Sendo um dos instrumentos de eleição nos Açores, na política de ambiente e de ordenamento do território, realizou-se um estudo que procurou analisar de que forma a REN, e o seu regime jurídico, se encontram bem ajustados à realidade insular da Região.

Os critérios de delimitação das áreas a integrar na REN foram analisados e aplicados à Ilha do Pico e foi elaborada a respetiva cartografia (Figura 1). Demonstrou-se que é fundamental a adaptação da legislação à Região, atendendo às inúmeras diferenças entre o território continental e insular. Vários critérios aplicáveis no território continental não têm representatividade nos Açores, enquanto outros de elevada importância nas ilhas, se encontram omissos no regime jurídico, nomeadamente no que se refere às áreas de prevenção de riscos naturais.

Para além disso, uma melhoria nas metodologias e no esclarecimento dos conceitos, permitirão uma aplicação mais criteriosa e transparente desta legislação, que tem sido alvo de descrédito contínuo. Dada a natureza dos objetivos da REN, reconhece-se ainda que a mais-valia associada à delimitação da REN ao nível da ilha (à semelhança da Reserva Agrícola Nacional), constituindo uma oportunidade para um aumento da eficácia na implementação das estratégias de salvaguarda dos recursos, das áreas classificadas e, conseqüentemente, da ilha no seu todo.



Figura 3 - Pastoreio de gado junto às lagoas do Pico (exemplo de ameaça à estabilidade do ecossistema das lagoas)

O *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)* divulgou, em março do ano passado, um relatório no qual, afirma que os efeitos de uma alteração climática já estão ocorrendo em todos os continentes e através dos oceanos. Refere, ainda, que em muitos casos o mundo está mal preparado para enfrentar os riscos de um clima em mudança. No entanto, conclui que existem oportunidades para responder a estes riscos, embora os mesmos sejam difíceis de gerir quanto mais altos forem os níveis de aquecimento verificados.

A energia e as alterações climáticas são desafios da sociedade moderna. As emissões de gases com efeito de estufa (GEE), originadas em um determinado local, repercutem-se em efeitos globais, comprometendo toda a sociedade na procura de soluções

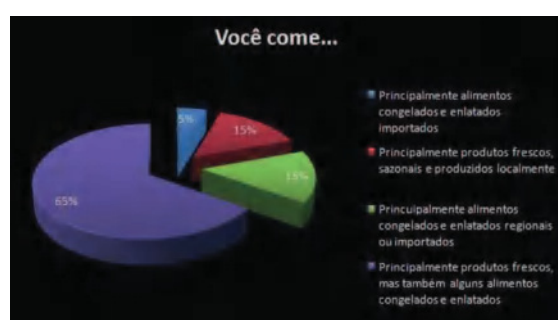


Figura 1 - Distribuição das percentagens da amostra total em relação aos hábitos alimentares dos consumidores.

mitigadoras. A atividade humana tem sido apontada por especialistas na área como sendo a principal causa das alterações do clima. Ao mantermos uma atitude apática perante esta questão, corremos o risco de sermos expostos a eventos climáticos extremos e imprevisíveis com efeitos nefastos para todo o mundo. A

temperatura no século passado registou um acréscimo de 0,76°C. A previsão é de que no presente suba entre 1,1 a 6,4°C, dependendo das medidas mitigadoras que sejam encetadas.

As estratégias de combate às alterações climáticas são abrangentes e, entre outras, deve premiar a redução de emissões associadas a combustíveis nas diferentes fases do ciclo de vida, promover a eficiência energética, a incorporação das energias renováveis, participar no desenvolvimento de soluções de mobilidade sustentável e a participação e consciencialização dos cidadãos sobre a necessidade de preservação do ambiente. É

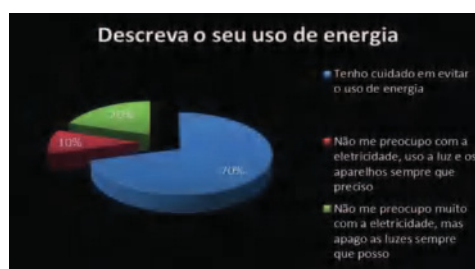


Figura 2 - Percentagens obtidas da amostra total em relação ao consumo energético dos consumidores.

fundamental que cada cidadão tenha consciência de que, no seu dia-a-dia, ao consumir energia, está a contribuir para a emissão de poluentes que, por sua vez, contribuem para as alterações climáticas.

Com o objetivo de sensibilizar a população para o uso eficiente da energia elétrica e incentivar à poupança da mesma, por forma a diminuir os gastos com a fatura da eletricidade, e, ainda, diminuir as emissões de CO₂, contribuindo para a preservação

ambiental, foi desenvolvido um estudo em parceria entre a Universidade dos Açores e a Rede Valorizar. Um grupo de 400 alunos inscritos na Rede Valorizar, com habilitações literárias entre o 4.º e o 6.º ano de escolaridade, residentes em São Miguel, Terceira, Faial e Pico, foi selecionado para ser inquirido sobre o comportamento como consumidor, hábitos alimentares, eficiência energética da habitação em que vivem, como utilizam a energia e se têm preocupações ambientais.

Depois de recolhidos e tratados estes dados, verificamos que, 65% dos inquiridos opta principalmente por produtos alimentares frescos, sem deixar, porém, de utilizar igualmente alguns alimentos congelados e enlatados (Figura 1). No entanto, a utilização de produtos frescos sazonais e produzidos localmente, opção de apenas 15% dos inquiridos, seria a melhor opção, uma vez que, durante o seu transporte desde o local de produção até ao local de venda, há uma menor contribuição para a emissão de gases poluentes.

No contexto da energia e alterações climáticas o comportamento do consumidor é relevante. Verificamos que 70% dos inquiridos (Figura 2) demonstram preocupação em evitar o uso desnecessário de energia.

Do conjunto de pessoas analisadas neste estudo, 38% residem num apartamento médio ou numa casa pequena, 54% consideram que a sua residência é bem isolada termicamente, logo utilizam pouco o aquecimento.

Nos últimos anos têm surgido, no nosso país, medidas para a implementação de sistemas de aproveitamento das energias renováveis, inclusive da energia solar. Nos Açores as condições para o aproveitamento da energia solar é positivo, quando comparamos com a maioria dos países europeus. Nestas ilhas os valores médios anuais da insolação variam entre as 1500 e as 1900 horas. No entanto, verificamos que 95% dos inquiridos não tem instalado em casa algum tipo de equipamento que permita a aproveitamento da energia solar para a geração de eletricidade e o aquecimento de água.

A reciclagem apresenta muitas vantagens a nível ambiental e económico. Fabricar

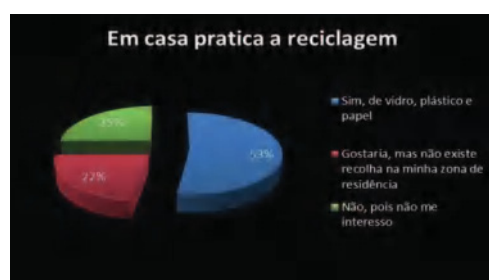


Figura 3 - Distribuição das percentagens da amostra total em relação à prática da reciclagem.

materiais a partir de resíduos consome menos energia do que produzi-los a partir de matérias-primas. Muitos dos recursos energéticos que se poupam são fontes de energia não renováveis. Porém, 47% (22% + 25%) das pessoas que responderam ao inquérito não praticam qualquer tipo de reciclagem (Figura 3).

Com enfoque, nos resultados obtidos deste questionário, procedeu-se a ações de sensibilização destes alunos para capacitá-los a adotarem um uso racional de energia, assim como, medidas de mitigação no combate às alterações climáticas. Distribuição das percentagens da amostra total em relação à prática da reciclagem.

Recentemente foi publicado o Regulamento (UE) N.º 1143/2014 do Parlamento Europeu e do Conselho, relativo à problemática das espécies exóticas invasoras.

Espécie exótica é qualquer espécime vivo, introduzido fora da sua área de distribuição natural, incluindo quaisquer partes (ovos, sementes) que possam sobreviver e posteriormente reproduzir-se. Exemplos bem conhecidos nos Açores incluem o rato ou o coelho, assim como a criptoméria.

O regulamento da EU considera que as espécies exóticas invasoras representam uma ameaça à biodiversidade, especialmente em ecossistemas isolados, como as ilhas, podendo os seus impactos intensificar-se devido à expansão do comércio, dos transportes, do turismo e das alterações climáticas.

Excluindo as espécies cultivadas, nos Açores existem cerca de 700 espécies vegetais naturalizadas. As espécies indígenas ou nativas, que terão chegado às ilhas antes do povoamento humano, correspondem apenas a número inferior a 300.

Numa zona próxima das Lombadas (São Miguel) onde estamos a estimar a idade das árvores endémicas, algumas com mais de 10 m de altura, o solo está quase completamente coberto por conteira ou roca-da-velha (*Hedychium gardnerianum*), o que impede a regeneração da floresta. Em zonas invadidas por incenso (*Pittosporum undulatum*) observam-se árvores de faia-da-terra (*Morella faya*) mortas ou decadentes. Situações como estas são muito comuns nos Açores.

O interesse no uso de biocombustíveis tem aumentado devido às alterações climáticas e ao uso crescente de energias renováveis. Existe a preocupação de que algumas das plantas utilizadas como biocombustíveis se possam tornar invasoras (por exemplo a cana, *Arundo donax*). No entanto, para plantas invasoras já propagadas em grande escala, a valorização da biomassa poderá ser usada como uma ferramenta de gestão.



Figura 1 - Bosque de exóticas, dominado por incenso e conteira. A valorização energética da biomassa do incenso poderá apoiar o controlo desta espécie invasora © Lurdes Silva

No caso do incenso, não existem recursos disponíveis para controlar a invasão. A valorização energética desta espécie, se coordenada com as autoridades ambientais e com o sector privado, permitiria controlar o incenso em áreas-alvo, ao usá-lo de forma sustentável como um recurso florestal. Uma gestão integrada incluiria: i) erradicação local em áreas de biodiversidade; e ii) áreas dedicadas ao uso sustentável (produção de mel, composto e biomassa).

Poderão surgir questões legais e regulamentares. Segundo o novo regulamento da EU, uma espécie exótica invasora “propagada em grande escala” foi além da fase de naturalização e colonizou uma grande parte da área onde pode sobreviver e reproduzir-se. Mas esta definição é imprecisa. Mesmo usando fórmulas matemáticas, seria sempre subjetivo decidir se uma espécie já ocupa uma área suficiente para ser classificada como tal.

Um aspeto preocupante é o facto de uma espécie apenas poder ser listada como invasora se cumprir vários critérios, usando uma análise de risco. Este procedimento é acertado, e foi aplicado na definição do TOP das 100 espécies invasoras nos Açores. No entanto,



Figura 2 - Medição da altura das árvores num bosque de exóticas utilizando um hipsómetro digital, um dos parâmetros utilizados na estimativa da biomassa © Lurdes Silva

a realização da análise de risco é responsabilidade da comissão europeia ou dos próprios países. Isso implica que os países/regiões despendam fundos para classificar as espécies como invasoras e depois para as controlar. No atual contexto, uma tal iniciativa parece muito improvável. Acresce que as medidas de gestão e recuperação dos habitats serão baseadas numa análise dos custos-benefícios. Todas estas análises terão que ser realizadas com total imparcialidade. Recentemente, uma espécie foi retirada da lista de invasoras pelo tribunal em Espanha, pois a análise de risco efetuada não incluía a área continental, mas apenas as Ilhas Canárias.

Ainda segundo o regulamento da EU, a utilização de invasoras já estabelecidas para fins comerciais pode ser temporariamente permitida como parte das medidas de gestão, desde que haja uma justificação rigorosa e tenham sido instituídos todos os controlos apropriados para evitar uma maior propagação. Este artigo é bem-intencionado mas se for aplicado de um modo restritivo, poderá impedir ações válidas de gestão (valorização energética, compostagem), tornando o controlo inviável.

Outros aspetos poderão também influir na decisão de controlar uma invasora, como seja a perceção de grupos sociais relevantes. Num estudo sobre a perceção dos alunos da Universidade dos Açores acerca da flora da Região, muitos indicaram como planta emblemática a hortêncica ou novelão (*Hydrangea macrophylla*), uma planta introduzida nos Açores e que invade habitats naturais em várias ilhas.

Assim, o controlo das invasoras nos Açores dependerá, não apenas da investigação científica de base, mas fundamentalmente do posicionamento da própria sociedade em relação a esta problemática.

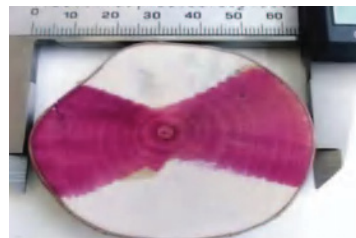


Figura 3 - Utilização de cortes transversais do tronco de árvores de incenso, no sentido de determinar a idade e a taxa de crescimento das árvores, com vista à estimativa da biomassa disponível para valorização energética. A utilização de um corante facilita a leitura dos anéis de crescimento @Lurdes Silva.

Paleolimnologia nos Açores

A história ambiental escondida no fundo das lagoas

Vitor Gonçalves, Pedro Raposeiro

20 de dezembro de 2015



Pereira, C.L., Raposeiro, P.M., Costa, A.C., Bao, R., Giralt, S., Gonçalves, V. (2014).
Hydrobiologia 730: 93–112.

A paleolimnologia surgiu no século XIX, tendo-se desenvolvido nos finais do século passado como uma das disciplinas chave dentro da limnologia (estudo dos ecossistemas aquáticos interiores – rios, lagos, albufeiras, etc.). Durante o século XX, os limnólogos começaram a colher sedimentos de lagos com o objetivo de interpretar os dados estratigráficos dos fósseis de plantas e animais como um registo da história dos lagos. Os sedimentos dos lagos contêm registos arqueológicos detalhados de como os eventos naturais e as atividades humanas têm afetado a esses ecossistemas. A análise desses registos é revelada através da paleolimnologia. A paleolimnologia é, em muitos aspectos, análoga à arqueologia que reconstrói civilizações passadas examinando a estratificação dos seus vestígios. Os registos paleolimnológicos são importantes no fornecimento de dados de base para a avaliação das alterações causadas por atividades humanas locais, como as alterações do uso dos solos, extração de água, poluição da água e ar, mas também das provocadas por modificações globais como as alterações climáticas. Os sedimentos dos lagos contêm uma variedade de restos vegetais e animais e para elementos químicos, tais como carbono, fósforo, enxofre, ferro, e manganês, que são armazenados em concentrações variadas dependendo das actividades que ocorreram na altura em que cada camada de sedimento foi formada. Assim, as alterações no perfil sedimentar gravam, inevitavelmente, uma parte significativa da história do lago, da sua bacia hidrográfica e de outros fatores ambientais determinantes para a composição e funcionamento dos mesmos.



Figura 5 - O sedimento dos lagos conserva restos de organismos que viveram no passado sujeitos a diversas condições ambientais; o estudo desses restos biológicos permite reconstituir mudanças na bacia hidrográfica, na qualidade da água e no clima.

Alguns trabalhos já publicados demonstram a importância dos estudos paleolimnológicos nos Açores. Através desta abordagem foi possível esclarecer o carácter nativo ou introduzido de algumas espécies da flora açoriana, o impacto das actividades humanas na modificação dos ecossistemas, o efeito de espécies invasoras nas cadeias tróficas dos lagos, a reconstrução de características químicas da água em tempos passados, a validação ou rejeição de locais candidatos a referências de qualidade no âmbito do sistema de avaliação ambiental implementado pela Diretiva Quadro da Água ou os efeitos do clima nos ecossistemas.

O potencial da paleolimnologia nos Açores é enorme. O estudo dos processos sedimentares e dos padrões de deposição dos diversos elementos que formaram as lagoas ao longo dos milhares de anos desde a sua formação podem fornecer conhecimento sobre diversas temáticas, desde a evolução do estado ecológico às alterações climáticas passando pela história vulcânica das ilhas.

O envolvimento de equipas multidisciplinares (geólogos, geoquímicos, sedimentólogos, biólogos, climatólogos) é cada vez mais importante em paleolimnologia pois a análise de

sedimentos baseada num único elemento pode produzir uma análise deformada do perfil sedimentar. Na componente biológica, o conhecimento da ecologia dos restos fósseis de organismos encontrados nos sedimentos das lagoas é fundamental para a interpretação das causas da sua variação no registo sedimentar. Uma das abordagens para a obtenção deste conhecimento é o desenvolvimento de modelos ecológicos que relacionem os organismos presentes na superfície dos sedimentos (que vivem nas condições

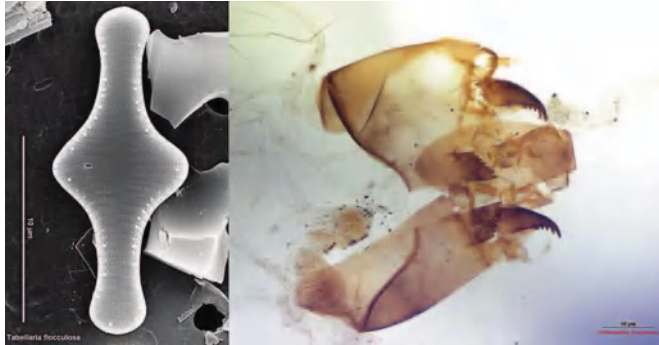


Figura 6 - Fósseis de diatomácea (*Tabellaria flocculosa*) e quironómido (*Orthocladius fuscimanus*) frequentes nos sedimentos das lagoas dos Açores.

do presente) com as características ambientais atuais. Estudos efetuados por investigadores do CIBIO-Açores em 41 lagoas dos Açores mostraram que as diatomáceas (grupo de algas cujas paredes celulares ficam preservadas nos sedimentos) e os quironómídeos (grupo de insetos que inclui mosquitos cujas larvas vivem na água) presentes nos sedimentos estão relacionados não só com as características químicas da água das lagoas, como, também, com a sua profundidade e com o isolamento geográfico das ilhas. Estudos como este são fundamentais para a interpretação dos registos sedimentares de forma a permitir a reconstrução da evolução do estado ecológico das lagoas identificando as pressões ambientais, principalmente de carácter antrópico, responsáveis pela degradação dos ecossistemas e a reconstrução do clima nos últimos 15.000 anos, com particular destaque para a influência da Oscilação do Atlântico Norte (NAO) nas condições climáticas nos Açores e na Europa.

A importância dos estudos de impacto das atividades turísticas sobre os padrões comportamentais dos cetáceos

Arianna Cecchetti, José Azevedo

28 de fevereiro de 2016



O impacto das atividades turísticas no comportamento dos cetáceos é um assunto que tem sido estudado em diferentes áreas geográficas e para diferentes espécies. Trata-se de um tema que recentemente está a tornar-se ainda mais importante devido ao grande desenvolvimento das atividades de observação de cetáceos em certas regiões, como as Canárias, assim como de práticas mais intrusivas, como a natação com golfinhos.

Resultados de vários estudos indicam que a presença de barcos turísticos induz mudanças na direção e na velocidade de deslocação dos animais, na coesão dos grupos, na atividade comportamental e na frequência das vocalizações. Tais mudanças são classificadas como efeitos a curto prazo, detetáveis durante ou pouco depois da interação com os barcos. O que se define como impacto são os efeitos a longo prazo que influenciam a fisiologia e biologia dos indivíduos e das populações. Tais efeitos só podem ser detetados conhecendo os parâmetros naturais das populações estudadas, a partir dos quais é possível inferir mudanças biológicas.

Do ponto de vista da conservação a questão é saber se e como as atividades turísticas têm efeitos a longo prazo, ou seja, se afetam a taxa de sobrevivência das populações.

Os efeitos a curto prazo acima descritos podem relacionar-se com o impacto efectivo na medida em que os níveis energéticos podem ser afetados, criando desequilíbrio a nível metabólico. Com base nesta relação e considerando a dificuldade em conhecer o impacto efectivo em tempo real (devido também na maioria dos casos à falta de informações exaustivas sobre as populações interessadas), os efeitos a curto prazo são frequentemente usados como indicadores para compreender os possíveis efeitos a longo prazo.

A grande variedade de espécies de cetáceos que se pode encontrar nos Açores permitiu o desenvolvimento do setor marítimo turístico e em particular das atividades de observação de cetáceos. Essa grande biodiversidade precisa, no entanto, de ser acompanhada através de programas de monitorização que permitam avaliar o impacto da atividade, para garantir por um lado o bem-estar dos animais e por outro a continuidade das atividades.



No âmbito de um estudo que tem como objetivo investigar os efeitos do turismo sobre os padrões comportamentais dos golfinhos comuns foram efetuadas observações a partir

de terra na costa sul de São Miguel. O golfinho comum é a espécie mais representativa das atividades turísticas de observação. Trata-se de uma espécie de golfinho que se encontra durante todo o ano ao redor de todas as ilhas do arquipélago. Pode-se encontrar em associação com outras espécies como o golfinho riscado e o golfinho pintado, em particular durante a atividade de alimentação.

Comparando padrões comportamentais em presença e na ausência de barcos, registou-se uma diminuição do tempo passado na atividade de alimentação. Também se viu que as atividades de menor gasto energético, como o descanso, tendem a diminuir em situações de interação. A atividade de alimentação é biologicamente fundamental para garantir a aquisição de energia metabólica e uma redução no tempo dedicado a esta atividade pode afetar o bem-estar e até a sobrevivência dos indivíduos. Também é importante considerar que as presas estão distribuídas heterogeneamente no meio marinho; por isso os predadores como os golfinhos são forçados a reservar uma porção importante de energia só para a deslocação e a procura destas.



Considerando o futuro desenvolvimento do turismo nos Açores é essencial que as empresas de observação dos cetáceos tenham o menor impacto possível. Só a monitorização regular pode confirmar se os efeitos a curto prazo documentados neste estudo afetam negativamente as populações de golfinho comum e, por essa via, a sustentabilidade da indústria.

Tradição, turismo e ciência

A aproximação entre ciência e turismo ocorre no interesse de ambas as partes em conhecer mais a fundo os recursos vivos para salvaguardar a sua exploração sustentável. Este encontro reflete-se também no ponto de vista estreitamente logístico. As vigias, utilizadas no passado para a caça à baleia e que estão no centro das atividades de observação de cetáceos nos Açores, são também uma plataforma muito útil de recolha de dados científicos. O presente estudo demonstra a necessidade de valorizar as vigias e as observações que lá se fazem e que lá se podem fazer.

Alterações climáticas

Perante o presente, repensar o futuro

Maria G. Meirelles

13 de março de 2016



Nos últimos 40 anos tem sido atribuída grande importância à ciência das alterações climáticas, sendo que nas últimas duas décadas este tema tem sido motivo de grandes conferências internacionais, como as várias conferências das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas (COP), já realizadas em diversos países. A última conferência, a COP – 21, decorreu entre novembro e dezembro de 2015, em Paris. Nesta, estiveram envolvidos 196 países, 40.000 participantes e cerca de 3.000 jornalistas. Como resultado foi adotado, por consenso, um novo acordo global, que procura combater os efeitos das mudanças climáticas, bem como reduzir as emissões de gases com efeito de estufa.

Outra das referências mais citadas nas discussões sobre alterações climáticas é o *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC). Este foi criado em 1988, pela *World Meteorological Organization* (WMO) e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, com o objetivo de reunir e divulgar a investigação realizada a nível mundial e produzir relatórios de avaliação regulares e publicações técnicas. Nesses relatórios está contida a fundamentação científica das alterações climáticas, os seus impactos e riscos futuros, e, ainda, opções para a adaptação e a sua mitigação. Em 2014 foi divulgado o 5.º Relatório, no qual é referido que “os cientistas estão mais seguros do que nunca de que o ser humano é o maior responsável pelo aumento recente da temperatura da Terra”. O clima da Terra, sabemos, não é estático. Ao longo da sua existência, que ronda aproximadamente os 4600 milhões de anos, têm sido observadas variações naturais significativas, atribuídas a vários tipos de forçamentos externos e internos sobre o sistema climático. Sistema este composto por cinco subsistemas - atmosfera, hidrosfera, criosfera, litosfera e biosfera - que interagem entre si através de fluxos de massa e de energia. Desde há cerca de 5 milhões de anos encontramos-nos numa época glacial, caracterizada pela presença de gelos permanentes no Ártico e na Antártica, na qual se verificam oscilações entre períodos glaciares frios e períodos glaciares mais quentes. A estas oscilações está associada uma periodicidade da ordem dos 10.000 anos.

Os forçamentos externos anteriormente mencionados referem-se à variação orbital da Terra, atividade solar, impacto de meteoritos, deriva dos continentes e tectónica das placas, assim como a atividade vulcânica. Já para os forçamentos internos destacam-se o albedo, a composição atmosférica e a variação da concentração dos seus componentes, intercâmbio de energia entre as massas de água e a atmosfera, circulação atmosférica, correntes marítimas, continentalidade, vegetação e impactos antropogénicos.

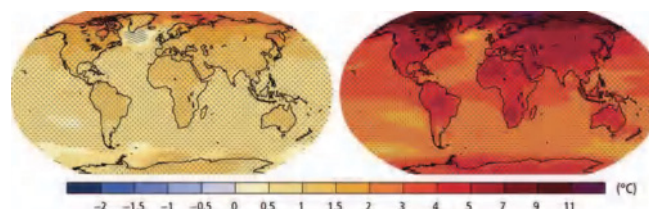


Figura 1 - Variação da temperatura média à superfície para o período 2081-2100, baseada no modelo RCP8.5 de projeções em relação ao período 1986-2005 no âmbito do modelo RCP2.6. Fonte: Climate Change, 2014, IPCC.

Presentemente, grande parte da comunidade científica admite que o mundo está ficando globalmente mais quente (Figura 1) e que este aquecimento se deve à emissão de gases com efeito de estufa para a atmosfera, sendo estes provenientes das atividades humanas. São também previstas variações globais no padrão espacial e temporal da precipitação (Figura 2).

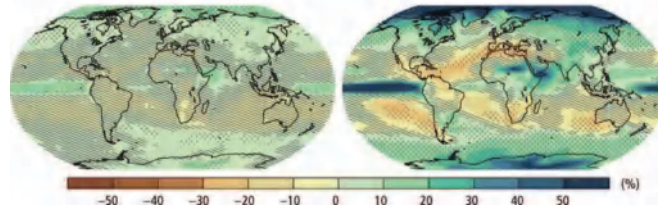


Figura 2 - Variação da precipitação média para o período 2081-2100, baseada no modelo RCP8.5 de projeções em relação ao período 1986-2005 no âmbito do modelo RCP2.6. Fonte: Climate Change, 2014, IPCC.

Segundo a Organização Meteorológica Mundial, 2016 deverá ser o ano em que a concentração de dióxido de carbono na atmosfera ultrapassará em média as 400 partes por milhão (400 cm^3 de CO_2 por 1.000.000 cm^3 de ar). A National Aeronautics and Space Administration (NASA) anunciou que 2015 foi o ano mais quente desde o início das medições da temperatura à superfície da Terra, o que ocorreu em 1880. Salientou ainda que desde 2000 já enfrentamos 14 dos 15 anos mais quentes de que há registo. Em novembro de 2015, o Met Office (Instituto Oficial de Meteorologia e Clima do Reino Unido) divulgou que no final do mesmo ano o aquecimento da Terra deveria ultrapassar a meta de 1 grau em relação à era pré-industrial, o que representa a entrada das alterações climáticas no chamado “território desconhecido”. Portugal não está alheio a estas alterações e, de acordo com o Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA), o ano de 2015, para Portugal Continental, foi extremamente seco e muito quente. O valor médio anual da temperatura média do ar foi superior ao valor normal medido no corte cronológico de 1971-2000, sendo o 7.º ano mais quente desde 1931 e o 2.º desde 2000. Simultaneamente, para o valor médio da precipitação total, o ano de 2015 foi o 6.º mais seco desde 1931 e o 4.º mais seco desde 2000. Nos Açores, verificou-se que, para dez meses do referido ano, a temperatura média do ar observada na maioria das três estações de referência (Observatório Afonso Chaves – São Miguel, Observatório José Agostinho – Terceira e Estação Aeroporto – Flores) apresentou desvios positivos em relação ao período 1961-1990. Os meses de Fevereiro Junho e Julho apresentaram mesmo valores de desvios da temperatura média do ar que ultrapassaram os valores dos últimos 15 anos. Ainda para o ano de 2015, mas em relação ao parâmetro meteorológico precipitação, este apresentou valores inferiores aos registados no período 1961-1990, para sete meses do ano e na maioria das estações de referência.

As projeções de clima futuro são geradas por modelos climáticos que seguem as leis da Física. A sua maior incerteza, na verdade, não é a imperfeição destes modelos, mas sim o facto de não sabermos a trajetória futura das emissões de gases de efeito de estufa.

Contributos científicos para um desenvolvimento (mais) sustentável nas Regiões Ultraperiféricas Europeias (RUP)

Artur Gil

30 de outubro de 2016



Gil, A. (2016). *Islands Studies Journal*, 11(1): 5-8.

As Regiões Ultraperiféricas Europeias (RUP) constituem territórios que são parte de um Estado-Membro da União Europeia (UE) mas que se situam geograficamente fora da Europa Continental. Em Maio de 2016, nove territórios beneficiavam desse estatuto, nomeadamente: Guiana Francesa, Guadalupe, Martinica, Maiote, Reunião, Saint-Martin (França), Açores, Madeira (Portugal), e Canárias (Espanha). Em 2011, cerca de 4,5 milhões de pessoas viviam nas RUP, representando 0,9% da população da UE. Todas as RUP são ilhas ou arquipélagos, à exceção da Guiana Francesa.

O Desenvolvimento Sustentável em Ilhas constitui um dos maiores desafios da atualidade, dada a necessidade de compatibilizar a proteção dos seus ecossistemas com um desenvolvimento socioeconómico que assegurem em conjunto uma boa qualidade de vida aos seus habitantes e visitantes. No entanto, o Desenvolvimento Sustentável em Ilhas em geral, e nas RUP em particular, depara-se com obstáculos de várias ordens de natureza ambiental (grande variabilidade do relevo e do clima; escassez de recursos naturais disponíveis, incluindo o próprio território disponível), geográfica (insularidade, isolamento) e económica (grande dependência económica aliada a uma gama geralmente reduzida de bens produzidos e exportáveis). A todos estes fatores deverão ser ainda adicionadas as principais ameaças vigentes à sustentabilidade ambiental nestes territórios, nomeadamente as alterações climáticas, a degradação da orla costeira, a perda acelerada de biodiversidade, a proliferação de espécies exóticas invasoras, a poluição dos solos e a cada vez mais problemática gestão de resíduos.



Figura 1 - Fotografia da Fajã de S. Cristo (Ilha de São Jorge) - Capa do Volume 11, N.º 1 do ISJ (@ Paulo Borges)

Todas estas limitações evidentes têm sido alvo de mitigação por parte das políticas de coesão territorial da própria União Europeia, com maior ou menor sucesso consoante a

RUP em causa. De modo a alterar o paradigma (negativo) dominante, centrado nas limitações e obstáculos existentes nas RUP, a comunicação da Comissão Europeia intitulada “As Regiões Ultraperiféricas – uma mais-valia para a Europa” (COM(2008)/642), advogou para estas regiões a assunção definitiva de uma abordagem alternativa, (positivamente) focada no seu potencial contributo específico (e especial) e papel estratégico no desenvolvimento e crescimento global da UE. A nova prioridade estratégica passou a ser a conversão das limitações naturais das RUP em mais-valias evidentes para a Europa. Por exemplo, o enquadramento único de ordem geográfica, ambiental e geológica das RUP fazem destes territórios “laboratórios vivos” privilegiados para estudos holísticos no domínio dos impactes das alterações climáticas. A sua biodiversidade e ecossistemas singulares podem também propiciar um alto grau de inovação e empreendedorismo de base tecnológica em áreas altamente competitivas como a biotecnologia, energia, aquacultura e agroindústria.

Todas estas circunstâncias fazem com que as políticas visando o Desenvolvimento Sustentável, Ordenamento do Território, Planeamento Ambiental e Conservação da Natureza nas RUP (e em todas as ilhas em geral) constituam um fantástico desafio em termos técnicos, tecnológicos, políticos, e sobretudo científicos. Foi com base neste pressuposto e respetivo enquadramento que foi organizada a edição de uma secção temática especial da prestigiada revista científica internacional “Island Studies Journal (ISJ)” subordinada ao tema “Desenvolvimento Sustentável e Conservação Ambiental nas Regiões Ultraperiféricas Europeias”, publicada em Maio de 2016 no Volume 11, N.º 1 da referida revista.

Esta secção especial do ISJ inclui cinco artigos científicos que descrevem, questionam e analisam de forma multidisciplinar relevantes problemáticas associadas a diferentes sistemas socio-ecológicos de natureza terrestre e costeira existentes nas RUP, nomeadamente nos Açores e nas Canárias (Espanha). Estes estudos propõem novos conceitos, abordagens, estratégias e modelos visando o desenho, a implementação e a monitorização de melhores e mais eficazes políticas de Ordenamento do Território e Planeamento Ambiental (ocupação e uso do solo, urbanismo, gestão integrada da zona costeira), Conservação da Natureza (planeamento e gestão de áreas protegidas), e Gestão dos Recursos Naturais (renováveis e não renováveis: água, pesca, energia) nas RUP, rumo a um Desenvolvimento (mais) Sustentável que seja efetivamente a consequência lógica de um sistema de apoio à decisão fortemente suportado por evidências científicas e fortalecido por eficazes mecanismos de apoio à participação pública.

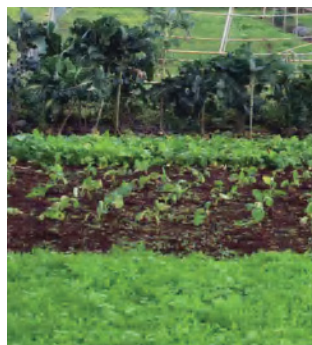
Os espaços verdes em ambiente urbano têm um papel fundamental no contributo que dão para a qualidade de vida das populações das nossas vilas e cidades. Entre os espaços verdes, encontram-se os jardins, parques e as hortas urbanas – formas de recriar a natureza no meio das cidades. Estes espaços contribuem para a sustentabilidade ambiental, através da preservação e promoção da biodiversidade, da qualidade do ar e da saúde humana.

Após um longo período de afastamento das populações, particularmente das residentes em meio urbano, em relação às práticas agrícolas, assistimos hoje a nível mundial a uma intensa reaproximação à terra por via das hortas urbanas. Esta corrente tem sido promovida maioritariamente pelas autarquias e por organizações não-governamentais.

Hoje, nas grandes cidades europeias, e nas cidades portuguesas também (e.g. Lisboa, Porto, Braga), são distribuídos talhões para a prática de agricultura. À primeira vista parece uma prática muito louvável, saudável e economicamente recomendável. Porém, esta é uma matéria alvo de grande preocupação para a comunidade científica internacional que atua na área da saúde ambiental. As perguntas que se colocam são – Que solos são distribuídos às pessoas para aí produzirem os seus legumes? Em que medida os produtos hortícolas cultivados nestes solos representam um perigo para a saúde de quem os consome?

Por um lado, estes espaços, devido às características físico-químicas dos solos, à incorporação de matéria orgânica e às práticas agrícolas, apresentam maior riqueza microbológica e diversidade de outros organismos, contribuindo para o suporte das cadeias tróficas e para a sustentabilidade ambiental das cidades. Por outro lado, por se tratar de áreas com longa história de uso para fins industriais e de acumulação contínua de resíduos (séculos, e por vezes milénios, de ocupação humana), e décadas de exposição a tráfego rodoviário, os solos apresentam cargas elevadíssimas de elementos perigosos, tais como metais pesados.

Se é verdade que as plantas têm a capacidade para extrair do solo os elementos essenciais (elementos químicos presentes nos seres vivos em concentrações relativamente constantes, e cuja carência provoca anomalias fisiológicas e/ou estruturais – e.g. zinco, cobre e magnésio), não é menos verdade que também absorvem do solo e acumulam nas suas folhas, caules e raízes elementos que são nocivos para elas e particularmente para quem as consome. Estes elementos, tais como cádmio, mercúrio, chumbo, arsénio, crómio, entre outros, ocorrem em concentrações muito elevadas em solos de ambientes urbanos com longa história de ocupação humana.



Assim, antes de se disponibilizar uma determinada área urbana para fins agrícolas, as entidades promotoras devem procurar responder a algumas perguntas básicas que

conduzam à produção de uma ficha técnica que garanta a qualidade e a segurança alimentar dos produtos que aí vão ser cultivados. A saber:

- Características físico-químicas do solo;
- Concentração de metais pesados, em particular cádmio, chumbo, mercúrio;
- Qual o grau de biodisponibilidade destes metais pesados - em que medida estão acessíveis para serem absorvidos pelas plantas?
- Proximidade de vias com elevado tráfego rodoviário;
- Proximidade a unidades industriais ou outras fontes de poluição.

Quem incentiva, gere e supervisiona o processo de atribuição de terrenos para hortas urbanas são as autarquias – devem ser estas também a ter os cuidados necessários para que estas actividades sejam efectivamente positivas e não verdadeiras armadilhas silenciosas em termos de segurança alimentar.

Vários estudos têm sido desenvolvidos nas cidades de Lisboa e Braga, com o patrocínio das respetivas autarquias e universidades, com vista à monitorização da qualidade dos solos das hortas urbanas e dos legumes que nelas são produzidos.

Mas o facto de uma determinada área possuir solo impróprio para produção de alimentos, não significa que não possa ser utilizada para instalar jardins ou outras áreas de lazer. Mesmo assim, em países desenvolvidos, a preocupação com a qualidade dos solos mantém-se, uma vez que as crianças nas suas actividades lúdicas contactam directamente com o solo e levam frequentemente as mãos à boca.



Alterações Climáticas

O Valor Estratégico da Região Açores

Paulo Fialho

11 de janeiro de 2015



A crescente preocupação com as *alterações climáticas* tem levado à expansão da rede de monitorização da atmosfera (GAW) na sua vertente química e física. Esta rede tem na sua base as diversas plataformas terrestres de observação da atmosfera que se encontram associadas aos Serviços Nacionais de Meteorologia e de Hidrologia (SNMH) dos diversos países envolvidos no programa.

A Organização Mundial de Meteorologia (OMM) pediu aos seus membros (os SMH) que fossem tidas em consideração as medidas da composição química da atmosfera, encorajando-os a integrarem nas suas atividades a observação da composição química da atmosfera.

A criação e manutenção de plataformas terrestres para a monitorização da atmosfera, tanto na sua vertente física como química, assenta em duas premissas:

1. Infraestruturas que reúnam as condições necessárias para: o desenvolvimento de protótipos para novos instrumentos de medida; a realização de campanhas para medição simultânea de um vasto leque de espécies gasosas e aerossóis (os resultados obtidos com este tipo de estudos permitem, não só expandir de uma maneira seletiva a base de dados de informação experimental, como conduzir à identificação de novos processos/mecanismos atmosféricos); a preparação de campanhas para a melhoria da instrumentação e/ou das metodologias utilizadas no processamento do sinal.
2. Infraestruturas que permitam: a monitorização contínua (por períodos de tempo muito longos, como sejam várias décadas) a um custo relativamente baixo; a monitorização simultânea de um grande número de parâmetros físicos e químicos; a garantia de um elevado controlo das condições de calibração da instrumentação e da qualidade das medidas.

Embora a monitorização realizada seja, em rigor, representativa apenas do local onde estas se inserem, o potencial de alargamento da representatividade dos resultados a uma região mais vasta, bem como do alcance da interpretação dos impactos que aquela área sofre como resultado das emissões das regiões vizinhas, depende da singularidade da localização da estação e da qualidade do ambiente que a envolve. Tendo em consideração estas singularidades a rede GAW classifica-a como:

- *participante* - não monitoriza todos os parâmetros necessários ao programa GAW e/ou com a regularidade necessária;
- *regional* - as condições geográficas e ambientais não permitem que a informação recolhida possa ser utilizada fora do âmbito regional – situação comum às estações de monitorização da qualidade do ar;
- *global/remota* - por oposição às *regionais*, a informação aí recolhida pode ser utilizada como representativa de uma vasta área do globo, permitindo que esta possa contribuir de forma significativa para a modelação à escala global.

As **estações globais** caracterizam-se por:

- Se situarem em zonas remotas.
- Terem valores de fundo para os elementos poluentes muito baixos.

- Nelas se medir continuamente e por várias décadas, um vasto conjunto de parâmetros atmosféricos.

O número de estações terrestres tem vindo a aumentar, sendo de salientar o esforço levado a cabo para incrementar o número de estações globais. Atualmente são 33 (Figura 1) e, destas, 10 (triângulos vermelhos) são estações que operaram com uma cobertura significativa ao longo do ano acima da camada de nuvens (altitude superior a 1500 m a.s.l.) ideal para estudar os processos e o impacto do transporte a longas distâncias. Das 10, somente uma se situa no meio de uma região oceânica permitindo a realização de estudos sobre a atmosfera marítima (Mauna Loa, no Oceano Pacífico). Na região do Atlântico Norte, não existe nenhuma equivalente, uma vez que a estação de Izaña se encontra demasiado perto do continente africano.

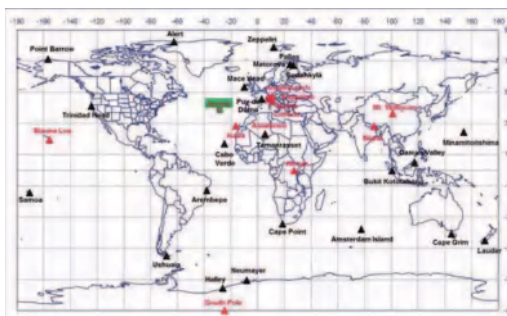


Figura 1 - Distribuição espacial das 33 estações globais do programa GAW (triângulos pretos e vermelhos). Os triângulos a vermelho representam as 10 estações acima dos 1500 m que têm condições para poder operar acima das nuvens. O quadrado verde com a cruz vermelha, representa a estação da Montanha do Pico.

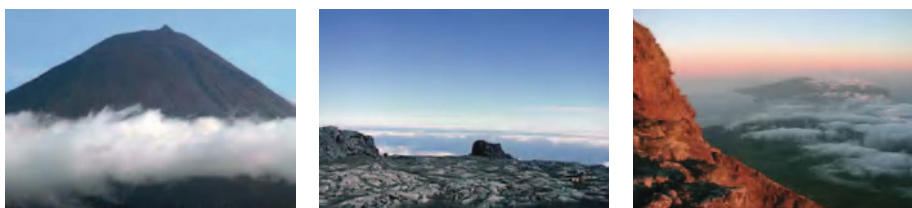


Figura 2 - Cratera no topo da montanha do Pico, acima da camada de nuvens.

A dificuldade em encontrar zonas do planeta que possam cumprir com os dois primeiros requisitos das estações globais salienta a importância das mesmas e os Açores, uma região no meio do Oceano Atlântico com emissões antropogénicas insignificantes, cumpre estes requisitos, acrescentando a singularidade da montanha do Pico ter, aos 2225 m, uma extensa cratera plana que se encontra frequentemente acima das nuvens (Figura 2).

O observatório experimental, instalado na cratera da montanha do Pico (Figura 3), tem servido para demonstrar o valor científico da informação aí recolhida, informação esta que já deu origem à publicação de 22 artigos em revistas internacionais.



Figura 3 - Estação da montanha do Pico situada na cratera do vulcão.

Decomposição de detritos vegetais em sistemas aquáticos insulares

Impacto das alterações ambientais no funcionamento dos
ecossistemas

Pedro Raposeiro, Vítor Gonçalves

2 de abril de 2017



No arquipélago dos Açores os ecossistemas aquáticos são um elemento constante da paisagem. Estes sistemas, e em especial as ribeiras, são geralmente ensombrados pela densa vegetação inibindo a produção primária por falta de luz para a realização de fotossíntese. Contudo, esta vegetação fornece às comunidades aquáticas uma fonte alternativa de energia e nutrientes na forma de restos vegetais, especialmente folhas. Estes detritos vegetais são decompostos por microrganismos e invertebrados, permitindo a reciclagem de nutrientes e a incorporação de biomassa na cadeia alimentar local.

Em ilhas oceânicas, como as do arquipélago dos Açores, as barreiras biogeográficas têm um papel fundamental na composição das comunidades bióticas limitando a dispersão e colonização da maioria dos organismos, incluindo os invertebrados aquáticos que participam no processo de decomposição. No entanto, existe pouca informação sobre os processos de decomposição nos sistemas aquáticos insulares.

Por outro lado, a decomposição dos detritos vegetais é sensível às mudanças ambientais que afetam a atividade dos microrganismos e invertebrados interferindo com o processo de decomposição. Por exemplo, o uso de fertilizantes agrícolas, as descargas de águas residuais, a alteração do coberto vegetal (especialmente por espécies fixadores de azoto) ou as alterações climáticas podem afetar as características da água, como a concentração de nutrientes ou a temperatura, alterando a composição e abundância dos organismos decompositores e a taxa de decomposição.



Para elucidar estes processos o grupo de ecologia das águas interiores da Universidade dos Açores (CIBIO Açores) tem desenvolvido vários trabalhos experimentais de decomposição em sistemas aquáticos insulares. Folhas de diferentes espécies de plantas foram incubadas em sacos de rede com malha fina (0,5 mm; impede a entrada de invertebrados) e grossa (10 mm, permite a entrada de invertebrados) de forma a avaliar a decomposição efectuada pelos dois tipos de comunidades (microrganismos e invertebrados) em ribeiras e lagoas com diferentes características físico-químicas da água.

Verificou-se que a taxa de decomposição foi semelhante entre os sacos de malha fina e grossa, indicando que os microrganismos, especialmente os fungos aquáticos, têm um papel fundamental na decomposição dos detritos vegetais, ao contrário dos invertebrados que parecem ter um contributo reduzido para a decomposição nos sistemas aquáticos insulares. Diferentes espécies de folhada têm diferentes taxas de decomposição, sugerindo que as características intrínsecas da folhada têm um papel chave neste processo. De facto, espécies com folhada mais mole (menos elementos recalcitrantes) e mais nutritivas (com concentrações mais elevadas de fósforo, azoto e carbono), decompõem mais depressa do que folhada mais dura e menos nutritiva. As taxas de decomposição e as comunidades de microrganismos e invertebrados variam entre ribeiras e lagoas, indicando que as condições ambientais são importantes moderadores das atividades biológicas nos sistemas aquáticos insulares.



Estes resultados sugerem que alterações no coberto vegetal ou na concentração de nutrientes na água poderão afectar o funcionamento dos sistemas aquáticos com consequências para toda a biodiversidade que depende da decomposição da folhada. Uma estimulação ou inibição da decomposição de detritos vegetais poderá levar à diminuição ou aumento de alimento para a cadeia trófica a nível local. Isto é um motivo de preocupação crescente no Arquipélago dos Açores onde vastas áreas de floresta nativa foram substituídas por plantações de produção (Criptoméria) e/ou invadidas por espécies exóticas (por exemplo, Acácia, Incenso e Eucalipto). Assim, são necessárias medidas de mitigação, nomeadamente a recuperação dos corredores ripários de vegetação nativa que contribuiriam com a entrada de detritos vegetais de origem nativa e funcionariam como um tampão limitando os efeitos da alteração do coberto vegetal nas comunidades e nos processos aquáticos. Neste sentido, é fundamental uma protecção ativa dos ecossistemas insulares devido à importância dos serviços que estes sistemas prestam à sociedade, nomeadamente o fornecimento de água, atividades recreativas, turísticas e culturais, contribuindo direta e indiretamente para a economia regional.

Mergulho com tubarões nos Açores

Uma alternativa sustentável?

Paulo Torres

30 de abril de 2017



Torres P., Bolhão N., Tristão da Cunha R., Vieira J.A.C., Rodrigues A.S. (2017). *Journal of Nature Conservation*, 36: 20-28.

O tubarão e o Homem partilham uma longa história evolutiva, sempre com algum receio associado, imortalizado em mitos populares, fábulas e produções cinematográficas. Contudo, contrariamente à crença popular, apenas alguns tubarões são considerados perigosos e, mesmo esses, são perseguidos por uma fama e terror largamente exagerados, intemporais e, sobretudo, injustificáveis. Apesar desta nossa visão enfiada, a verdade é que os tubarões desempenham um papel fundamental nos ecossistemas marinhos e constituem importantes recursos marinhos amplamente utilizados pelo Homem, principalmente através da sua captura. Estas espécies possuem um crescimento muito lento, uma fecundidade baixa e longas gestações, o que os torna particularmente susceptíveis à exploração. A esta realidade associa-se, muitas vezes, uma pressão social resultante do medo irracional, contribuindo para uma perseguição intensa com consequências negativas para muitas destas espécies, algumas em risco de extinção.

Nas últimas décadas, o olhar dramático e receoso sobre os tubarões tem vindo a alterar-se, dando lugar a uma atividade paradoxal, a observação de tubarões no seu habitat natural, com muitos mergulhadores dispostos a quase tudo para chegar o mais próximo possível de espécies de todos os temperamentos e tamanhos. Como resultado, os tubarões tornaram-se atrações importantes em muitos locais pelo mundo contribuindo consideravelmente, de forma directa e indirecta, para a economia de muitos países. De acordo com um estudo recente, esta indústria gera, anualmente, cerca de 300 milhões de euros, produzindo 10.000 novos empregos. Esta nova perspectiva de exploração sustentável destas espécies tem um grande potencial económico contribuindo, ao mesmo tempo, para a sua conservação.

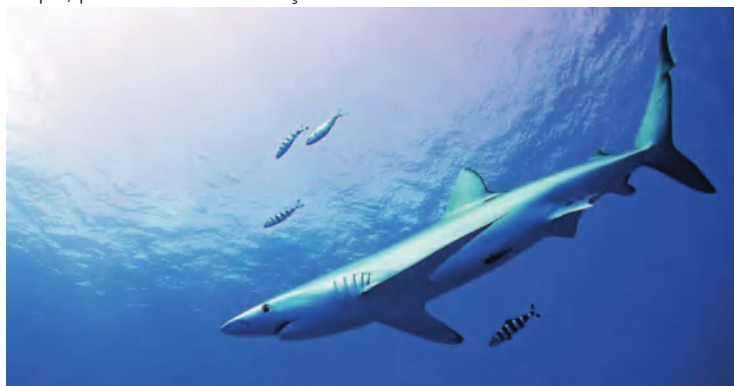


Figura 1 - Tubarão-azul *Prionace glauca*. (© CW)

O mergulho de tubarões é uma actividade relativamente recente no Arquipélago (começou em 2011) realizada maioritariamente no Pico e no Faial. O tubarão-azul *Prionace glauca* (Figura 1) e o tubarão-mako *Isurus oxyrinchus* são as principais atrações de uma experiência única e intensa no meio do Oceano Atlântico que pode durar cerca de 90 minutos e contar com a participação de um número razoável de tubarões (por vezes 5,6). Este mergulho é realizado em águas com profundidades de cerca de 200 m (no meio do

“azul”) com uma grande visibilidade. Para atrair os tubarões, os operadores usam baldes de *chum* (isco), baldes de plástico perfurado que contêm uma mistura de sangue, atum e sardinhas cortadas. Quando um tubarão chega, os mergulhadores entram na água um por um e mantêm-se agarrados a cabos de 10 m de comprimento (um na frente e outro na parte de trás do barco – Figura 2).

No início deste ano, foi publicado o primeiro artigo científico que se concentra em temáticas especificamente relacionadas com esta nova actividade. De acordo com este trabalho, desenvolvido por investigadores da Universidade dos Açores (PDL), esta indústria tem vindo a crescer significativamente e, só em 2014, gerou cerca de 2.000.000€, montante que facilmente poderá já ter sido ultrapassado, tendo em conta o aumento substancial do turismo a que se tem assistido na região. Os participantes desta experiência são maioritariamente Europeus e a grande maioria (97%) não sentiu qualquer forma de intimidação ou receio durante todo o mergulho. Todos estariam dispostos a pagar mais pelo privilégio de usufruir desta actividade, desde que esse valor extra fosse utilizado na protecção destas magníficas espécies.



Figura 2 - Posicionamento dos mergulhadores durante a experiência. (© CW)

A sustentabilidade de qualquer estratégia de gestão baseia-se num equilíbrio entre experiências de alta qualidade e a mitigação de potenciais efeitos negativos. Neste contexto, a importância da pesca não pode ser subestimada e deve ser abordada com algum cuidado, principalmente tendo em conta que estas espécies migratórias são capturadas por embarcações e frotas regionais, nacionais e internacionais. Como tal, a sua captura deverá ser gerida a nível global de modo a garantir a presença de indivíduos nos locais de observação. Para além disso, todos os operadores de mergulho deverão contribuir para o desenvolvimento da actividade garantindo, o quanto possível, a segurança dos clientes e a integridade dos animais.

Embora um tubarão morto seja um recurso valioso, um tubarão vivo tem um potencial inquantificável para os Açores se explorado de forma sustentável contribuindo, ao mesmo tempo, para a conservação destas espécies emblemáticas que despertam e transportam uma curiosidade receosa, inerente e intemporal.

A evolução dos elasmobrânquios (tubarões e raias), ao longo de aproximadamente 450 milhões de anos, deu origem a numerosas espécies bem-sucedidas, desenvolvendo ao mesmo tempo certos atributos (crescimento lento, elevada longevidade, maturação sexual tardia e baixa fecundidade) que as tornaram particularmente susceptíveis a actividades humanas como a pesca, a degradação do habitat e a poluição.

As raias e as jamantas pertencem à superordem Bathoidea e estão distribuídas por 13 famílias e mais de 574 espécies. Estas espécies distinguem-se dos tubarões sobretudo por razões morfológicas, apresentando, geralmente, um corpo achatado dorsoventralmente, com as fendas branquiais na região ventral, e barbatanas peitorais fundidas com a cabeça. Vivem, normalmente, associadas ao fundo do mar (demersais), embora algumas, como a jamanta, sejam pelágicas.

Este grupo tem sofrido uma intensa pressão por parte da indústria pesqueira um pouco por todo o mundo. Como tal, e tendo em conta a sua vulnerabilidade à exploração comercial, nos últimos anos tem havido uma crescente pressão, quer a nível nacional quer internacional, para regulamentar a exploração comercial das várias espécies de raias. Em Portugal, estas espécies constituem capturas acessórias de pescarias com diferentes espécie-alvo.

Nos Açores, estão registadas cerca de 13 espécies de raias e jamantas, pertencentes a 3 grupos (ordens): os Torpediniformes (rais eléctricas), os Rajiformes (as raias mais comuns) e os Myliobatiformes (ratões, uges e jamantas). Algumas espécies têm uma inegável importância sócio-económica local como recurso alimentar e são capturadas durante todo o ano como pesca acessória do goraz (*Pagellus bogaraveo*), como a *Raja clavata* ou a *Raja maderensis*. Contudo, muitas espécies são também bastante procuradas pela indústria marítimo-turística e por todos os entusiastas e amantes do meio marinho, nomeadamente, o ratão *Dasyatis pastinaca* ou *Dasyatis centroura* (Fig.1), o ratão-águia *Myliobatis aquila* e, principalmente, a emblemática jamanta *Mobula tarapacana* (Fig.2), que todos os anos atrai milhares de turistas à região.



Figura 1 - Ratão (© Eleutério Válido)

Estas espécies são particularmente susceptíveis de acumular níveis alarmantes de poluentes nos seus tecidos, tendo em conta o seu elevado nível trófico e as suas

características intrínsecas, que estão principalmente relacionados com a dieta, tais como poluentes orgânicos persistentes ou metais pesados como o arsénio (As), o cádmio (Cd), o mercúrio (Hg) ou o chumbo (Pb), potencialmente perigosos para a saúde das raias e, especialmente, para a segurança alimentar humana. Este facto, associado à sua ampla distribuição pelo globo e à capacidade de “patrulhar” áreas a diferentes escalas (depende da mobilidade da espécie), as raias e jamantas podem ser consideradas como espécies sentinelas de grande potencial para monitorizar a poluição em meio marinho. Algumas espécies apresentam uma vasta movimentação pelo oceano (espécies migratórias), tornando-se um pouco difícil localizar a fonte de contaminação, enquanto outras têm movimentos mais restritos (algumas dezenas de kms, no máximo) e, portanto, podem fornecer informações mais precisas sobre a contaminação de uma área específica. Para além disso, estudos toxicológicos recentes apontam uma maior propensão para acumular poluentes dissolvidos na água do mar quando comparadas com os restantes peixes.



Figura 2 - Jamanta (© Eleutério Válido)

A região dos Açores, isolada no Atlântico, tem conseguido manter-se relativamente pristina (livre de poluição) ao longo da sua história. No entanto, num futuro próximo, o inevitável aumento da população humana e da consequente pressão antropogénica sobre o oceano tenderão a afectar os seus limitados recursos vivos. Localizada entre os Estados Unidos e a Europa, a região enfrenta um novo desafio ambiental devido ao provável aumento do comércio transatlântico. Além disso, a potencial riqueza mineral dos seus fundos marinhos tem atraído o interesse de muitas empresas estrangeiras, uma actividade que sem dúvida alguma irá afectar os ecossistemas marinhos. Por outro lado, já se começam a sentir nas ilhas os impactos de uma indústria de turismo em franco crescimento que já requer mais alimento, energia, infra-estruturas, tecnologia e espaço para o seu próprio desenvolvimento. Neste contexto, é essencial garantir a sustentabilidade e conservação dos recursos naturais da região para as gerações futuras, salvaguardando os interesses da região, das empresas, das pessoas e dos recursos vivos marinhos envolvidos.

Impacte para o ecossistema e benefícios socioeconómicos da alga exótica *Asparagopsis armata* nos Açores

Eva Cacabelos, João Faria, Afonso Prestes, Ana Neto

12 de novembro de 2017



Cacabelos, E., Martins, G.M., Faria, J., Prestes, A.C.L., Costa T., Moreu I., Neto, A.I. (2019). *Biological Invasions*, 22: 1169-1179.

Martins, G.M., Cacabelos, E., Faria, J., Álvaro, N., Prestes, A.C.L., Neto, A.I. (2019). *Aquatic Invasions*, 14(4): 582–593.

As invasões de espécies não-indígenas representam uma séria ameaça para a biodiversidade marinha. O transporte marítimo e a aquacultura são atualmente os vetores mais importantes na introdução de espécies marinhas em novas áreas, longe da sua localização nativa. Estima-se que cerca de 10.000 espécies marinhas são diariamente transportadas nas águas de lastro de muitos navios aumentando os riscos da respetiva introdução. Quando se estabelecem, estas espécies exóticas podem tornar-se invasoras, alterando as comunidades costeiras, afetando os serviços do ecossistema através da competição com espécies nativas, levando à diminuição da biodiversidade e até mesmo a extinções locais, e produzindo consideráveis impactes ecológicos e económicos. O processo de invasão é particularmente relevante em ilhas oceânicas como os Açores, onde a falta de predadores, concorrentes e/ou parasitas, combinada com a relativamente baixa diversidade de espécies nativas, pode promover invasões e desencadear mudanças drásticas nas comunidades costeiras.

Compreender os fatores biológicos e ecológicos responsáveis pelo sucesso das invasões biológicas e o impacte causado por estas espécies não-indígenas nas comunidades locais é um desafio fundamental para a implementação de programas adequados de monitorização e gestão ambiental. O efeito das invasões litorais nos Açores está relativamente pouco estudado, pelo que é difícil prever a sua ocorrência e desenvolver mecanismos eficazes de mitigação do seu efeito nas comunidades locais.

Desde novembro de 2016, o Subgrupo de Investigação em Ecologia Aquática Insular do Grupo de Biodiversidade dos Açores - Centro de Ecologia, Evolução e Alterações Ambientais (GBA/cE3c), com base na Universidade dos Açores, está a desenvolver o projeto intitulado “Impacte ecossistemático e benefícios socioeconómicos de *Asparagopsis armata* nos Açores” (ASPАЗOR, Acores-01-0145-FEDER-00060), financiado em 85% pelo FEDER e 15% pela ORAA, e aprovado pela Autoridade de Gestão do Programa Operacional AZORES 2020. A alga exótica *A. armata* é considerada como uma das espécies com maior potencial invasor nas águas europeias, onde foi observada pela primeira vez em 1925, encontrando-se agora bem estabelecida na RAA. Aqui proliferam as duas fases do seu ciclo de vida, a fase produtora de gâmetas conhecida por *A. armata* e a fase produtora de esporos, anteriormente considerada como uma espécie distinta, *Falkenbergia rufolanosa*.

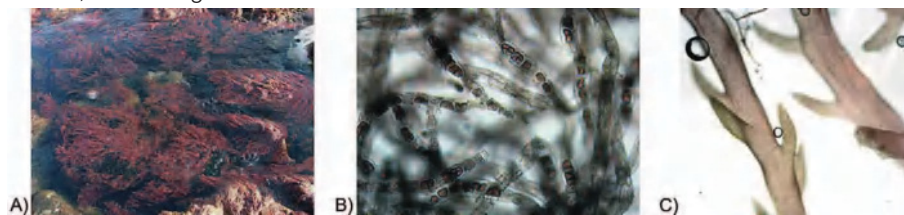


Figura 1 - A) *Asparagopsis armata* numa poça de maré na costa sul de São Miguel; B) pormenor microscópico da fase produtora de esporos; e C) estruturas diagnosticantes que ocorrem nos gametófitos de *A. armata*

Uma particularidade importante dos espécimes do género *Asparagopsis* é a produção de uma variedade de metabolitos com reconhecidas atividades antibacteriana,

antimicrobiana, citotóxica e antioxidante, com aplicação em piscicultura, cosmética, e mesmo em medicina como alternativa a antibióticos convencionais.

Considerando estas particularidades de *A. armata*, que potenciam o seu uso como um recurso marinho alternativo, e sabendo que as tentativas de erradicação de espécies invasoras não são geralmente bem-sucedidas, o projeto ASPAZOR tem como objetivos específicos: i) a caracterização molecular e morfológica das linhagens de *Asparagopsis* que ocorrem nos Açores; ii) a identificação dos fatores que determinam a sua abundância e distribuição; e iii) o estudo dos efeitos desta alga invasora na estrutura e funcionamento das comunidades litorais. Pretende-se ainda: (iv) entender a influência das alterações climáticas na dinâmica desta espécie e na sua distribuição no arquipélago; (v) desenvolver formas de utilizar e rentabilizar o seu uso na área da biotecnologia marinha; e (vi) propor as melhores práticas para a exploração desta alga nos Açores.



Figura 2 - Presença de *Asparagopsis armata* no litoral da ilha de São Miguel.

Para além da equipa local, o projeto conta com a colaboração da Direção Regional de Recursos Florestais do Governo dos Açores e de consultores externos de renome internacional, nomeadamente o Doutor Christopher Yesson da Zoological Society of London, especialista em modelação ecológica; o Doutor Nikolaos Andreakis, especialista em filogeografia de *Asparagopsis* spp.; e a Doutora Helena Abreu da empresa ALGAplus, especialista no cultivo e comercialização de macroalgas.

Caraterização ecológica como ferramenta para a valorização de áreas naturais não protegidas

Rúben Rego

24 de dezembro de 2017



Mundialmente, existem muitas áreas com habitats relevantes para a conservação da biodiversidade que se localizam fora de áreas protegidas. Essas áreas, para além de atuarem como reservatórios de biodiversidade e como “tampões” para as reservas naturais adjacentes, proporcionam serviços ecossistémicos com elevado valor ambiental e económico. Contudo, o estado de conservação dessas áreas encontra-se ameaçado pelas atividades humanas e pelas espécies exóticas invasoras.

Cerca de 20% da área territorial do nosso arquipélago encontra-se formalmente protegida. No entanto, ainda existem muitas áreas relevantes para a conservação da biodiversidade situadas fora dos limites protegidos. Esta hipótese foi o ponto de partida para a elaboração do meu projeto de licenciatura, o qual foi orientado pelo professor Luís Silva e que contou ainda com a colaboração dos investigadores da Universidade dos Açores, Lurdes Borges Silva, João Porteiro, Fátima Medeiros e Roberto Resendes.

Foi analisada, neste projeto, uma área de vegetação natural, adjacente à Área Protegida para Gestão de Habitats ou Espécies da Tronqueira e Planalto dos Graminhais, situada na Achada das Furnas, Ilha de São Miguel. A caracterização ecológica desta área, envolveu três processos de amostragem distintos. Numa primeira fase, procedeu-se ao estudo das comunidades vegetais existentes, para tal recorrendo a quadrados de 5x5 m. Esses quadrados, para além de permitirem um levantamento das espécies de flora vascular existente, possibilitaram estimar a cobertura de cada espécie. Ainda ao nível da vegetação e, através da dendrocronologia, foi analisada a dinâmica da invasão por cletra (*Clethra arborea*), uma espécie lenhosa, endémica do arquipélago da Madeira, e que se encontra amplamente difundida na área de estudo, comparativamente com o louro (*Laurus azorica*) e o azevinho (*Ilex perado* ssp. *azorica*), duas espécies lenhosas endémicas dos Açores, muito comuns na mesma área. Foi ainda avaliada a diversidade de avifauna que habita na área em estudo, tendo sido realizados, para tal, vários transectos.

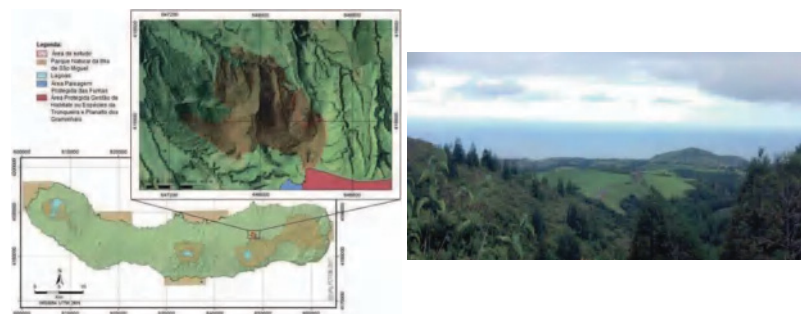


Figura 1 - Localização da área de estudo, na Achada das Furnas, Ilha de São Miguel, Açores. É possível visualizar o contraste da área de estudo com a paisagem envolvente, bastante alterada, fruto da atividade humana.

A listagem de diversidade florística contabilizou 47 espécies de plantas vasculares, na qual se considera um misto de espécies endémicas, nativas e invasoras. Foram também listadas 14 espécies de aves, na sua maioria subespécies endémicas. Ao nível das comunidades vegetais, foram distinguidas duas, a floresta de louro, fragmentada em

pequenas manchas, que contrastavam imenso com os matos de rapa (*Calluna vulgaris*, um arbusto nativo), que ocupavam largas áreas mais expostas aos fatores meteorológicos.

A composição e a estrutura das comunidades vegetais mencionadas exibem distúrbios relevantes, estando esses mesmos, na sua larga maioria, ligados à atividade humana. De facto, a elevada abundância de turfeiras de esfagno, comumente designadas de “musgão”, dão-nos a indicação de que esta área poderá ter sido alvo de exploração no passado, isto porque o musgão era amplamente utilizado em São Miguel, como cama na produção do ananás em estufa, prática que decorreu até aos anos 80 do século passado, período a partir do qual, a sua apanha deixou de ser permitida.

Para além da importância ecológica do musgão e de outras espécies endémicas, como o louro, há outro fator de interesse no que à conservação desta área diz respeito. O priôlo (*Pyrrhula murina*), espécie endémica que apenas habita na parte este da ilha de São Miguel e que é atualmente tida como vulnerável, de acordo com a lista vermelha da *IUCN*, foi já avistada a sobrevoar a área em questão. Alvo de várias iniciativas de conservação ao longo dos últimos anos, com o objetivo de incrementar, quer o habitat da espécie, quer o seu efetivo populacional, a presença neste local, do seu habitat tipo e da cletra, cujo fruto é uma importante fonte alimentar durante o inverno, constituem fatores atrativos para o priôlo, identificando a necessidade de uma eventual intervenção nesta área. Tendo em conta este panorama, é, no mínimo, essencial que se faça uma gestão das espécies invasoras, de modo a impedir que se formem povoamentos puros, resultantes do seu rápido crescimento.



Figura 2 - Exemplo de um quadrado de 5x5 m utilizado para fazer o levantamento das espécies de plantas vasculares e para estimar a percentagem de cobertura de cada umas das espécies presentes dentro do quadrado.

A caracterização ecológica deverá então ser encarada como uma ferramenta necessária para a avaliação do nível de importância de determinadas áreas naturais para a conservação da biodiversidade, sendo que, como esta, muitas outras áreas continuam a carecer de estatuto de conservação, não apenas nos Açores, mas também a nível mundial, e sobretudo de uma efetiva gestão.

Refletindo os multiusos nos mares europeus

Marta Vergílio, Mario Caña, Helena Calado

7 de janeiro de 2018



A pressão sobre o uso do espaço marítimo tem vindo a crescer ao longo das últimas décadas, com especial ênfase para as atividades emergentes do chamado crescimento azul. Esta evolução intensifica questões de compatibilidade ou conflitos entre os diferentes usos e entre o desenvolvimento das atividades económicas e proteção do ambiente marinho.

O Ordenamento do Espaço Marítimo (OEM) é um processo de análise da localização espacial e da distribuição temporal das atividades humanas em áreas marinhas, de forma a atingir objetivos ecológicos, económicos e sociais. O ordenamento destas atividades constitui um pilar fundamental da política marítima da União Europeia. Em Portugal, a Estratégia Nacional para o Mar, para o período de 2013-2020, procura o desenvolvimento sustentável dos sectores económicos relacionados com o mar, ao promover o desenvolvimento dos usos marítimos e a compatibilização entre os mesmos, principalmente os estratégicos do Crescimento Azul: energia, aquacultura, turismo, recursos minerais marinhos e biotecnologia azul.

O conceito de multiuso está, ainda, pouco enraizado em Portugal e a própria legislação não faz referência direta ao desenvolvimento conjunto das atividades no espaço marítimo. No entanto, em caso de conflito, a legislação privilegia o desenvolvimento das atividades que permitam a máxima coexistência de usos ou de atividades.

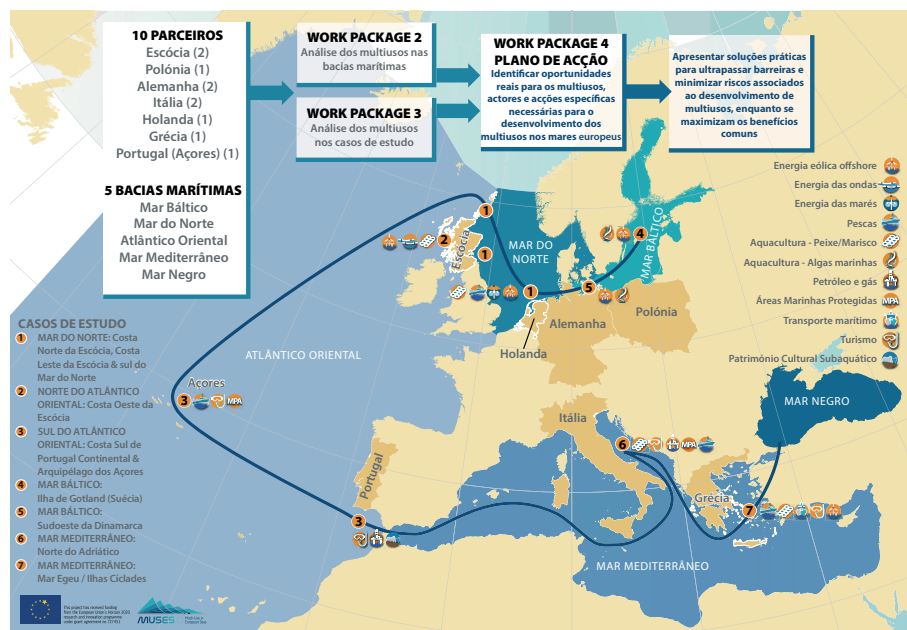


Figura 1 - MUSES: MULTI-USE IN EUROPEAN SEAS

O Projeto MUSES – Multi-use in European Seas é coordenado pela Marine Scotland (Escócia) e tem a participação de nove parceiros, onde se inclui a Universidade dos Açores com uma Equipa coordenada pela Prof^ª Helena Calado. Com duração de dois anos e

financiado pelo Programa Horizonte 2020, analisa de que forma os mares europeus são atualmente usados e quais poderão ser as oportunidades dos multiusos, com o objetivo de identificar impactes e riscos e apresentar um Plano de Ação para reduzir lacunas, maximizar benefícios locais e superar barreiras existentes aos multiusos. A análise abrange as bacias marítimas da EU: Mar Báltico, Mar do Norte, Mar Mediterrâneo, Mar Negro e o Atlântico Oriental e ainda sete casos de estudo, que analisam os multiusos à escala regional, nomeadamente os Açores e o Algarve.

Os multiusos são entendidos no projeto como o desenvolvimento intencional, por parte de um ou mais utilizadores, de duas ou mais atividades com partilha de recursos de onde resultam benefícios para ambas as partes. Esta abordagem resulta numa mudança do conceito de direito exclusivo dos recursos para a partilha inclusiva dos recursos por um ou mais utilizadores.

O Norte da Europa está a desenvolver multiusos que combinam usos mais intensos tecnologicamente, nomeadamente vários tipos de energias renováveis aliadas à aquacultura e ao turismo, bem como a aquacultura aliada ao turismo. Nos Açores, parecem ser mais promissores os multiusos que combinam os usos tradicionais e mais “suaves” dos recursos, como a crescente pesca-turismo e o turismo aliado ao património cultural subaquático, à investigação científica e à proteção ambiental. Os multiusos que combinam as energias renováveis e a aquacultura estão ainda dependentes do sucesso da implementação das tecnologias disponíveis nas condições ambientais mais difíceis do Atlântico. Os multiusos apresentam-se como uma oportunidade de partilha de recursos que poderão contribuir para uma redução de custos para os utilizadores e para crescentes vantagens na gestão dos espaços marinhos naturais.

Química verde

Uma alternativa ecológica?

Gonçalo Rosa

21 de janeiro de 2018



A preservação do meio ambiente é um assunto sobre o qual a sociedade tem mostrado preocupação, nomeadamente devido aos elevados níveis de poluição observados e às alterações climáticas mais acentuadas. Desta forma é necessário adotar em todas as áreas, procedimentos que produzam níveis de poluição menores, quer a nível de resíduos, quer a nível de gastos energéticos.

Uma das áreas da ciência mais associada à produção de resíduos perigosos e poluentes é a Química, seja na indústria ou na investigação, o que tem levado a que os químicos procurem deixar de ser um problema e tornarem-se numa solução. Foi devido a estas preocupações que foi proposto na década de 90 o conceito de Química Verde. Também conhecida como química para a estabilidade, define-se como “a invenção, desenvolvimento e aplicação de produtos químicos e processos, para reduzir ou eliminar o uso e a geração de substâncias perigosas à saúde humana e ao meio ambiente”, segundo Paul Anastas e Pietro Tundo.

Nos últimos anos do século XX Paul Anastas e John Warner estabeleceram os 12 princípios que devem ser considerados quando se pretende implementar a Química Verde numa indústria, numa instituição de ensino e/ou em investigação na área da química, os quais estão esquematizados na Figura 1.

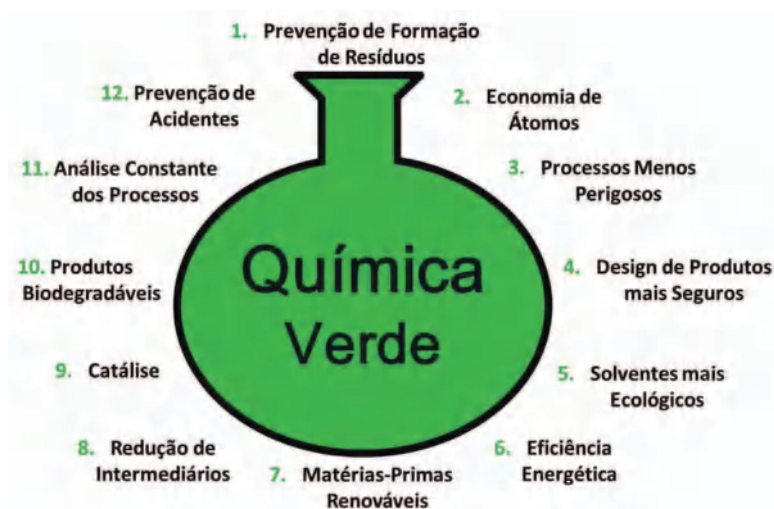


Figura 1 - Os 12 princípios da Química Verde

O cumprimento destes princípios centra-se em três pontos principais, que incluem o uso de métodos alternativos, condições reacionais alternativas e desenvolvimento de produtos que sejam menos tóxicos que os existentes e que apresentem menor probabilidade de ocorrência de um acidente, seja ele a nível ambiental ou de saúde.

Dentro dos métodos alternativos, todos os processos que imitem ou aproveitem as reações que ocorrem na natureza são desejáveis. Destes processos destaca-se a biocatálise, que é o uso de bactérias, fungos ou enzimas extraídas de diversas fontes, para efetuarem a modificação dos reagentes nos produtos pretendidos. O recurso a estes

biocatalisadores normalmente permite obter os produtos desejados a temperatura e pressão ambiente, dispensando a utilização de reagentes perigosos e poluentes. Os biocatalisadores permitem também, por vezes, efetuar facilmente modificações nas moléculas, que são difíceis de obter utilizando os métodos químicos clássicos. Na FCT-UAc / cE3C está em curso uma investigação deste tipo, que visa utilizar um extrato vegetal para transformar substâncias precursoras em compostos com atividade farmacológica (Figura 2).

Nas condições reacionais alternativas incluem-se o uso de fontes de energia mais eficientes, e o uso de solventes que tenham um impacto reduzido na saúde humana e no ambiente. Duas fontes de energia mais eficientes são a radiação micro-ondas e os ultrassons, que quando aplicados a uma reação, fazem com que a mesma ocorra num menor período de tempo, sem a necessidade de utilizar temperaturas elevadas. Este facto permite uma maior poupança de energia, tornando o método mais ecológico.

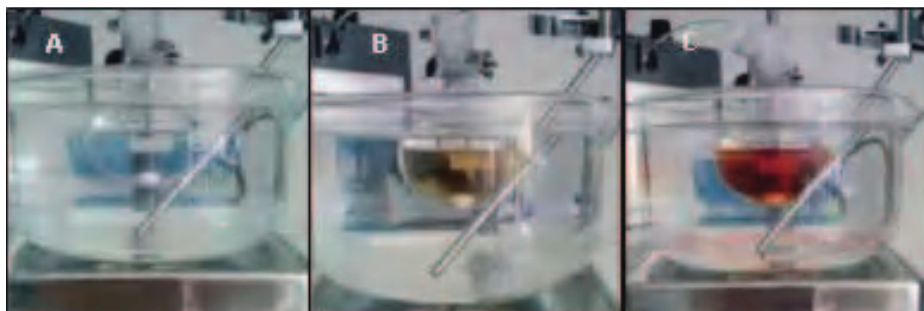


Figura 2 - Progresso de uma reação catalisada por um extrato de nabo (A, B, C: 0, 5 e 10 minutos)

Os solventes mais utilizados em química são solventes orgânicos, alguns deles provenientes da destilação do petróleo, e por isso mais poluentes e nocivos para a saúde. Desta forma, a Química Verde privilegia a sua substituição pelos chamados solventes verdes, como a água, o etanol, fluidos supercríticos e líquidos iónicos. Estes últimos são constituídos por sais que se encontram no estado líquido à temperatura ambiente, e permitem, variando o tipo de sais que os constituem, alterar a sua viscosidade e densidade, o que lhes permite dissolver compostos que seriam difíceis de dissolver com água ou com solventes orgânicos.

Todas estas inovações que foram trazidas pela implementação dos princípios da química verde, têm-se mostrado muito importantes pois contribuíram para o melhoramento dos processos a nível industrial e de investigação, bem como para a diminuição da pegada ecológica deixada pela área da química.

Em 1949, o Eng.º agrônomo Victor Franco de Medeiros Barbosa publicou, na *Separata nº9 do Boletim da Comissão reguladora dos cereais do Arquipélago dos Açores*, um artigo intitulado “**Será o “Tomadiço” uma doença de carência?**”.

Após uma descrição inicial das belezas do “pitoresco vale da Povoação”, conta o autor que “ali se confirma o adágio: *Não há bela sem senão*”. Referia-se à **doença da volta, o tomadiço** – “... *uma grande anomalia que a Natureza caprichosa ali quis deixar*”. Prosseguindo a leitura, pode ler-se que “*o gado bovino padecia de um mal-estar, traduzido por uma acentuada tristeza, crescente falta de apetite, concomitante má nutrição, emagrecimento, baixa produção de leite, podendo conduzir à morte. Esta doença só tem sido debelada ou evitada mediante transferência dos animais, periodicamente, para certas regiões do Nordeste, de preferência para as terras da Fazenda, as de maior virtude – prática que necessariamente entrou na rotina das explorações agro-pecuárias e a que se dá a designação, tão conhecida entre nós, de a volta*”.

Os lavradores interrogavam-se sobre as causas desta maleita que tanto os prejudicava e que obrigava, quando os animais estavam **tomados**, a **dar a volta** trimestralmente para terras do Nordeste ou da Ribeira Grande. Alguns estudiosos da agricultura e da pecuária, entre os quais o Eng.º Victor Barbosa e o médico veterinário Luís Tavares Sequeira de Medeiros, também se questionaram. Na procura de soluções, e com base na literatura internacional disponível à época, aventaram como possíveis causas o excesso ou deficiência de elementos essenciais nos solos, pois, como se pode ler na obra “*a alimentação do gado bovino da Povoação é precisamente idêntica à de outras regiões da ilha em que não se nota o tomadiço*”. O autor faz uma breve descrição das funções de alguns dos elementos essenciais, detendo-se, por fim, no cobalto. Socorrendo-se da literatura mais atualizada de que dispunha, rapidamente reconheceu os sintomas descritos para a carência de cobalto nas vacas da Povoação. Como ele diz – “... *os sintomas de carência de cobalto, tais como nos descreve R. B. Becker, casam-se perfeitamente com os do tomadiço*”. Consciente da descoberta, o autor prossegue “*Visto isto não havia mais que experimentar. Assim se fez.*”



O autor iniciou as experiências no dia 9 de agosto de 1949, com uma vaca de nome **Primeira**. Esta vaca tinha **feito a volta** à Ribeira Seca da Ribeira Grande há cerca de um ano. “*Na data referida apresentava-se este animal muitíssimo fraco, com grande falta de apetite, repudiando a erva verde e só se contentando com poucos secos; dava ela, então,*

somente 3 a 4 litros de leite de manhã ... Como parecia **tomada**, deu-se-lhe uma pequena porção duma solução muito diluída de sulfato de cobalto, tratamento que se repetiu, semanalmente, por três vezes. No dia 11 de agosto ... notou-se que a vaca se mostrava mais alegre e com mais apetite; já comia erva verde sem grande esforço.”

O Eng.º Victor Barbosa prosseguiu as experiências com outros bovinos na Povoação, tendo obtido resultados promissores, quer em termos de bem-estar geral do animal quer em termos de produção de leite. Os animais tratados com a solução de cobalto deixaram de ir **à volta**. Até hoje, outros autores se têm dedicado a esta temática, destacando-se entre eles, e mais recentemente, o Doutor Carlos Pinto que consagrou um capítulo da sua tese de doutoramento às carências em oligoelementos.

O cobalto é essencial para a produção da vitamina B12, e a sua deficiência é responsável pelos sintomas acima descritos.

Mas, em que medida é que o **tomadiço**, ou **doença da volta**, é um caso de geomedicina? A Geomedicina é o estudo das doenças associadas aos lugares. De facto, entre os vários trabalhos que a nossa equipa tem feito sobre os solos de São Miguel, temos verificado que, embora sejam todos de origem vulcânica, apresentam uma grande diversidade geoquímica e, em particular, no que aos elementos essenciais diz respeito. Atentando apenas ao cobalto, e considerando 6 regiões na ilha de São Miguel, correspondentes aos complexos vulcânicos, podemos verificar que a concentração deste elemento nos solos varia drasticamente, surgindo os da Povoação como os mais pobres (Figura 1). O Nordeste e o Complexo dos Picos são aqueles cujos solos apresentam as maiores concentrações de cobalto.

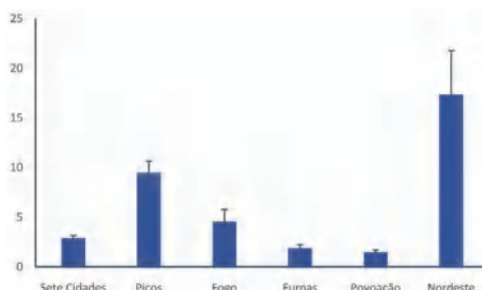


Figura 1 - Concentração média de Cobalto (mg/kg em peso seco) e respetivo erro padrão nos solos da ilha de São Miguel por complexo vulcânico.

Agora se percebe, como aliás suspeitava o Eng.º Victor Barbosa há cerca de 70 anos, a necessidade de **dar a volta** ao gado por terras do Nordeste ou da Ribeira Seca da Ribeira Grande.

Claro que hoje o gado bovino não se alimenta exclusivamente de erva e, portanto, encontrará parte do cobalto, e doutros elementos essenciais de que precisa, noutros alimentos. Porém, a necessidade de efetuar uma boa caracterização físico-química dos nossos solos, que sirva a atividade agrícola e pecuária, mantem-se tão atual como há 70 anos atrás.

MACBIOBLUE

Biotecnologia azul na Macaronésia

Maria C. Barreto

4 de março de 2018



Zárate, R., Portillo, E., Teixidó, S., Pinheiro de Carvalho, M.A.A., Nunes, N., Ferraz, S.,
Seca, A.M.L., Rosa, G.P., Barreto, M.C. 2020. *Applied Sciences*, 10: 5831.

MACBIOBLUE é o acrónimo de um projeto no qual participam Canárias, Açores, Madeira, Cabo Verde, Mauritânia e Senegal. Este projeto pretende contribuir para o desenvolvimento de novos produtos e processos de origem marinha, em especial derivados de algas. A ideia surgiu, entre outras razões, pelo facto de periodicamente haver os chamados arrojamentos de algas nas costas de algumas ilhas. Este fenómeno é mais significativo nas Canárias: numa só praia da Gran Canaria chegam-se a acumular 1.500 toneladas de algas por ano, arrancadas dos fundos marinhos quando o mar está mais revolto. Estas deposições massivas de algas entram em conflito com o uso balnear das praias, e surgiu a ideia de se procurar uma utilidade biotecnológica que permitisse rentabilizar a sua recolha, transformando um problema numa solução. Nos Açores o fenómeno tem menos expressão, mas pode ocorrer por exemplo na costa norte de Santa Maria e na costa oeste do Pico. Independentemente de ocorrências periódicas como os arrojamentos, a rica biodiversidade marinha dos Açores permite perspetivar o uso das nossas algas de modo a desenvolver processos que originem produtos de valor acrescentado, podendo a Região ir muito além da mera recolha e envio deste recurso para transformação noutras partes do mundo.



Figura 1 - Macroalgas nas costas dos Açores

Juntaram-se assim diversos grupos de investigação da Macaronésia, coordenados pelo investigador Eduardo Portillo do Instituto Tecnológico de Canarias (ITC), para estudar as melhores aplicações para as algas. Há também empresas envolvidas neste projeto, já que são elas as principais interessadas na aplicação dos resultados obtidos.

As algas, em especial as algas castanhas e vermelhas, têm substâncias muito interessantes para utilizações em farmacologia e em cosmética. O grupo de investigação da FCT-UAc /cE3c-Grupo de Biodiversidade dos Açores tem a seu cargo investigar a possibilidade de usar estas algas para retardar o envelhecimento. A maioria das amostras analisadas tem boa atividade antioxidante, o que é excelente porque ajuda a combater os

radicais livres, que para além de contribuírem para o envelhecimento provocam doenças como o cancro. Também estamos a estudar a sua capacidade de impedir alterações no colagénio e na elastina, as proteínas que conferem elasticidade à pele, ou de evitar mudanças de pigmentação como aquelas manchas escuras que frequentemente aparecem com a idade. Estes e outros estudos complementares vão-nos permitir saber se podemos preparar extratos de algas para, por exemplo, adicionar a um creme que ajude a manter a pele jovem – e não se trata só de uma questão de autoestima mas também de saúde, porque a pele é a nossa maior proteção contra infeções e agressões do meio ambiente. Estes estudos serão conjugados com a busca de compostos anticancerígenos e antibacterianos, a cargo de investigadores das Canárias.

Está-se também a estudar a melhor maneira de extrair algumas das substâncias benéficas que existem nas algas. As algas têm células com paredes espessas de celulose e substâncias gelatinosas (“polissacáridos”) que as protegem da agitação das ondas, da secura e das diferenças de temperatura – algumas passam metade do tempo submersas, mas na maré baixa podem estar algumas horas expostas ao sol. Ora, do ponto de vista industrial, essas substâncias dificultam os processos de extração. Para aproveitar mais facilmente a riqueza das algas, surgiu a ideia de recorrer aos animais que delas se alimentam, como ouriços e pequenos caracóis marinhos. Com a ajuda da “maquinaria” digestiva destes animais, tem sido possível começar a digerir as paredes dessas algas, libertando o que está no seu interior. Esta parte do trabalho recorre à colaboração de investigadores da FCT-UAç e Centro de Biotecnologia dos Açores, que nos seus laboratórios do Complexo Científico se especializaram em isolar bactérias e utilizá-las para diversos processos biotecnológicos.



Figura 2 - O jovem investigador Gonçalo Rosa na câmara de fluxo laminar

Inclui-se também no MACBIOBLUE a otimização da produção das algas de maior interesse, de modo a não se esgotar um recurso de valor ambiental incalculável. Os resultados deste projeto serão cedidos às pequenas e médias empresas das regiões envolvidas, contribuindo para criar empregos qualificados no âmbito de uma economia sustentável.

Alterações climáticas?

Os fósseis podem dizer-lhe o que esperar de um futuro mais quente

Sérgio Ávila

3 de junho de 2018



Todos os dias somos confrontados com notícias acerca do impacto das alterações climáticas. As projecções dos modelos mais recentes indicam que a temperatura média anual pode aumentar até cerca de 2° C acima da actual, o que se traduzirá por um aumento médio do nível médio das águas do mar que pode atingir 1 metro acima do actual, por volta do ano 2100.

Como é fácil de entender para quem, como nós, reside em ilhas, o impacto desta subida do mar será tremendo, nomeadamente em infra-estruturas portuárias e, em particular, em zonas ribeirinhas. Mas, e quanto à fauna e flora marinhas? De que forma serão afectadas estes animais e plantas? Para responder a estas questões, estudámos os impactos das alterações climáticas globais nos padrões biogeográficos a larga escala, dos organismos marinhos que habitam em ilhas oceânicas localizadas no Oceano Atlântico.

Assim, foi recentemente publicado na revista *Marine Pollution Bulletin* um estudo da nossa equipa de investigação, onde analisamos o que sucede durante períodos interglaciais (alguns mais quentes do que o actual, o que nos permite desenhar cenários análogos ao que poderemos esperar em 2100), e durante períodos glaciais (mais frios do que o actual estágio interglacial em que vivemos).

Este nosso trabalho concluiu que, durante épocas glaciais (a última das quais terminou há somente 18.000 anos, com o nível médio global das águas do mar nessa altura situado entre 120 a 130 m abaixo do actual), as populações de espécies animais associadas a substratos arenosos terão praticamente desaparecido das costas das ilhas oceânicas. Isto sucedeu porque os sedimentos mais finos (nomeadamente as areias) escorregaram ao longo das vertentes com declives pronunciados dos edifícios vulcânicos insulares, perdendo-se para as profundidades abissais que rodeiam as ilhas oceânicas. Sem substrato arenoso (no fundo, sem areia...), todas as espécies que nela vivem desapareceram localmente ou ter-se-ão mesmo extinto (no caso de possíveis espécies endémicas). Por outro lado, sendo o declive das vertentes insulares maior, a área disponível para o habitat de espécies marinhas litorais bentónicas (isto é, espécies que vivem entre a zona entre-marés e os 50 m de profundidade, associadas aos fundos marinhos) é menor. Ora, sendo a área um dos principais factores ecológicos responsáveis por explicar o número de espécies que vivem em determinado local, isto significa que, sendo a área litoral mínima durante épocas glaciais, o número de espécies que vivem em ilhas oceânicas é menor, quando comparado com períodos interglaciais, altura em que a área litoral é máxima.

Há ainda outras consequências e diferenças importantes: no meio marinho, as taxas de extinção de espécies serão máximas durante períodos glaciais, ao passo que as taxas de especiação (isto é, de formação de novas espécies) serão máximas durante interglaciais. Um importante factor que deve ainda ser levado em linha de conta é a latitude a que cada ilha se encontra. A fauna e flora marinhas de ilhas tropicais ou subtropicais (por exemplo, as dos arquipélagos de Cabo Verde ou de São Tomé e Príncipe) é pouco afectada pela descida da temperatura média da água do mar durante um período glacial (embora, tal como para todas as ilhas oceânicas, o seu ecossistema marinho seja afectado pela

diminuição da área litoral, tal como atrás explicado); já no caso da fauna/flora de ilhas localizadas a latitudes elevadas (por exemplo, as ilhas Faroé no Atlântico Norte), o impacto da última glaciação terá sido muito grande, pois os habitats litorais terão ficado recobertos por uma espessa camada de neve, possivelmente obliterando toda a fauna e flora aí existente.

Finalmente, há a considerar que as espécies marinhas não se mantêm estáticas nas ilhas/arquipélagos onde existem. Processos de dispersão ocorrem de forma natural e, durante períodos glaciais, é de esperar que as fauna e flora marinhas de zonas boreais e temperadas desçam em latitude, refugiando-se em ilhas subtropicais e/ou tropicais, onde os efeitos das baixas temperaturas são menos prejudiciais.



Figura 1 - Investigadores em trabalho de campo na jazida da "Pedra-que-pica" (Santa Maria, Açores) durante o 8º workshop internacional "Paleontologia em ilhas Atlânticas" (Julho de 2011) (@ José António Rodrigues)

A terminar, os fósseis dão-nos uma ajuda preciosa no sentido de melhor entendermos o que sucede durante períodos interglaciais. Como a área litoral aumenta durante os interglaciais, é de esperar que o número de espécies existentes em ilhas oceânicas aumente também, bem como as taxas de especiação. Para além disso, o registo fóssil indica que, em ilhas temperadas (ex.: Açores), ocorre a chegada de espécies típicas de águas mais quentes, provenientes de regiões tropicais ou subtropicais, o que demonstra uma subida em latitude destas faunas ditas termófilas.

Solos vulcânicos

Um tesouro negro

Carolina Parelho

21 de outubro de 2018



Os solos vulcânicos cobrem apenas 1-2% da superfície terrestre, mas suportam 10% da população mundial. A elevada densidade populacional nestas regiões deve-se, maioritariamente, à grande fertilidade e produtividade dos seus solos, um reflexo de propriedades físico-químicas singulares, como o alto conteúdo de matéria orgânica, a presença de nanominerais e enriquecimento natural com micronutrientes, distinguindo-os dos demais tipos de solos.

A agricultura constitui, desde sempre, um pilar fundamental da economia açoriana, tendo moldado a nossa paisagem de tal forma que é quase impossível dissociar a agricultura do solo que está na sua base. Atualmente a agricultura, os agricultores e a indústria enfrentam grandes desafios – o de produzir produtos de qualidade, com valor acrescentado e de uma forma ambientalmente sustentável. Estes são, sem dúvida, desafios que pressupõem um esforço global – novas formas de pensar e de produzir, inevitavelmente ajustadas à particularidade dos nossos recursos naturais. A solução poderá estar debaixo dos nossos pés, nos nossos solos. Por exemplo, os solos vulcânicos da ilha de São Miguel possuem um perfil biogeoquímico caracterizado por elevadas concentrações de micronutrientes como zinco, selénio, cobre e manganês, muitos deles numa forma biodisponível. Esta riqueza natural de micronutrientes poderá

ser capitalizada pela indústria regional, tendo em vista a produção de alimentos funcionais de uma forma natural. A carência global, na alimentação humana e animal destes micronutrientes, justifica a proposta dos solos vulcânicos como um bastião – um tesouro negro, para a biofortificação natural dos alimentos produzidos sobre eles. Para tal, um forte investimento deverá ser feito em investigação científica, com intuito de melhor



perceber como as ferramentas desta grande fábrica-viva, poderão ser afinadas para a produção de produtos regionais de valor acrescentado, tirando partido do capital natural dos nossos solos.

Um solo saudável constitui uma peça fundamental para mitigação das alterações climáticas. Pela sua elevada capacidade de armazenamento de carbono, os solos vulcânicos, são importantes depósitos deste elemento, constituindo um 'seguro' natural contra a emissão de gases de efeito estufa, desde que manuseados de forma adequada. A não adequação das práticas agrícolas à natureza particular dos mesmos, acarreta consequências não só à escala local (como a poluição e degradação do solo), como

global (perdas de serviços ambientais vitais ao bem-estar e sobrevivência dos organismos).

A União Europeia, através do seu atual 7º Programa de Ação em matéria de Ambiente, define que até 2020 cada estado membro deverá implementar, à escala nacional, programas operacionais para a biomonitorização do estado de saúde dos seus recursos naturais (incluindo os solos), bem como medidas de proteção que permitam o uso sustentável dos mesmos. No entanto, apenas alguns estados membros possuem legislação específica para proteção dos solos, sendo a proteção deste recurso contemplada, de forma indireta, por outras políticas na área da agricultura, água, poluentes e poluição industrial. A Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura e Organização Mundial de Saúde, em co-promoção com outras entidades intergovernamentais, organizaram o *Global Symposium on Soil Pollution* (de 2 a 4 de maio de 2018, em Roma), um evento que teve por objetivo caracterizar o estado dos solos à escala mundial. Neste evento, que contou com a presença de 525 participantes de 100 países, os Açores marcaram presença, dando um contributo científico ativo que servirá de base para as futuras políticas e medidas a serem concebidas para a prevenção e redução da poluição do solo, aumento da segurança alimentar, nutrição e serviços ambientais.



As regiões com solos vulcânicos constituem a cesta alimentar de muitos países e são importantes como um todo. Apesar da sua importância global, cabe às regiões com solos vulcânicos, como é o caso dos Açores, implementar os seus próprios programas de biomonitorização da qualidade e saúde dos seus solos de forma a que as políticas e práticas a serem desenvolvidas, num contexto nacional, europeu e global, reflitam as propriedades únicas destes recursos naturais.

Os solos vulcânicos são o “nosso” tesouro negro, merecedores de medidas ajustadas ao seu uso sustentável para fins agrícolas - medidas que preservem e conservem o seu capital natural, em prol de um desenvolvimento sustentável à escala global.

Valorização da biomassa na gestão de plantas invasoras lenhosas

O caso de *Pittosporum undulatum* nos Açores

Lurdes B. Silva, Luís Silva

2 de dezembro de 2018



Borges Silva, L., Teixeira, A., Azevedo, E.B., Alves, M., Elias, R.B., Silva, L. (2018). *Biomass and Bioenergy*, 109: 155-165.

As espécies exóticas invasoras (EEI), representam uma ameaça contínua para os ecossistemas de todo o mundo, sendo uma das causas da perda de biodiversidade. A monitorização de espécies invasoras é vital, de forma a impedir a sua disseminação e a diminuir ou mesmo erradicar as suas populações, particularmente naqueles casos onde os serviços ecossistémicos são afetados negativamente.

A biomassa disponível na parte aérea (isto é, incluindo o tronco, os ramos e a folhagem) é uma variável chave nos programas de avaliação florestal e na gestão recursos florestais a nível local, regional e internacional. As estimativas de biomassa lenhosa são necessárias para avaliar a disponibilidade de madeira e de combustível.

No arquipélago dos Açores, um terço das manchas florestais é dominado por incenso (*Pittosporum undulatum*), ameaçando os ecossistemas naturais, nomeadamente a vegetação nativa. No entanto, os bosques de exóticas também podem ter um enorme potencial de biomassa. No caso do incenso, a nossa equipa (CIBIO-Açores) tem vindo a realizar estudos no que se refere à possibilidade de valorização energética da sua biomassa, em conjunto com parceiros privados.

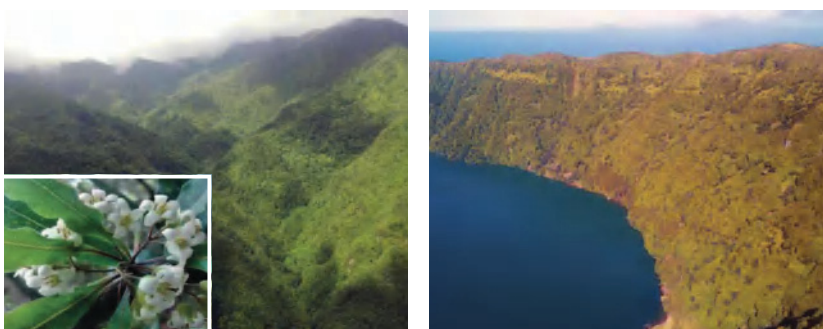


Figura 1 - Área Protegida para a Gestão de Habitats ou Espécies da Tronqueira, destacando-se a Ribeira do Guilherme invadida por *P. undulatum* e um pormenor das flores (esquerda). Área de Paisagem Protegida das Sete Cidades, nesta evidencia-se a dominância por *P. undulatum* (direita).

O objetivo deste estudo, que fez parte da minha tese de doutoramento, foi o de avaliar a disponibilidade de biomassa da planta invasora lenhosa *Pittosporum undulatum*, devido ao seu baixo teor de cinzas e ao poder calorífico relativamente alto da sua biomassa, nas ilhas de São Miguel, Terceira e Graciosa, para determinar o seu potencial de valorização energética. Neste estudo, usámos diferentes abordagens de modelação em combinação com dados de inventário florestal que facultam a distribuição espacial dos povoamentos florestais. Foram amostrados 127 povoamentos dominados por *P. undulatum*, e estudados vários aspetos. Assim, a avaliação da densidade dos povoamentos envolveu a comparação de diferentes técnicas para determinar o número de árvores por hectare. Outro aspeto na avaliação dos povoamentos, foi a utilização de modelos estatísticos para relacionar a biomassa de cada árvore com as respetivas características dendrométricas (diâmetro do tronco medido à altura do peito, área basal, altura da árvore e número de ramos à altura do peito), num total de 5872 árvores. Os melhores modelos permitem estimar a biomassa de uma árvore a partir da sua altura e do diâmetro do tronco. A

determinação da idade das árvores, através da contagem do número de anéis de crescimento, proporciona uma base para a definição de períodos de rotação em diferentes condições de localização, grau de exposição e altitude. Deste modo, é possível estimar taxas de crescimento, a partir de secções transversais do tronco ou de amostras obtidas com a sonda de Pressler, em que se visualizam os incrementos anuais no diâmetro do tronco.

Usando estimativas médias de biomassa por hectare, as áreas classificadas como dominadas por *P. undulatum* no inventário florestal, e um período de rotação de 26 anos (para a renovação de um povoamento com cerca de 7 cm de diâmetro do tronco), calculámos um total anual de biomassa disponível de 1570, 2594 e 11903 toneladas por ano para as ilhas Graciosa, Terceira e São Miguel, respetivamente (nos cálculos, por questões de sustentabilidade, apenas se considerou 65% da área total disponível).



Figura 2 - Espécie invasora mais comum nos Açores: incenso (*Pittosporum undulatum*). Árvore com o tronco ramificado mostrando uma grande quantidade de biomassa, pormenor dos povoamentos muito densos e puros (esquerda), pormenor das copas das árvores (direita).

Neste contexto, embora tenha sido possível prever a biomassa disponível com base na densidade do povoamento e nas características dendrométricas, não houve uma relação clara entre a biomassa por hectare e as variáveis topográficas e climáticas, embora a diminuição da biomassa com altitude seja esperada devido à diminuição das taxas fotossintéticas e a um menor incremento anual no diâmetro do tronco. No entanto, a distribuição potencial de *P. undulatum* demonstra estar limitada por temperaturas relativamente baixas e elevada humidade e precipitação, normalmente encontrados em altitudes mais elevadas nos Açores.

Os métodos empregados e os resultados obtidos neste trabalho fornecem os meios para uma avaliação mais precisa dos recursos florestais, abrindo novas perspetivas para a gestão de plantas invasoras lenhosas. Igualmente, os resultados poderão apoiar a reconversão de bosques de exóticas, contribuindo com informação de base que servirá para a definição de uma estratégia global de gestão desta importante invasora: remoção definitiva em áreas dedicadas à conservação; substituição progressiva nas áreas onde o acesso e o declive o permitam; eventual manutenção em áreas muito invadidas e de difícil recuperação, para a produção de composto (utilizado nas estufas de ananás) para a produção de mel e a utilização sustentada da biomassa.

Contributos de Gaspar Frutuoso para o conhecimento das águas interiores dos Açores

Vítor Gonçalves, Pedro Raposeiro

10 de fevereiro de 2019



Rull V., Lara A., Rubio-Ingles M. J., Giralt S., Gonçalves V., Raposeiro P., Hernandez A., Sanchez-Lopez G., Vazquez-Loureiro D., Bao R., Masque P., Saez A. (2017). *Quaternary Science Reviews*, 159: 155-168.

Raposeiro P.M., Rubio M. J., González A., Hernández A., Sánchez-López G., Vázquez-Loureiro D., Rull V., Bao R., Costa A. C., Gonçalves V., Sáez A., Giralt S. (2017). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 466: 77-88

Seguramente os açorianos e aqueles que visitam estas ilhas sabem que uma das suas características mais marcantes é a riqueza em águas superficiais, entre as quais as lagoas são o expoente máximo. A geologia e morfologia vulcânica das ilhas, as características do clima e a presença de um denso coberto vegetal com grande capacidade de retenção hídrica, favorecem a acumulação de água no fundo das zonas morfologicamente deprimidas, principalmente nas crateras vulcânicas, dando origem a inúmeras lagoas espalhadas por quase todas as ilhas do arquipélago. Contudo, a exploração florestal nas bacias hidrográficas, o aumento da agropecuária, e a captação de água para abastecimento às populações constituem algumas das pressões que surgiram com o povoamento dos Açores e que se foram intensificando ao longo dos séculos.

Se hoje temos conhecimento das características e da biodiversidade das lagoas e ribeiras dos Açores e reconhecemos a sua importância apesar do impacto que as atividades humanas exerceram sobre estes ecossistemas, pouco sabemos sobre como é que eles eram quando os primeiros povoadores chegaram a estas ilhas. Há fundamentalmente duas maneiras de descobrirmos as características destes ecossistemas no passado: as fontes bibliográficas, isto é, os escritos antigos, e o estudo dos vestígios que ficam acumulados nos seus sedimentos, por outras palavras, através da paleolimnologia. É neste ponto que chegamos à obra de Gaspar Frutuoso e ao seu contributo para o estudo dos ecossistemas aquáticos interiores dos Açores.

Gaspar Frutuoso (1522-1591) escreveu seis livros que compõem *As Saudades da Terra* onde descreve a geografia física e humana das ilhas dos Açores, Madeira e Canárias nos séculos XV e XVI. Esta obra constitui o relato mais completo dos arquipélagos macaronésicos neste período e a principal fonte de informação sobre a sua geografia, história, economia, cultura, fauna e flora.

Relativamente às lagoas e ribeiras, encontramos em *As Saudades da Terra* numerosas referências relativas à sua morfologia e biodiversidade que são hoje fundamentais para o conhecimento das suas características quando o impacto humano era ainda pouco significativo. Nas ribeiras e lagoas costeiras, abundavam as enguias, conhecidas nas ilhas por eirós. Veja-se, a descrição relativa ao Paúl da Praia da Vitória no Livro VI: "... na qual se criam tantos e tão grandes eirós, que, secando-se uma vez e recolhendo-se as águas, ficaram em espaço de três alqueires de terra...". Pelo contrário, Gaspar Frutuoso mostra-nos que nas lagoas de água doce não existiam peixes nativos. No Livro IV quando descreve a lagoa das Furnas refere que "podia-se criar ali infinidade de peixes ..., se houvesse curiosidade para os trazer a ela, de fora". Esta referência é de extrema importância para compreender a evolução da ecologia das lagoas a partir da introdução de peixes que terá ocorrido no século XVIII, como o demonstram estudos recentes baseados na análise de sedimentos lacustres.

As lagoas são conhecidas como sentinelas, quer de alterações antropogénicas, quer de alterações climáticas. Modificações na temperatura e precipitação alteram o balanço hidrológico provocando variações no nível de água das lagoas. No Livro IV Gaspar Frutuoso descreve a lagoa Azul das Sete Cidades (São Miguel) como "... uma grande

alagoa de légua e meia de roda ... que se chama alagoa Grande. Junto dela está uma praia grande, que terá até trinta moios de terra...”.

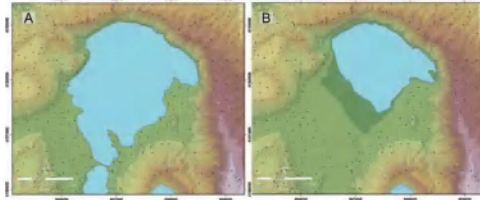


Figura 1 - Lagoa Azul das Sete Cidades (S. Miguel): A) morfologia atual, B) reconstrução da lagoa no século XVI com base na descrição de Gaspar Frutuoso (Saudades da Terra, Livro IV) © UAc. FCT, DB, 2018

A reconstrução da lagoa Azul com base nesta descrição (ver figura 1) permite verificar que no século XVI esta lagoa era muito mais pequena do que atualmente, confirmando os resultados de estudos de paleolimnologia recentes que mostram que a inundação da zona mais a sul desta lagoa só ocorreu a partir de meados do século XVII. Nessa época as atuais lagoas Verde e Azul estavam separadas pela dita praia de areia estéril. A lagoa Grande referida por Frutuoso é a atual lagoa Azul e a Verde designava-se por lagoa Azul, refletindo as águas límpidas de cor azul indicativas de um estado oligotrófico desta lagoa.

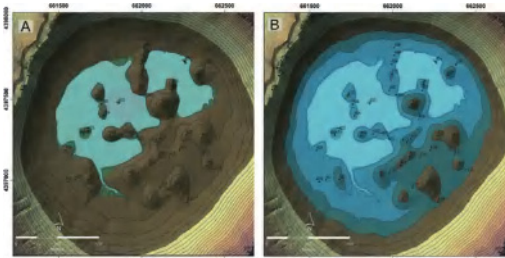


Figura 2 - Lagoa do Caldeirão (Corvo): A) morfologia atual, B) reconstrução da lagoa no século XVI com base na descrição de Gaspar Frutuoso (Saudades da Terra, Livro VI) © UAc. FCT, DB, 2018

Outra lagoa que parece apresentar grandes variações de nível é a lagoa do Caldeirão na ilha do Corvo. Frutuoso descreve-a como “uma grande alagoa de água doce, onde estão sete ilhéus pequenos”. Na atualidade a lagoa do Caldeirão está dividida em duas e a sua profundidade máxima não ultrapassa os 2 metros onde predominam organismos que vivem associados ao fundo. O estudo de sedimentos desta lagoa mostra que no passado abundavam organismos planctónicos, que necessitam de uma coluna de água maior para sobreviverem. A partir da descrição de Gaspar Frutuoso é possível inferir que esta lagoa teria no século XVI cerca de 20 metros de profundidade (ver figura 2).

Gaspar Frutuoso, através da obra Saudades da Terra, fornece indicações importantes para a reconstrução da história natural dos Açores e do seu clima, bem como o impacto que o homem exerceu sobre os seus ecossistemas.

A aplicabilidade de ferramentas de modelação no estudo da distribuição potencial de espécies florestais nos Açores

Lara D. Silva, Luís Silva

24 de março de 2019



Os investigadores na área da ecologia têm desenvolvido e aplicado modelos estatísticos para melhor compreender os fatores que afetam a distribuição dos organismos vivos, nomeadamente para descrever ou prever a distribuição de espécies invasoras (por exemplo a coneteira ou o incenso), para avaliar o habitat disponível para espécies prioritárias (por exemplo uma planta rara) no âmbito da sua conservação e para apoiar o planeamento florestal (onde plantar e que espécies usar). Esses modelos baseiam-se numa descrição matemática da distribuição de uma espécie no espaço ambiental, ou seja, na relação entre a presença ou ausência da espécie e os fatores ambientais (clima, altitude, inclinação do terreno), a qual pode ser utilizada para prever a distribuição da espécie em termos geográficos (a sua distribuição no terreno) ou temporais, por exemplo, no futuro se o clima se alterar.

O avanço ao nível da capacidade computacional disponibilizou uma diversidade de métodos num número crescente de publicações direcionadas ao estudo e aplicação deste tipo de modelos e também numa variedade crescente de métodos de modelação. Nos Açores, a abundância crescente de dados relativos à distribuição das espécies, como sejam o Inventário Florestal ou o Portal da Biodiversidade dos Açores, a diversidade geomorfológica do arquipélago e os diferentes padrões espaciais que é possível encontrar em diferentes ilhas e em diferentes espécies, contribuem para que o arquipélago seja um ótimo laboratório natural para a comparação de diferentes abordagens de modelação, bem como, para testar possíveis constrangimentos técnicos.



Figura 7 - Zona de paisagem protegida das Sete Cidades. Lagoa de Santiago rodeada por floresta de exóticas com predominância de incenso (*Pittosporum undulatum*) (@Lurdes Borges Silva)

Duas abordagens que foram e ainda continuam a ser utilizadas, uma delas baseia-se, no conceito de nicho ecológico, e a outra num conceito mais difícil de compreender, a chamada entropia (desordem). No caso da primeira abordagem, são calculados os fatores ambientais que, de modo mais claro, condicionam a distribuição da espécie, por exemplo a temperatura e a precipitação, no caso do incenso. Para além disso, é calculada a marginalidade e a especialização da espécie em estudo. Isto é, até que ponto a espécie exige um ambiente muito específico (especialização) e se esse ambiente é semelhante ao que prevalece no território, ou se corresponde a condições ambientais que se afastam

das condições médias (marginalidade). Devido à redução do habitat de uma espécie nativa, como a faia-da-terra, e à expansão das áreas ocupadas por uma espécie invasora, como o incenso, a espécie nativa pode apresentar maior especificidade e marginalidade do que a invasora. Isto resulta das alterações na distribuição das espécies, originadas pelas atividades humanas, pelo que, para uma interpretação rigorosa destes modelos estatísticos, é sempre necessário considerar o modo como o uso do solo alterou a distribuição das espécies. Assim, a situação em cada ilha pode diferir consideravelmente, não só devido a condições ambientais (clima, solo, topografia), mas também às mudanças associadas a gradientes de atividade humana.

Na segunda abordagem, a entropia relativa (ou discrepância) é maximizada entre a informação proveniente dos pontos em que a espécie ocorre e a informação proveniente de toda a área alvo do processo de modelação (todo o mapa em análise). Ou seja, este método focaliza-se na análise da relação entre as condições ambientais na área onde a espécie se encontra presente, e as condições ambientais em toda a área de interesse. Curiosamente, ambos os métodos originaram resultados bastante semelhantes quando aplicados ao incenso, à acácia e à faia-da-terra (*Pittosporum undulatum*, *Acacia melanoxylon* e *Morella faya*) em três ilhas (Pico, Terceira e São Miguel), mesmo quando o número de presenças das espécies era reduzido. Um outro ponto interessante é o facto de a modelação melhorar quando se incluíam variáveis topográficas, para além das climáticas, mostrando que poderá haver muita incerteza em modelos apenas baseados no clima.

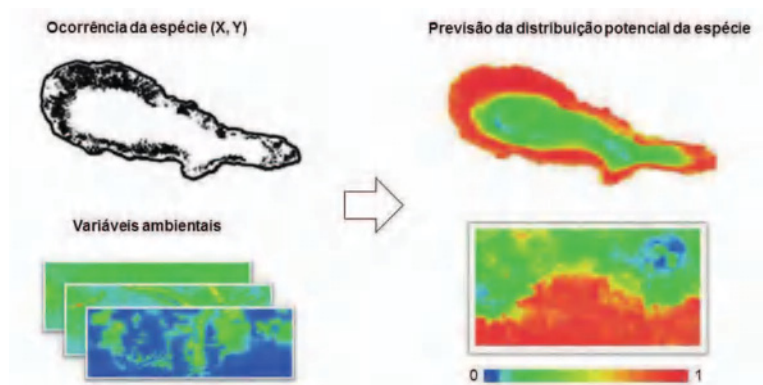


Figura 8 - Esquema do processo de modelação em que o cruzamento da ocorrência da espécie e dos dados ambientais permite prever a adequação do habitat em toda a zona de estudo (0 – habitat menos favorável; 1 – habitat mais favorável).

De uma forma geral, os resultados deste estudo poderão ser aplicados como forma de apoio à gestão da floresta açoriana. Poderão ser replicados em outros sistemas insulares e noutras regiões florestais, não somente em projetos direcionados para a ecologia das espécies florestais, mas também em questões de investigação relacionadas com a previsão do sucesso e expansão das plantas invasoras, a deteção de áreas adequadas para projetos de restauro, a modelação baseada em dados de deteção remota e a modelação do efeito potencial das alterações climáticas.

Desenvolvimento sustentável e qualidade da água para consumo humano

Sílvia Quadros

5 de março de 2019



Em 2015, as Nações Unidas definiram um plano de ação para o desenvolvimento sustentável com 17 objetivos, para concretizar até 2030. O primeiro objetivo deste ambicioso plano é a erradicação da pobreza extrema, pois acredita-se que não pode haver desenvolvimento sustentável enquanto existirem no mundo seres humanos com rendimento inferior a 1,25\$ por dia. O facto desta realidade existir longe “da nossa porta” não significa que “não temos nada a ver com isso”. Sem tirar complexidade ao problema e ainda sem considerar as gerações futuras, como refere a tradicional definição de desenvolvimento sustentável, a verdade é que o padrão de utilização de recursos de alguns países, retira a outros a possibilidade de assegurar aos seus cidadãos as condições básicas de dignidade humana. Em 1987, quando se criou a definição de Desenvolvimento Sustentável, era referido no relatório da Comissão das Nações Unidas para o Ambiente e Desenvolvimento, pela sua primeira autora, que o caminho não é fácil e que a última decisão é política.

Mas qual a relação do desenvolvimento sustentável com a água? O acesso à água potável e a condições de saneamento constitui o 6.º objetivo definido para o desenvolvimento sustentável, devido às suas implicações na saúde e no bem-estar da população, necessários para a erradicação da pobreza em alguns países do globo.



Figura 9 - Ensaio piloto de Zona Húmida Construída para tratamento complementar de água residual

A viver no mundo desenvolvido, a preocupação do cidadão com os serviços de água foca-se sobretudo na qualidade da água para consumo humano.

A qualidade da água na torneira do consumidor é influenciada por diversos fatores, uns relacionados com o sistema de abastecimento (materiais em contacto com a água, operação do sistema, controlo do tratamento da água) e outros com a qualidade da água na origem.

Ora, os locais de armazenamento de água na natureza constituem um guardião de um bem precioso que, se for contaminado, muito dificilmente recuperará a qualidade original. Por essa razão, neste artigo, essa problemática será abordada.

Um contributo para manter a boa qualidade ao longo do tempo (garantindo assim a sua segurança) é a de utilizar “infraestruturas naturais” (zonas húmidas, florestas, turfeiras) que permitem preservar a qualidade da água na origem. A sua ação, tanto através da regulação de caudais como da conservação da qualidade da água, pela prevenção da erosão do solo e pela captura e retenção de poluentes, é especialmente importante para fazer face à poluição difusa provocada pela atividade agrícola. Segundo FAO (2011), a poluição difusa resultante da agricultura tem duas causas, em primeiro lugar, a sobre aplicação de agroquímicos, que se infiltram atingindo as águas subterrâneas e superficiais, e, em segundo lugar, a alteração da estrutura natural do ecossistema solo/vegetação que irá impedir o cumprimento de várias funções, entre elas a preservação da qualidade da água.

Para dirimir os problemas que esta poluição difusa provoca, se, por um lado é necessário a adoção de boas práticas agrícolas, por outro lado é necessária uma maior aposta na prevenção da contaminação das origens de água, utilizando para o efeito as infraestruturas naturais já referidas e, não estando estas disponíveis, outras que simulem as suas características, como as Zonas Húmidas Construídas, ou Leitos de Macrófitas. Estes sistemas naturais são constituídos por um meio granular onde se enraízam plantas vasculares e onde se desenvolvem comunidades microbianas, sendo a depuração da água assegurada por mecanismos físicos, químicos e biológicos, que resultam na associação entre o filtro, as plantas e os microrganismos (USEPA, 2000).

Em 2017, e com a colaboração do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, foram apresentados na *2nd European Water Association Spring Conference*, os primeiros resultados do ensaio piloto de utilização de leitos de macrófitas com plantas nativas e meio de enchimento local, para o tratamento complementar de águas residuais domésticas (Figura 1). Os resultados obtidos demonstraram que o *Bolboschoenus maritimus* L. Palla e os calhaus rolados, podem ser utilizados em leitos de macrófitas para melhorar a qualidade físico-química e bacteriológica da água residual antes da sua descarga no meio recetor.

Uma das aplicações das Zonas Húmidas Construídas é no tratamento complementar de efluentes de fossas sépticas. Nos casos em que as descargas de fossas sépticas se situam em zonas protegidas, nomeadamente nos perímetros de proteção das captações, a utilização destes sistemas naturais como tratamento complementar garante uma maior proteção das águas subterrâneas contra a poluição.

Os estudos em curso para avaliar o desempenho destes sistemas, com plantas nativas e meio de enchimento local, constituem um contributo para a gestão da água na Região Autónoma dos Açores, direcionada para a prevenção, na medida em que estes sistemas poderão ser utilizados de forma descentralizada para a preservação da qualidade da água nas origens.

Conhecer o mundo que nos rodeia faz parte da natureza do ser humano desde que este existe, quer seja para fins de sobrevivência, quer seja por mera curiosidade. Para tal, a recolha de dados, por cientistas ou mesmo pelos cidadãos, é essencial, uma vez que é através desta que é possível contribuir para uma maior compreensão do espaço em seu redor. É neste quadro que a Ciência Cidadã tem vindo a crescer nos últimos anos a nível mundial.

De uma maneira simples, esta é definida como a recolha de informação sobre o mundo em nosso redor por parte de voluntários não cientistas. Este conceito, aliado às facilidades providenciadas pelas novas tecnologias (como os computadores, *Tablets* ou *Smartphones*), tem vindo a ganhar cada vez mais adeptos, permitindo, desta forma, estabelecer diversos projetos com grande interesse científico nas mais variadas áreas.



Foi neste âmbito que surgiu o projeto “Ciência Cidadã nos Açores: o uso de joaninhas (*Coleoptera: Coccinellidae*) como espécies-modelo”. O objetivo principal do projeto é a distribuição das diversas espécies de joaninhas existentes nos Açores, bem como assegurar um sistema de aviso para o caso de alguma espécie com potencial invasor chegar à Região.

A escolha das joaninhas, como espécie-modelo, partiu do princípio de que estas criam elevada empatia com público em geral, sendo facilmente reconhecidas entre os diversos insetos. Estas pertencem à ordem *Coleoptera* (*Insecta*), família *Coccinellidae*, cujas duas principais características são a presença de um par de asas (anteriores) modificadas, enrijecidas e designadas de élitros, que se encontram e formam uma linha central, cobrindo o abdómen, protegendo um segundo par de asas (posteriores), utilizadas para o voo. Por sua vez, o aparelho bucal serve para mastigar, em vez de ser utilizado para sucção.

Normalmente, são de tamanho pequeno a médio (0,8 a 18 mm de comprimento), arredondadas ou ovaladas, com a parte dorsal convexa e a parte ventral achatada e o corpo pode, ainda, apresentar pelos e ser mais ou menos brilhante. Entre os élitros e a

cabeça existe, ainda, uma placa que protege o tórax, designada de pronoto. Tanto os élitros como o pronoto apresentam padrões variados.

Para estabelecer uma interface com os cidadãos, este projeto criou uma página nas redes sociais (<https://www.facebook.com/joaninhasdosacores/>). Na página WEB constam informações sobre as diversas espécies, historicamente referenciadas para a Região Autónoma dos Açores (características morfológicas, habitats, tipo de alimentação, entre outros) e, também, informações sobre como os voluntários poderão contribuir para a execução do projeto. Para tal, foram criadas algumas metodologias simples para que possam ser postas em prática (seja através de observação direta, seja por recolha de exemplares).

De maneira a poder facilitar a identificação das espécies, foi criada, também, uma chave de identificação simplificada (chave dicotómica), com esquemas de joaninhas, onde são apresentadas algumas das principais características morfológicas (cor dos élitros, número de manchas, pubescência, entre outros), bem como fichas de caracterização de algumas das espécies, permitindo, assim, que todos possam tentar identificar as espécies e poder obter, ao mesmo tempo, informações sobre os mesmos. O envio dos dados poderá ser feito através da própria página WEB, bem como através da página de Facebook.



Todas as informações fornecidas pelos cidadãos são, posteriormente, validadas e, de forma a manter um registo permanente das observações, são georreferenciados em mapa (MyGoogleMaps.com), estando acessível a todos os interessados.

Estes tipos de projetos aumentam significativamente a quantidade de dados para investigação, uma vez que a área de observação é muito mais extensa do que a que seria conseguida apenas por um único indivíduo. Além disso, e não menos importante, permitem que qualquer cidadão possa contribuir com informações úteis sobre o ambiente das suas áreas de residência, fazendo com que estes tenham, desta maneira, uma participação mais ativa nas questões ambientais e solucionamento de problemas relacionados, levando-o a uma maior interligação com a comunidade científica.

As lagoas dos Açores, além de serem um elemento característico da paisagem açoriana, têm um elevado valor patrimonial e natural e ainda oferecem uma variedade de serviços à população, sendo também uma das principais atrações turísticas das ilhas. Ao longo de décadas, devido à ação humana, foram sujeitas a pressões que provocaram a sua eutrofização, perturbando o equilíbrio biológico e a qualidade das águas devido às pressões ecológicas sobre as comunidades biológicas. A crescente degradação dos ecossistemas aquáticos deu origem a novas abordagens, especialmente a partir de 2000, ano em que a Europa publica a Diretiva Quadro da Água (DQA; 2000/60/CE do Parlamento Europeu), alterando o significado do valor da água, passando esta a ser vista como o suporte de vida das comunidades biológicas. Nesta perspetiva, os ecossistemas aquáticos são agora avaliados de uma forma integrada e ecológica. A monitorização da qualidade da água para avaliar a integridade dos ecossistemas aquáticos inclui, para além dos parâmetros físico-químicos, o estado das comunidades biológicas. Assume-se, portanto, que estas refletem as contaminações físicas e químicas, mas também são sensíveis aos parâmetros meteorológicos (temperatura, radiação, precipitação, etc.) pelo que podem ser importantes indicadores das alterações climáticas. Se as emissões de gases com efeito de estufa continuarem dentro das tendências atuais, o aquecimento do planeta pode chegar a 4,8 °C até 2100. Observações de longo prazo da temperatura do ar à superfície em vários lugares do planeta mostraram um aumento global desde o início do século XX (NOAA/ESRL). Nos Açores também se verifica uma tendência no aumento da temperatura. Nos últimos 18 anos, houve uma tendência positiva de 0,12 K por década. Quanto à precipitação, verifica-se uma tendência negativa de -133 mm/década. Estes resultados mostram que o clima já está a mudar nos Açores. Com o objetivo de tentar reverter a poluição das águas, as autoridades de Ambiente do arquipélago disponibilizam na página <http://www.azores.gov.pt/GRA/srm-drotrh>, dados biológicos (*fitoplâncton*), físico-químicos e meteorológicos relativos à monitorização periódica da qualidade das águas das Lagoas.

Neste trabalho foram identificados modelos de correlação de forma exploratória entre os

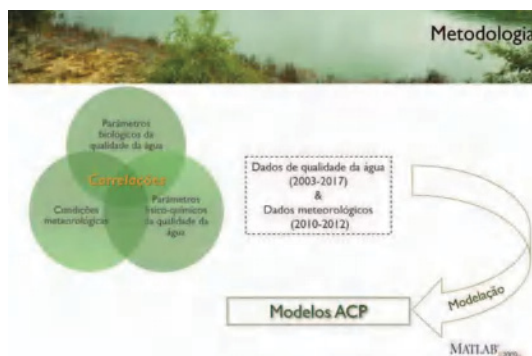


Figura 1 - Metodologia usada na análise ACP

diversos parâmetros biológicos (*fitoplâncton*) e meteorológicos, durante o período de 2003 a 2017, nas lagoas do Fogo, Furnas e Sete Cidades (site GRA). Neste estudo, com muitas amostras e variáveis de diversas naturezas, a melhor forma de avaliar globalmente os dados foi a metodologia estatística multivariada, como a análise de componentes principais (ACP), onde as variáveis podem ser analisadas em conjunto (Fig.1). Os dados disponíveis permitiram obter correlações por

lagoa, profundidades de recolha, ano de recolha e por temporada (primavera, verão, outono e inverno), no período temporal considerado.

As comunidades biológicas nas lagoas dos Açores estão representadas pelas divisões mais comuns do fitoplâncton. Os resultados obtidos mostram que CHLOROPHYTA, DINOPHYTA e CHRYSOPHYTA estão correlacionadas entre si, mas não com CYANOPHYTA. Por outro lado, BACILLARIOPHYTA e CRYPTOPHYTA também estão correlacionadas entre si, mas não com EUGLENOPHYTA. As maiores abundâncias de BACILLARIOPHYTA e CRYPTOPHYTA surgem na lagoa das Furnas e na Lagoa Verde. Por outro lado, as maiores quantidades de CHLOROPHYTA, DINOPHYTA e CHRYSOPHYTA aparecem igualmente nessas duas lagoas, mas também na lagoa do Fogo e, alguns vestígios, na Lagoa Azul (Fig.2(a)). O estudo permitiu concluir também que a maior abundância de BACILLARIOPHYTA e CRYPTOPHYTA, surgiu após 2015 nas Lagoas Verde e das Furnas. Até 2010, CYANOPHYTA esteve bastante isolada nas lagoas das Sete Cidades e nas Furnas. BACILLARIOPHYTA e CRYPTOPHYTA têm uma tendência para se acumularem em todas as estações do ano, exceto no verão (Fig.2(b)). Por outro lado, BACILLARIOPHYTA, DINOPHYTA e CRYPTOPHYTA são influenciadas por altos níveis de precipitação, evaporação e velocidade do vento (Fig.2(c)).

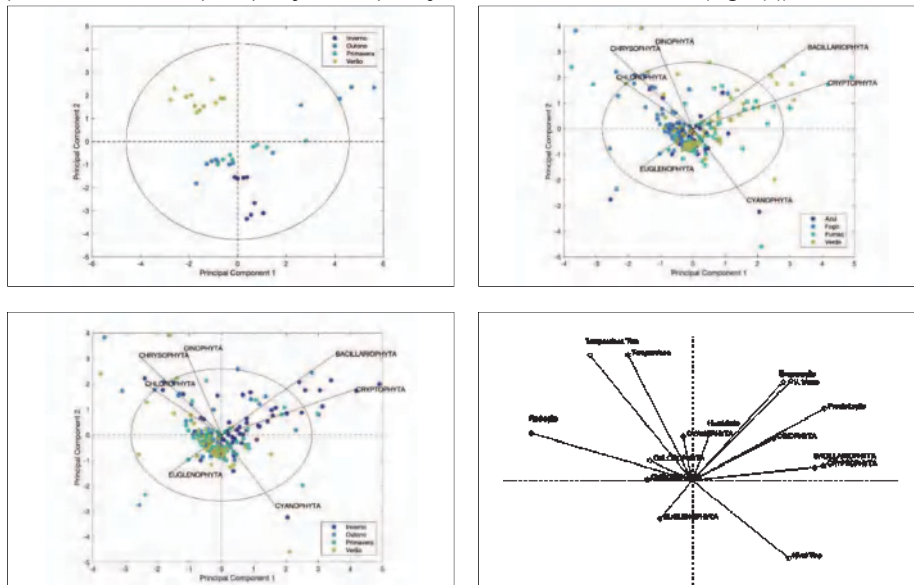


Figura 2 - Alguns dos resultados obtidos. Scores e descritores

CYANOPHYTA, CHLOROPHYTA e CHRYSOPHYTA estão mais correlacionadas com altos valores de temperatura do ar, temperatura da água e radiação. Os resultados mostram ainda que o fitoplâncton se distribui diferencialmente de acordo com a estação do ano, havendo dois aglomerados, verão e o inverno, bastante bem demarcados. Em particular, no verão há uma correlação positiva com a temperatura do ar e da água, e também com a radiação.

Saudades da Terra

Uma leitura geográfica

João Porteiro

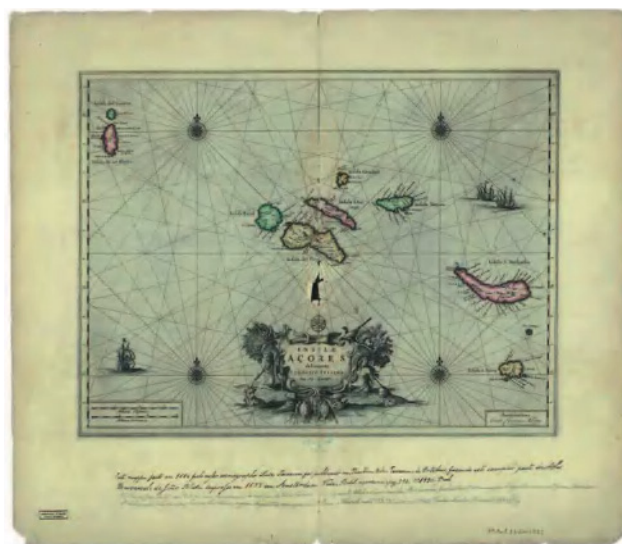
3 de novembro de 2019



A obra de Gaspar Frutuoso, Saudades da Terra, é de consulta obrigatória para todos os que pretendem desvendar o modo como se processou o povoamento e a ocupação destas ilhas, pouco após o arranque da caminhada de colonização dos Açores. Numa leitura descomprometida, nada importa certificar a validade de certas fontes documentais onde assenta a narrativa do escritor, o qual, como sabemos, não presenciou (temporalmente) a chegada dos primeiros portugueses que arribaram ao arquipélago.

Nascido em Ponta Delgada em 1522, Gaspar Frutuoso dedicou o esforço da sua vida à compilação e escrita de Saudades da Terra. Para um clérigo, doutorado em Teologia pela Universidade de Salamanca, seria expetável que o foco da sua atenção recaísse sobre as temáticas religiosas ou assuntos similares, tão em voga na época. Nada de mais errado! Saudades da Terra constitui, não só um verdadeiro compêndio histórico, mas também um meticuloso tratado de corografia renascentista, que espelha bem o seu conhecimento enciclopédico e uma invulgar capacidade de perceção da realidade, atributos pouco habituais para uma individualidade daquele tempo.

As anotações e seus escritos exibem a arte de conjugar os ramos clássicos das ciências geográficas, numa visão combinada de elementos biofísicos e do quadro social vigente nos momentos (quase) iniciais do povoamento dos Açores. Gaspar Frutuoso demonstra, sobremaneira, uma enorme perspicácia na interpretação das paisagens naturais e recém humanizadas, onde a riqueza ilustrativa se alia aos detalhes, pormenores, métricas ou a distâncias espaciais, cujas bases descritivas residem, sobretudo, em estudos de campo, reveladores de quem “palmillhou”, como de uma peregrinação se tratasse, todos os recantos das ilhas, designadamente de São Miguel (Livro IV).



Num roteiro orientado pelos quadrantes geográficos, no sentido da “volta à ilha”, consagra especial atenção às formas de relevo, com a indicação posicional das principais estruturas montanhosas, onde o clima mais agreste e a exuberante vegetação impossibilitavam a

permanência humana. Ao invés do interior, relegado para segundo plano no modelo de ocupação territorial que fora estabelecido, descreve o traçado do litoral, identificando as baías e enseadas acessíveis e melhor abrigadas, em torno das quais o desbravamento dos solos mais férteis deram lugar aos campos agrícolas e aos núcleos fundadores dos aglomerados populacionais.

O isolamento e a autossuficiência daquelas gentes recém-chegadas transparecem de forma evidente na obra de Frutuoso: amiúde, aborda os constrangimentos das acessibilidades, aludindo ao desenho das veredas que ligavam remotos povoados, serpenteando obstáculos orográficos praticamente intransponíveis. Também não se poupou nas estimativas populacionais, nem tão pouco na enumeração das adversidades em virtude dos cataclismos naturais (tempestades, terremotos e vulcões), que ditavam fome, miséria, mortes e uma profunda devastação dos alicerces primordiais da sociedade, conduzindo a movimentos emigratórios com alguma expressão demográfica.

Num exercício académico de interpretação histórica e geográfica, sobressai um protótipo ancestral, representativo do modelo original de ocupação das ilhas, descrito por Gaspar Frutuoso, mas passível de ser reconstituído na atualidade, atendendo aos elementos estruturantes da geografia regional: um escalonamento dos usos do solo e das atividades produtivas, segundo patamares de altitude, em função das condições edafoclimáticas, fertilidade dos substratos e de acordo com as acessibilidades. Os trajetos das ações transformativas partem sempre do litoral para o interior das ilhas, registando-se momentos transitivos de grandes alterações do quadro natural, durante os episódios de pujança económica, ou mesmo regressivos, na vigência dos períodos de maior recessão.

Se dúvidas ainda subsistissem, em pleno século XXI, acerca do proclamado estado de naturalidade das paisagens dos Açores, o livro de Gaspar Frutuoso é um testemunho documental de um legado de muitas gerações que se apropriaram das terras virgens: arrotearam para cultivos industriais e de subsistência, obtenção de combustível e para a instalação das vilas, aldeias e lugares, ajeitando a topografia dos terrenos, modificando a hidrologia superficial, num processo de contínua mutação secular.

Com efeito, a questão crucial que se impõe é esta: onde estão as paisagens pristinas que Frutuoso tão bem retratou? A resposta é lapidar: quase em lado nenhum, porquanto a obra perpetuada pelo homem, durante cerca de seiscentos anos, ditou algo que não pode ser conotado, nem na linguagem promocional, como uma paisagem “intacta”, “selvagem” ou “intocada”.

Em suma, Gaspar Frutuoso, nas Saudades da Terra, invoca, numa interpretação porventura abusiva da nossa parte, aquilo que Vitorino Nemésio consagrou cinco séculos depois, num extraordinário escrito que ficou para a posteridade:

“A geografia, para nós, vale outro tanto como a história, e não é de balde que as nossas recordações escritas inserem uns cinquenta por cento de relatos de sismos e enchentes. Como as sereias temos uma dupla natureza: somos de carne e pedra (...).”

No passado mês de setembro, tive a oportunidade de conhecer a peculiar ilha da Boa Vista (Cabo Verde), que visitei como investigadora do CIBIO Açores – Centro de Investigação em Biodiversidade e Recursos Genéticos da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade dos Açores[†]. Uma ilha plana, seca, rodeada de praias brancas com enorme aptidão para o turismo, diriam alguns. Perfeita para a desova, diriam as tartarugas. Assim, nesta ilha quase do tamanho da ilha de São Miguel, encontramos uma grande oferta turística (cerca de 200.000 hóspedes*), bem como cerca de 80% dos ninhos de tartarugas-comuns ou tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*) em Cabo Verde (68.230 ninhos*). Devido à escassez de água doce, a produção de alimentos na Boa Vista foi sempre limitada, e, por isso, a população local, com cerca de 14.000 habitantes, tem uma forte história de caça às tartarugas e apanha de seus ovos.

E a questão que salta aos olhos é: como gerir tantos usos e interesses que aparentemente se apresentam conflituosos?

A resposta surgiu com a criação de um projeto de colaboração entre três organizações não governamentais (ONGs) e o Ministério da Agricultura e o Ambiente (MAA): o Projeto Tartaruga Boa Vista. O que torna esse projeto especial não é apenas a colaboração total dos envolvidos, mas também a larga área de ação do projeto, que vai da fiscalização e implementação da legislação existente, passando pela investigação científica, pela educação ambiental nas escolas, comunidades locais e hotéis, ao desenvolvimento comunitário, contando ainda com o envolvimento da população em todas as vertentes do projeto. Além das ONGs: Fundação Tartaruga Cabo Verde; Cabo Verde Natura 2000; Bios.CV e da Delegação local do MAA; o projeto conta com vários parceiros como: a Polícia Nacional; a Associação Varandinha de Povoação Velha; a Associação Onze Estrelas Clube de Bofareira; as Áreas Protegidas da Boa Vista; e a Fundação MAVA, entre outros.



Figura 1 - Resgate de uma tartaruga na Praia da Cruz. Foto: BIOS.CV (esquerda). Viveiro da Fundação Tartaruga em Lacacção (@ Daniela Gabriel (direita))

Após a publicação da lei que criminaliza a apanha da tartaruga (D.L. nº 1/2018, de 21 de maio), muitos habitantes passaram a trabalhar na conservação e observação turística de tartarugas. Com 178.196 saídas de tartarugas* e 10.098 visitantes* interessados na

observação desses animais, surgiram várias oportunidades: vigilância das praias protegidas (16 guardas financiados por operadores turísticos*), condução de turistas para observação de tartarugas (86 taxistas receberam autorizações para observação de postura de ovos*), limpeza das praias e áreas protegidas adjacentes, e educação de determinados grupos alvo (alunos do ensino básico, centro de idosos de Sal Rei, crianças durante as férias escolares, e outros interessados).

Enquanto a penalização da apanha de tartarugas levou a um aumento no número de postura de ovos, a transferência de ovos postos em zonas de risco para viveiros protegidos garante um maior sucesso no nascimento das crias. Os dados também indicam que a observação turística, quando feita segundo as regras de boa conduta, não influencia o tempo de desova nem a quantidade de ovos postos pelas tartarugas. Além disso, a taxa que os operadores turísticos pagam para obterem a permissão para observação reverte a favor da comunidade local, assim como da vigilância e da conservação das tartarugas.

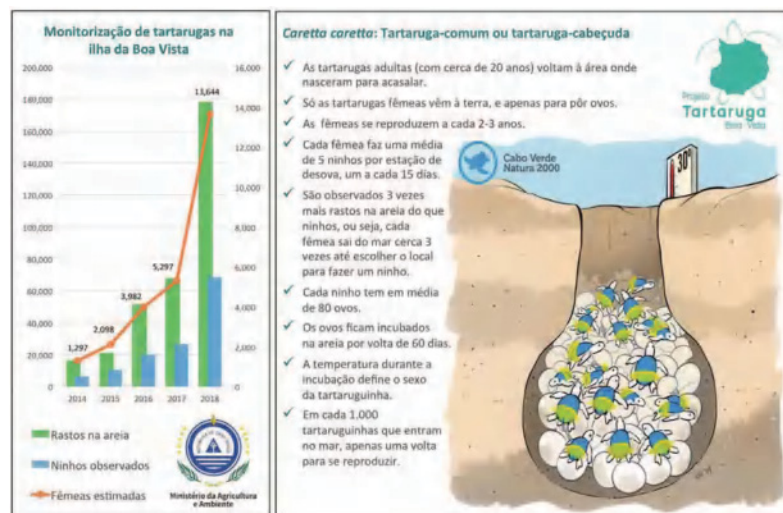
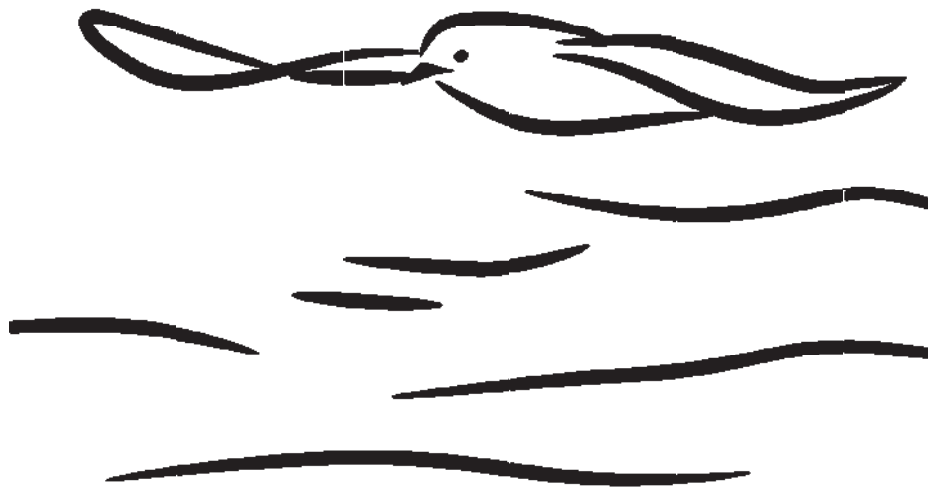


Figura 2 - Evolução da monitorização de tartarugas, com base em dados do MAA (esquerda). Curiosidades científicas, com o apoio das ONGs do Projeto Tartaruga Boa Vista. Ilustração do ninho: Cabo Verde Natura 2000. (direita)

Apesar das limitações de recursos humanos, a fiscalização está a ser incrementada nas áreas onde a vigilância ainda é insuficiente, nomeadamente com a utilização de drones e cães treinados para farejar a carne de tartaruga. As denúncias também têm vindo a aumentar, uma vez que a população está mais sensibilizada para o tema e qualquer pessoa pode apresentar uma queixa de crime ambiental.

Se ainda há dificuldades? Todos dirão que é certo que sim... Mas com um aumento de mais de 150 % no número estimado de fêmeas, eu diria que a Boa Vista está num bom caminho e os resultados não negam que a união faz a força!



Ciências da Vida

Com o aumento da concentração humana em zonas litorais que se tem vindo a assistir no último século, as comunidades biológicas costeiras ficaram expostas a uma elevada pressão.

Assim, quer uma série de actividades económicas e recreativas quer a urbanização crescente das zonas costeiras provocam a destruição de habitats. Partes significativas da orla costeira são progressivamente substituídas por estruturas artificiais (portos, marinas, pontões, molhes, etc.), o que é considerado, pela comunidade científica, como uma das principais razões para a degradação dos ecossistemas costeiros.



Figura 1 - Depressões experimentais

Vários estudos demonstraram que, regra geral, estas estruturas são um fraco substituto dos habitats naturais, suportando comunidades biológicas que diferem das encontradas em condições naturais. Para além disto, demonstrou-se também que estas estruturas facilitam a fixação de espécies exóticas contribuindo assim para a aceleração de um problema à escala

global e com repercussões negativas quer ecológicas quer económicas. Acresce que, dada a previsão de aumento do nível médio das águas do mar, bem como da frequência de tempestades, é expectável que, com o intuito de proteger bens e populações costeiras, o número de tais estruturas aumente de forma substancial no futuro.

Regra geral, os materiais usados na construção das estruturas artificiais têm uma baixa complexidade micro topográfica, sendo este um dos pontos geralmente identificado como fulcral dada a sua inadequação ao suporte de comunidades naturais. Esta falta de complexidade resulta, na prática, numa diminuição efectiva do número e tipo de micro habitats disponíveis (poças, depressões, fissuras, etc.) e que são vitais para o desenvolvimento e crescimento de várias espécies, incluindo espécies com elevado interesse económico.

Conscientes desta realidade, a Universidade dos Açores, em colaboração com investigadores do Reino Unido, desenvolveu um estudo em que testou a seguinte hipótese: seria possível aumentar a abundância de espécies ecologicamente importantes e com elevado interesse económico, em estruturas artificiais, recorrendo à engenharia biológica? Ou seja, através da inclusão experimental de micro habitats nas estruturas artificiais, potenciar a abundância das espécies alvo.

Assim, foram feitas alterações simples a molhes já existentes em São Miguel que se traduziram na criação de pequenas depressões. Estas pretendiam simular um dos micro habitats identificado como essencial para a sobrevivência dos estados imaturos das lapas - uma das espécies chave dos ecossistemas costeiros temperados, mas alvo de sobre-

exploração nos Açores. As depressões foram feitas de acordo com dois tratamentos, nos quais se manipulou tanto o número como o tamanho das depressões.

Após alguns meses, os resultados foram conclusivos. De uma forma geral, nas áreas das estruturas artificiais, onde foram criadas as depressões, a abundância de lapas foi cinco



Figura 2 - Ambiente natural

vezes superior em relação às áreas de controlo (onde não foram criadas as depressões). Foi interessante constatar que tanto os estádios imaturos das lapas (esperado), como os estádios maduros responderam de forma positiva à introdução das depressões, demonstrando que este

tipo de micro habitat é importante para a sobrevivência das lapas ao longo de todo o seu desenvolvimento.

A abundância de indivíduos imaturos respondeu de forma positiva ao número de depressões feito, sugerindo que este tipo de micro habitat é um factor condicionante ao nível do recrutamento - fase crítica no desenvolvimento da espécie na qual as larvas, até então pelágicas (que vivem na coluna de água), se fixam ao substrato e sofrem uma metamorfose, assumindo o aspecto da lapa como é geralmente conhecida. Para os indivíduos adultos (maiores), o número de depressões não se revelou tão importante. Ainda



Figura 3 - Ambiente artificial

assim, estes indivíduos mostraram uma associação positiva com as depressões maiores, sugerindo uma preferência por este tipo de micro habitat.

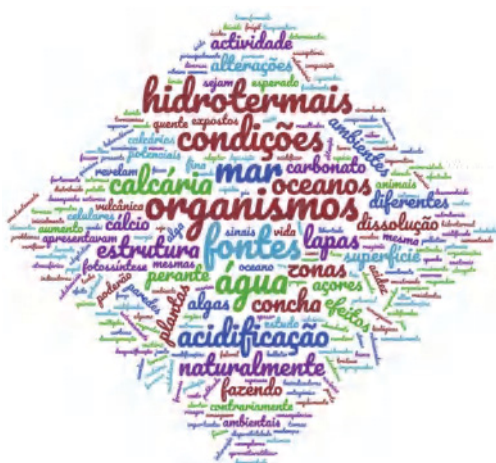
Em resumo, este estudo mostrou que, por um lado, as estruturas artificiais podem ser modificadas, de forma simples e sem grandes custos, de modo a potenciar a abundância de espécies chave; e, por outro lado, prova que a necessidade de protecção da nossa orla costeira pode ser conciliada com interesses de conservação e gestão de recursos naturais.

Fontes hidrotermais

Laboratórios naturais de acidificação oceânica

Ruben Couto

19 de fevereiro de 2012



Diversas organizações mundiais têm vindo a alertar para múltiplos problemas relacionados com o aumento de Dióxido de Carbono (CO₂) atmosférico. Algumas alterações esperadas para os oceanos são o aumento da temperatura da água do mar, a sua acidificação e desoxigenação. Estas, causarão mudanças substanciais nas condições físicas, químicas e biológicas dos oceanos, aumentando o stress sobre a vida marinha.

Torna-se assim imperativo compreender o enorme papel que o oceano desempenha na manutenção da vida na Terra, e as consequências de um mundo com altas concentrações de CO₂ para o oceano e para a humanidade.

Ocorrem nos oceanos algumas zonas naturalmente acidificadas. As fontes hidrotermais de superfície, são um tipo de actividade vulcânica associada a zonas de desgasificação, principalmente de CO₂. Trata-se de um tipo de actividade vulcânica amplamente distribuído nos Açores, como se pode verificar, por exemplo, na Ferraria, na Ribeira Quente, no Banco D. João de Castro ou no Porto Formoso.



Figura 1 - Fonte hidrotermal da Ladeira da Velha - Porto Formoso

A interação do CO₂ com a água do mar, torna-a naturalmente mais ácida e, por vezes, mais quente do que a água circundante. Os organismos que vivem em tais ambientes estão, naturalmente e constantemente, expostos a estas diferentes condições ambientais. Seria de esperar, que perante determinadas condições, nomeadamente a acidificação da água do mar, os organismos com estrutura calcária fossem os mais afectados devido à dissolução do Carbonato de Cálcio, tal como acontece com o mármore em contacto com vinagre ou sumo de limão.

Na verdade, nem todos os organismos de estrutura calcária respondem da mesma forma a estes ambientes.

As paredes celulares das algas calcárias, fortemente impregnadas com Carbonato de Cálcio, tornam-nas muito resistentes, fazendo com que sejam um dos elementos estruturais mais importantes em zonas costeiras. A sua natureza calcária torna-as também mais susceptíveis a meios ácidos, fazendo com que sejam estudadas como potenciais indicadoras do efeito da acidificação dos oceanos.

Em 2010 foi desenvolvido um estudo na Universidade dos Açores sobre os efeitos das fontes hidrotermais de superfície na composição química, anatomia e estrutura calcária de *Corallina elongata*, uma alga calcária abundante nos Açores. Este trabalho, publicado na "Marine Pollution Bulletin",

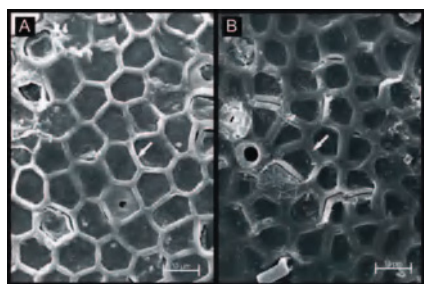


Figura 2 - Paredes celulares de alga calcária de sítio sem hidrotermalismo e com hidrotermalismo

revelou que, apesar da acidez nas fontes hidrotermais, e contrariamente ao esperado, as algas, embora mostrando sinais externos de alguma dissolução, apresentavam paredes celulares mais espessas, ou seja, com maior deposição de Carbonato de Cálcio.

O gás libertado pelas fontes hidrotermais (CO_2), para além de acidificar a água do mar, também é um elemento fulcral na obtenção de energia pelas algas e pelas outras plantas através da fotossíntese. Ora, a maior disponibilidade de CO_2 potencia o metabolismo da alga fazendo com que esta tenha uma maior taxa de crescimento, contrariamente ao que era inicialmente esperado.

Outro organismo presente nestas zonas de actividade hidrotermal de superfície e com elevado interesse económico são as lapas. Junto dessas fontes hidrotermais, alguns exemplares de lapas da espécie *Patella candei* apresentavam a sua concha com sinais de dissolução pela acção da água do mar acidificada. Em algumas destas lapas a concha era tão fina que se conseguiam ver alguns dos órgãos internos, sendo a concha facilmente quebrável durante a apanha.



Figura 3 - Lapas com concha dissolvida recolhidas perto de fonte hidrotermal

As lapas ficam assim bem mais expostas à força do mar e à predação por parte de outros organismos, porque têm uma concha mais fina e mais frágil.

Na verdade plantas e animais parecem responder de forma antagónica perante as mesmas condições. Enquanto as plantas conseguem aproveitar/utilizar o CO_2 e transformá-lo na sua própria matéria através da fotossíntese, os animais com estruturas calcárias estão extremamente expostos e vulneráveis aos efeitos da acidez do meio. Duas respostas diferentes perante as mesmas condições ambientais extremas.

Mesmo dentro destes grupos, nem todos os organismos reagirão da mesma forma. Estes resultados revelam o potencial adaptativo de alguns organismos a diferentes condições e outros organismos que poderão não se adaptar às rápidas alterações no ambiente.

O estudo de organismos calcários em ambientes naturalmente acidificados revelará alguns dos potenciais efeitos que a acidificação dos oceanos poderá causar.

Estes organismos poderão ser considerados organismos bioindicadores (sentinelas), porque revelam modificações no meio envolvente através de alterações na sua própria estrutura.

Pode a competição por ninhos afectar a monogamia genética dos cagarros?

Joël Bried

15 de abril de 2012



Bried J., Dubois M.-P., Jarne P., Jouventin, P., Santos, R. S. (2010). *Journal of Avian Biology*, 41: 407-418.

Apesar de 92% das espécies de aves serem socialmente monogâmicas, ocorrem cópulas fora do casal, que poderão eventualmente resultar em paternidades extra-conjugais, as quais já foram observadas em mais de 140 espécies.

Considera-se que as cópulas fora do casal permitem às fêmeas ajustar a escolha do seu macho social (ou seja, o macho com quem vão ficar desde a formação do casal até a emancipação das crias) e aos machos que não conseguiram um ninho evitar perder um ano de reprodução, sobretudo quando uma disponibilidade baixa em sítios de nidificação constrange a escolha do parceiro social (nesta altura, quase qualquer macho pode ser escolhido desde que possua um ninho).



As pardelas são aves marinhas socialmente monogâmicas que raramente divorciam-se de um ano para o outro, mesmo que uma forte competição por ninhos resultando da falta de habitat disponível impeça uma ótima escolha do parceiro social. O cagarro *Calonectris diomedea* é uma pardela que nidifica em buracos nas ilhas do Mediterrâneo e do Atlântico nordeste subtropical. Dois estudos efectuados em colónias situadas no Mediterrâneo não encontraram paternidades extra-conjugais. Contudo, a disponibilidade em buracos nestas colónias era mais elevada do que no ilhéu da Vila, na ilha de Santa



Maria, onde os cagarros enfrentam uma competição intra-específica por ninhos muito forte. O efeito da competição por ninhos sobre a monogamia genética das aves marinhas nunca tinha sido avaliado até então. Determinar a taxa das paternidades extra-conjugais na população de cagarros do ilhéu da Vila constituiu um primeiro passo para tapar esta lacuna.

Para isso, um estudo de genética molecular (utilizando marcadores microsatólites) em 69 famílias de cagarros (os dois progenitores sociais e a sua única cria, uma vez que o tamanho da postura é de um ovo só) neste ilhéu em 2002 e 2003, revelou a existência de paternidades extra-conjugais cada ano, com uma taxa global de 11.6%. Associar os dados genéticos com a monitorização destes mesmos casais entre 2002 e 2008 permitiu mostrar também que:

1) a incidência das paternidades extra-conjugais era independente do grau de parentesco genético entre os progenitores sociais, da densidade de ninhos e da probabilidade do casal divorciar-se no ano seguinte, mas era mais elevada quando o tamanho corporal do macho social era pequeno,

2) os machos demoravam mais anos do que as fêmeas antes de voltarem a reproduzir-se quando mudavam de ninho depois de um divórcio ou da morte do antigo parceiro. Nestas circunstâncias as cópulas fora do casal deveriam permitir aos machos diminuir os inconvenientes das mudanças de buraco. Além disso, durante os acasalamentos, dos quais muitos decorrem fora dos buracos, observaram-se machos que aparentemente não tinham fêmea a tentar empurrar o macho que estava a copular para ocupar o lugar dele. Nesta altura, obviamente, o sucesso é inversamente proporcional ao tamanho do oponente. Contudo, e embora as fêmeas mostrem preferência para machos grandes em várias espécies de aves, nada aponta para a existência deste fenómeno no ilhéu da Vila (a não ser que a competição por ninhos impeça as fêmeas de escolherem o maior macho social possível).



Por outro lado, foi observada uma fêmea a acasalar com três machos diferentes, em três buracos distintos, numa noite só (F. Zino comm. pess.). A teoria prevê que as fêmeas podem procurar cópulas fora do casal para conseguir benefícios genéticos para a cria (por exemplo se apresentarem um grau de consanguinidade elevado com o macho social), ou para precaver-se contra a infertilidade eventual do macho social. No entanto, os nossos resultados não confirmam isto.

Por isso, o papel de cada sexo neste comportamento continua pouco conhecido, pelo menos no que concerne os cagarros. Contudo, os nossos resultados são compatíveis com a existência de uma ligação entre a falta de ninhos e as paternidades extra-conjugais, e confirmam que até as espécies consideradas como exemplos típicos de monogamia e de fidelidade podem mostrar flexibilidade comportamental.

Doença de Machado-Joseph

Ratinho transgênico revela alterações relacionadas com a produção de energia das células

Manuela Lima

10 de junho de 2012



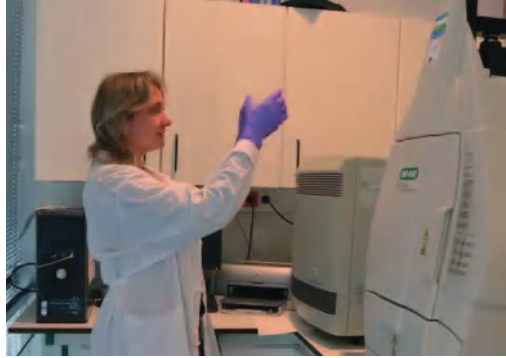
A doença de Machado-Joseph (DMJ) é uma doença neurodegenerativa hereditária, que tem habitualmente início na idade adulta e que se transmite de um modo dominante. O gene da DMJ designa-se por *ATXN3*; na sua forma mutada, o gene codifica uma proteína alterada, que ganha uma função neurotóxica, conduzindo à perda neuronal, em áreas específicas do cérebro. O papel desempenhado pela proteína mutada tem sido extensivamente estudado, mas permanece longe de estar bem esclarecido. Não existe presentemente tratamento específico para a DMJ; apesar dos ensaios clínicos serem uma realidade emergente, urge progredir no conhecimento dos processos implicados na doença. Indicações importantes acerca dos mecanismos envolvidos na progressão da DMJ podem ser obtidas a partir do conhecimento já disponível para outras doenças neurodegenerativas; dessas observações resultou a ideia de que alterações nas mitocôndrias poderiam estar envolvidas na doença. As mitocôndrias são pequenos



organelos celulares, consideradas as “fábricas” de produção de energia das células, uma vez que, na presença do oxigénio, convertem os nutrientes em energia, através de um sistema complexo (uma espécie de “linha de montagem”) designado de “sistema de fosforilação oxidativa”. As mitocôndrias possuem o seu próprio sistema de informação genética (o DNA mitocondrial) cuja integridade é essencial para a produção dos níveis adequados de energia nas células.

Alterações na quantidade ou na qualidade do DNA mitocondrial estão envolvidas no designado “dano mitocondrial”, que sabemos ser característico de várias doenças neurodegenerativas. Existiam, todavia, limitações ao estudo desta questão na DMJ, nomeadamente no que se referia ao acesso aos tecidos do cérebro que são tipicamente afectados. Visando ultrapassar tais limitações, características da investigação com sujeitos humanos, decidiu-se usar um modelo animal transgénico. O ratinho (*Mus musculus*) na linguagem comum – murganho - é um dos organismos mais utilizados para este tipo de investigação, pela proximidade postulada entre os seus processos fisiológicos e os dos humanos. Muitas estratégias são possíveis na manipulação genética destes animais; de entre estas, realça-se a construção de linhagens de transgénicos, obtidas a partir de animais geneticamente manipulados de modo a conter parte ou a totalidade de um gene humano, capaz de expressar a proteína correspondente. Fruto de uma sólida colaboração de há vários anos com a equipa da investigadora Patrícia Maciel, do Instituto de Investigação em Ciências da Vida e da Saúde da Universidade do Minho, iniciámos em 2010 no Centro de Investigação de Recursos Naturais (CIRN) do Departamento de Biologia da Universidade dos Açores (UAC), o estudo de alterações mitocondriais na DMJ, usando um modelo transgénico de *Mus musculus*. A Bolseira de Pós-Doutoramento da Direção Regional da Ciência e Tecnologia (DRCT) Nadiya Kazachkova, foi quem dentro da equipa empreendeu a maioria do trabalho laboratorial, descrevendo deste modo o que

eram as suas expectativas quanto aos resultados: “O nosso estudo foi desenhado de modo a avaliar alterações do DNA mitocondrial em tecidos neuronais e não neuronais de ratinhos transgênicos. Existindo uma relação entre a quantidade de moléculas do DNA mitocondrial e a produção de energia, o número de cópias do mtDNA foi o principal parâmetro seleccionado; a integridade da molécula foi também testada. Foram considerados vários grupos de idade, de modo a acompanhar os animais desde uma fase anterior ao aparecimento dos



sintomas, até ao estabelecimento da doença”. As análises efetuadas permitiram identificar um padrão de diminuição gradual do número de cópias do mtDNA, do grupo de ratinhos mais novos aos mais velhos, e que mostra que a perda de cópias do mtDNA é uma característica do processo neurodegenerativo implicado na DMJ. Nos animais transgênicos, para além disso, observou-se que mais frequentemente a molécula de DNA mitocondrial mostrava alterações na sua qualidade. Com o título “Padrões de dano mitocondrial em tecidos cerebrais e não cerebrais num modelo de ratinho transgênico da



doença de Machado-Joseph” o trabalho está em publicação na revista internacional “Neurodegenerative Diseases”. A investigação desenvolvida permite não só lançar luz sobre as alterações que se vão acumulando nas células onde está presente a alteração genética característica da DMJ, mas também alicerçar a pertinência de terapias com compostos que sejam capazes de contrariar as alterações mitocondriais, tais como a creatina.

O Frulho (*Puffinus baroli*) pertence à ordem dos procellariiformes (albatrozes, cagarras, painhos, etc) e é uma das mais pequena das pardelas que nidificam nos Açores com um peso médio de 180g e uma envergadura de cerca de 65cm. As nossas ilhas constituem o limite norte de distribuição desta espécie, que também nidifica nas ilhas Selvagens e Desertas, bem como nas Canárias.



Figura 1 - Frulho em voo (@ J. Hart / www.cwazores.com)

Nos Açores, esta ave nidifica em densidades relativamente baixas com ninhos dispersos ao longo de vários quilómetros de costa. A população total ronda os 3300 a 7000 casais e nos Açores está estimada entre 895 e 1741 casais, distribuídos por cerca de 30 colónias localizadas em todas as ilhas do arquipélago com excepção da Terceira. No mar pode confundir-se com o Estapagado (*Puffinus puffinus*), mas, para além de ser mais pequeno, o Frulho tem mais branco na face, asas mais curtas e arredondadas e patas e tarsos azulados. Tal como no caso das Cagarras, os cantos dos Frulhos são sexualmente dimórficos e também são as fêmeas que têm os cantos mais graves. Normalmente esta ave alimenta-se de forma solitária e é difícil de observar no mar, pois passa uma grande proporção do seu tempo poisada sobre as águas. Para além disso são aves tímidas e difíceis de estudar e a grande maioria das colónias localiza-se em falésias inacessíveis, pelo que muitos aspectos da sua ecologia permanecem desconhecidos. Afim de contribuir para suprir estas lacunas realizou-se um estudo no ilhéu da Vila, ao largo de Santa Maria, onde nidificam anualmente cerca de 50 casais, dos quais cerca de 20 em ninhos acessíveis. Os Frulhos nidificam durante o Inverno, as posturas realizam-se entre

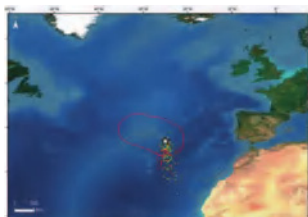


Figura 2 - Distribuição do Frulho no mar durante a criação (@ Ricardo Medeiros / DOP-UAç)

Novembro e Fevereiro e as crias mais tardias abandonam os ninhos no início de Junho. Este trabalho realizado nos Açores é o primeiro estudo sobre a ecologia alimentar e movimentos no mar do Frulho.

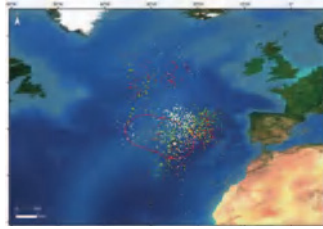


Figura 3 - Distribuição do Frulho no mar durante o período não-reprodutor (@ Ricardo Medeiros / DOP-UAc)

Para estudar as migrações e distribuição no mar das aves, foram colocados pequenos geolocalizadores (que utilizam a variação geográfica do foto-período para determinar diariamente a posição – longitude e latitude – dos indivíduos com uma precisão de ~150 km) em aves reprodutoras e recolhemos penas para analisar os isótopos estáveis de carbono e de nitrogénio, e inferir o nível trófico. Também foram obtidas amostras de dieta através do método da lavagem ao estômago e a profundidade máxima de mergulho foi determinada com gravadores capilares (tubos de plástico flexível de 0.8 mm de diâmetro interno e de ~12 cm de comprimento, colocados nas costas das aves com fita-cola adesiva).



Figura 4 - Frulho em voo (@ J. Hart / www.cwazores.com)

O conhecimento da ecologia trófica e da distribuição no mar das diferentes espécies de aves marinhas é fundamental para perceber o papel dos predadores de topo nas cadeias tróficas e enfrentar os desafios da sua conservação. Esta informação é também vital para definir e implementar uma rede marinha de áreas importantes para as aves. Verificou-se que durante o período de desenvolvimento das crias, os progenitores visitam os ninhos



Figura 5 - Cria de Frulho no ilhéu da Vila (@ Verónica Neves / IMAR-Açores / UAc)

na maioria das noites e alimentam-se sobretudo a sul da colónia em níveis tróficos mais baixos do que durante o período não reprodutor. Verificámos que as áreas de alimentação de Frulhos e Cagarras são distintas e que essa segregação espacial serve provavelmente para evitar competição. Ao contrário da maioria das aves marinhas que nidificam nos Açores, os Frulhos não realizam migrações trans-equatoriais e permanecem no Atlântico nordeste ao longo de todo o ano. As

profundidades máximas de mergulho atingiram em média cerca de 15 m e um valor máximo de 23.1 m.

O Frulho alimenta-se sobretudo de pequenos polvos e lulas – incluindo *Argonautas* *Argonauta argo* com menos de 1 cm. Mas também se alimentam de peixe e numa refeição chegam a ingerir mais de 25 pequenas abróteas *Phycis* sp. (com comprimentos inferiores a 3cm)! Os nossos resultados indicam que o Frulho é uma pardela não migradora e apresenta o nível trófico mais baixo de entre as aves marinhas dos Açores.

Fasciolose hepática bovina

Potencial moluscicida das plantas

Armando Rodrigues

2 de setembro de 2012



Teixeira T., Rosa J. S., Rainha N., Baptista J., Rodrigues, A. (2012). *Chemosphere*, 87: 1-6.

A fasciolose hepática é uma doença cuja distribuição abrange as regiões tropicais e subtropicais de quase todo o mundo – América Latina, USA, UK, Irlanda, Europa, Médio Oriente, Ásia e África.

Trata-se de um parasita (Platelminta trematode) que se aloja no fígado do hospedeiro, “escavando” nele enormes galerias, afetando severamente o funcionamento deste órgão e, naturalmente, de todo o organismo. Este parasita, denominado *Fasciola hepatica*, porém, precisa de um hospedeiro intermediário antes de atingir o hospedeiro definitivo (bovinos, caprinos, ovinos, e até o Homem) e completar o seu ciclo. Na Europa, e também nos Açores, o hospedeiro intermediário é o caracol de água doce *Galba truncatula*. Este caracol pode ser encontrado em cursos de água, lagoas, charcos e tanques artificiais.



Figura 1 - Caracol aquático (*Galba truncatula*) / Fotografia A. M. Frias Martins

Nos Açores, esta doença foi pela primeira vez detetada em 1962, na ilha de São Miguel. Os primeiros estudos desenvolvidos nos Açores foram levados a cabo, na década de 80, pelas doutoras Manuela Mendonça e Cristina Barata, do Instituto de Higiene e Medicina Tropical, em cooperação com a equipa de Malacologia do departamento de Biologia da UAç, liderada então pelo Professor Frias Martins. Ao mesmo tempo que se iam estudando os contornos da evolução da doença na Ilha de S. Miguel, a Professora Regina Cunha, inspirada no que de mais avançado se fazia na época no centro da Europa, testava o potencial de vários caracóis terrestres no controlo do hospedeiro intermediário – sabia-se que a solução estava na capacidade de interromper o ciclo de vida do parasita. No início dos anos 90 foram feitos alguns testes para avaliar o potencial moluscicida de algumas plantas dos Açores. Porém, estes estudos não tiveram continuidade.



Figura 2 - Conteira (*Hedychium gardnerianum*)

Em 2001, Rui Furtado, então estudante de Biologia, desenvolveu um estudo com base nos registos do matadouro de Ponta Delgada, concluindo que a taxa de infeção dos bovinos abatidos em 1998 era de 7,6%, ligeiramente superior à registada em 1983. Dados

de 2009 parecem indicar um forte decréscimo da taxa de incidência desta doença que, nos Açores, afeta particularmente os bovinos.

É sabido que o método mais eficaz para a erradicação da fasciolose passa pela utilização de químicos fasciolidas. No entanto, há sempre a dificuldade de garantir que a aplicação destes químicos não deixa resíduos no leite e na carne. Recentemente muitos países têm reinvestido na investigação das propriedades moluscidas das plantas – mais de 1400 espécies foram investigadas para este fim. Os extratos das plantas têm várias vantagens – para além de possuírem menor toxicidade na natureza, apresentam uma taxa de degradação superior aos moluscidas sintéticos e, além disso, são menos tóxicos para outras espécies não-alvo.



Figura 3 - Fasciola hepatica / Fotografia A. M. Frias Martins

Equipas da UAç, cientes da existência de um problema de saúde com claros reflexos económicos e, concomitantemente, de um enorme potencial ao nível do património florístico, resolveram extrair óleos essenciais de duas plantas endémicas (louro e cedro-do-mato) e de três introduzidas (conteira, incenso e araquá) e testar o seu potencial moluscida contra ovos e adultos do caracol aquático.

Foram testados seis óleos essenciais extraídos das folhas do louro (*Laurus azorica*), do cedro-do-mato (*Juniperus brevifolia*), da conteira (*Hedychium gardnerianum*), das folhas e flores do incenso (*Pittosporum undulatum*) e dos frutos do araquá (*Psidium cattleianum*).



Figura 4 - Folhas e frutos de incenso (*Pittosporum undulatum*)

Os resultados indicaram que os óleos essenciais extraídos das folhas de conteira, do louro e do cedro-do-mato apresentam elevada atividade moluscida, com toxicidades elevadas quer para os juvenis quer para os adultos do caracol aquático,

mesmo quando usados em concentrações muito baixas. Por outro lado, verificou-se que quer os óleos essenciais das folhas da conteira, do louro e do cedro-do-mato, quer os das flores do incenso foram capazes de impedir a eclosão dos ovos do caracol.

Embora muitos estudos ainda sejam necessários para se perceber qual ou quais as moléculas responsáveis por estes resultados e qual o seu modo de atuação, é inegável que o potencial existe ... mas muita investigação científica fundamental terá ainda que ser feita antes de uma eventual aplicação.

Este é mais um exemplo de como a investigação científica que se desenvolve na UAç resulta da reflexão que os investigadores fazem sobre as questões, os problemas e a realidade da sociedade e da natureza açorianas.

Os Robinson Crusoe dos Açores

Sérgio Ávila

11 de novembro de 2012



O canal SyFy tem estado a passar uma das minhas séries favoritas, “Regresso ao Futuro”, com Michael J. Fox e Christopher Lloyd nos principais papéis. Nesta série, Marty McFly anda para a frente e para trás no tempo, ao volante de um DeLorean DMC-12. Não estou sozinho na admiração que nutro por esta série de três episódios, uma vez que em Junho de 2008, o American Film Institute escolheu o primeiro episódio como o 10º melhor filme de sempre de ficção científica.

Imagine agora o leitor que tem na sua garagem esta máquina do tempo ao seu dispor. Abre a porta, entra, senta-se e marca no mostrador temporal o tempo pretendido para a sua visita – 6 milhões de anos atrás – e o local: Santa Maria. A seguir, acelera até atingir a velocidade pretendida e...

Nessa altura, na região onde actualmente está o Arquipélago dos Açores, Santa Maria era a única ilha emersa. Para este intrépido investigador – vamos supor que com formação em biologia, geologia e em paleontologia (sei bem que é bastante, mas não custa nada imaginar...) – a hipótese de visualizar as comunidades pretéritas, quer terrestres, quer marinhas, seria um privilégio pelo qual muitos investigadores estariam na disposição de pagar. E bastante!

Esta história também poderia ter começado com o habitual “Há muito, muito tempo...”.



Figura 1 - Dentes de um peixe Miocénico da família Sparidae (*Sparus cinctus*)

É que, na realidade, é mesmo disso que aqui falamos. Uma das sub-disciplinas mais fascinantes da Biologia é a Biogeografia Histórica, ciência que tenta explicar os padrões de distribuição dos organismos (actuais e extintos) à face da Terra, bem como os processos responsáveis por essa distribuição. Mesmo sem o inestimável auxílio de um DeLorean, é possível inferir imenso acerca das comunidades que há 6 milhões de anos existiriam em Santa Maria. “Basta” para isso, analisar o registo fóssil e identificar as espécies que nessa altura habitavam os mares à volta da ilha (como seria de esperar, isto é bem mais fácil de escrever do que de fazer). Para nós, biólogos e paleontólogos actuais, é uma pena que muitas dessas espécies não tenham ficado registadas nas rochas de Santa Maria. Esta é uma limitação inerente ao processo de fossilização – só uma pequena parte dos indivíduos e espécies fica preservado, até que a erosão os expõe novamente aos olhos curiosos dos cientistas e de leigos. No entanto, mesmo essa pequena parte conta-nos muito acerca dos processos de dispersão, colonização e especiação em ilhas oceânicas, como são as ilhas dos Açores.

Voltemos à narrativa interrompida da nossa viagem no DeLorean. “A seguir, acelera até atingir a velocidade pretendida e eis-nos chegados a Santa Maria, 6 milhões de anos atrás”. A paisagem é totalmente irreconhecível! Decidido a dar um mergulho em águas bem mais quentes do que as actuais, o que mais chamaria a atenção deste viajante temporal seriam as espécies marinhas que hoje em dia estão extintas: bivalves com mais de 25 cm de diâmetro máximo, cracas endémicas, com cerca de 2 cm de altura e muito abundantes recobrimdo os fundos rochosos, leitos de rodólitos e, com um pouco de sorte, arrojadas à costa, carcaças de tubarões e de baleias. Com alguma imaginação, podemos imaginar os problemas que os primeiros colonizadores de cada espécie – verdadeiros Robinson Crusoe – terão enfrentado para atingir ilhas tão isoladas e aí sobreviverem. Reparem que, chegar com sucesso a uma ilha, é resolver somente parte do problema! É que, em termos evolutivos, essa colonização só terá sucesso se houver reprodução com descendência viável. E para isso, convém chegar à ilha acompanhado por consortes férteis... como tudo na vida, é preciso ter a fortuna como aliada!



Figura 2 - *Alvania sleursi*, um microgastrópode endémico dos Açores e que já cá existe há mais de 5 milhões de anos

Continuando com o seu mergulho, e afastando-se um pouco da costa – sempre com cuidado, não fosse o maior tubarão de todos os tempos, o *Megaselachus megalodon*, que se estima tenha atingido os 17 m de comprimento e uma massa corporal de cerca de 60.000 kg, estar por perto! – teria certamente sido surpreendido pelo tamanho atingido por peixes do género *Sparus*, (um pargo) com dentes cónicos com cerca de 1,5 cm de altura.

Infelizmente, não tendo nós, cientistas, à nossa disposição nenhum DeLorean, ainda



Figura 3 - Prontos para desembarcar na jazida da Malbusca durante os trabalhos de campo do 9.º Workshop Internacional Paleontologia em Ilhas Atlânticas

assim têm sido muitos os segredos revelados em Santa Maria pelos estudos continuados de índole paleontológica que nesta ilha têm sido efectuados desde 1998 por equipas internacionais lideradas por investigadores do CIBIO-Açores/ Universidade dos Açores. Foram e estão a ser descritas espécies novas para a ciência, tem sido

aumentado o número de espécies fósseis reportadas para o final do Miocénico-início do Pliocénico (aproximadamente 7 a 5 Milhões de anos atrás) e novas teorias biogeográficas foram formuladas, testadas e publicadas. Não obstante o trabalho já efectuado e as publicações científicas daqui decorrentes, ainda falta muito para atingirmos o nosso desiderato: colocar Santa Maria no pódio das ilhas oceânicas mais bem conhecidas a nível mundial. Dentro de dez anos, se tudo correr bem, lá estaremos!

Conectividade marinha em crustáceos

Implicações para a sua conservação

João Faria

25 de novembro de 2012



A importância de compreender a conectividade entre populações marinhas, ou seja, perceber de que forma as populações trocam indivíduos e material genético entre si, é tão mais evidente quando se trata de espécies exploradas pelo Homem. Esta informação representa um auxílio na gestão de pescas e na criação de práticas e medidas eficazes por forma a garantir a sustentabilidade dos recursos explorados. A ideia clássica de que o Oceano representa um sistema totalmente aberto onde as espécies são capazes de



Figura 1 - Captura de *Scyllarides latus* (@ Nuno Álvaro)

de distribuir-se livremente está cada vez mais colocada de lado. Hoje em dia sabe-se que as espécies marinhas estão sujeitas a condições ambientais/ecológicas que em muitos casos favorecem a diferenciação populacional. Por exemplo, fatores oceanográficos, como sejam as correntes, giros, e *eddies* podem ter um efeito determinante na conectividade entre populações de uma dada espécie marinha na sua área

de distribuição. Para além disso, fatores de natureza biológica, como a fecundidade, época de reprodução e comportamento do estado larvar pelágico, também determinam a forma como as populações interagem e estão conectadas. A compreensão do grau de conectividade entre populações marinhas exploradas é fundamental para a sustentabilidade das mesmas. Uma das formas de avaliar a conectividade marinha de uma dada espécie é através da caracterização da respetiva diversidade genética das várias populações na sua área de distribuição. Para avaliar esta diversidade recorre-se ao uso de marcadores moleculares, que cuja variação permite identificar potenciais barreiras ao fluxo génico (ou migração de indivíduos) entre populações. Um dos marcadores mais usados na genética populacional são os denominados microsátélites. Os microsátélites são sequências de nucleótidos simples no ADN que se repetem em tandem (ex. ACTACTACTACT). São geralmente abundantes no genoma de uma espécie e por constituírem zonas génicas não traduzíveis, são pouco sensíveis à ação da seleção natural. Assim, e por apresentarem uma



Figura 2 - *Scyllarides latus* (@ Pedro Raposeiro)

elevada taxa de mutação, o número de alelos de cada microsátélite existente numa dada

população pode ser bastante variável e abundante, característica essencial para avaliar possíveis diferenças entre populações geograficamente separadas.

Na última década, alguns estudos genéticos dedicados a crustáceos marinhos revelaram que os padrões de conectividade podem ser muito variáveis, em função da espécie em estudo, da sua área de distribuição, e da influência dos vários fatores de natureza oceanográfica e biológica. Um estudo recente realizado por investigadores da Universidade dos Açores e da Universidade do Porto, dedicado a compreender a estrutura populacional e conectividade na espécie *Scyllarides latus* (nome comum: cavaco) através da análise de microsatélites, revelou a inexistência de diferenciação

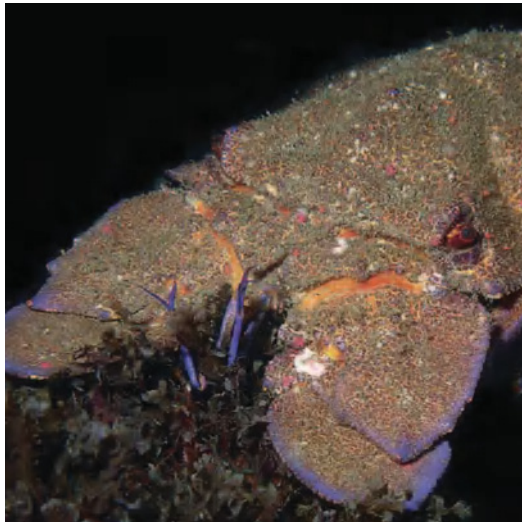


Figura 3 - *Scyllarides latus* (@ Nuno Álvaro)

populacional entre os stocks presentes nos arquipélagos dos Açores, Canárias, Cabo Verde, sul de Portugal continental e inclusive de populações no Mediterrâneo. Neste caso, embora distantes geograficamente, todas as populações parecem trocar entre si suficiente número de indivíduos migrantes e manter a diversidade genética a níveis relativamente elevados e similares. O ciclo de vida de *S. latus* parece desempenhar um papel decisivo nesta elevada conectividade. De facto, cada fêmea ovada pode produzir até 350.000

ovos, e as larvas libertadas para a coluna de água chegam a possuir uma longevidade de 9 meses antes de se fixarem a um novo substrato rochoso. A elevada fecundidade e duração do estado larvar em *S. latus* são características que favorecem a dispersão. Inclusive, em alguns crustáceos, sabe-se que as várias fases de crescimento larvar podem exibir um comportamento seletivo por determinadas características ambientais da coluna de água, ocupando estratos distintos na mesma. Este comportamento larvar é fundamental para tirar partido de padrões de circulação favoráveis, seja em profundidade, seja à superfície, e maximizar o potencial dispersivo da espécie. No entanto, esta elevada capacidade de dispersão não impede que localmente as populações sejam ameaçadas pela sua sobre-exploração. Em espécies aparentemente panmíticas como o *S. latus*, as medidas de conservação devem ter um carácter transfronteiriço (proteção integrada de todas as populações) sendo que ao nível local é necessário avaliar com rigor os stocks existentes e incluir práticas de gestão pesqueira que possam garantir a sustentabilidade dos mesmos.

A térmita de madeira seca *Cryptotermes brevis* (Walker) é uma praga urbana que causa danos graves a estruturas de madeira, afectando todos os tipos de equipamentos desde os rodapés, portas, mobiliário e partes estruturais da habitação. Existente principalmente nas zonas tropicais e subtropicais do globo, esta espécie é originária do Chile e do Peru e poderá ter-se dispersado pelo mundo, numa fase inicial, através do tráfego elevado de navios de madeira espanhóis provenientes dessa zona no século XVI. Esta térmita passa a maior parte do seu ciclo de vida dentro da madeira, factor que facilita o seu transporte e dispersão, uma vez que a sua detecção é difícil por não especialistas.

A sua presença nos Açores é conhecida desde o ano de 2000, altura em que foi identificada a sua presença na Ilha Terceira. Desde então a sua presença já foi confirmada para seis das nove ilhas do arquipélago dos Açores, nomeadamente Terceira, São Miguel, Santa Maria, Faial, São Jorge e Pico. Esta térmita tem causado graves danos nas zonas históricas de Angra do Heroísmo e Ponta Delgada, tendo estas zonas um nível de infestação muito elevado com danos estruturais em vários edifícios de zonas classificadas como Património da Humanidade pela UNESCO.

De forma a identificar a origem e dispersão da *C. brevis* nos Açores, marcadores genéticos podem ser utilizados de forma a determinar se a espécie foi introduzida nas ilhas uma única vez ou se existiram múltiplas introduções da espécie ao longo do tempo. A térmita está vastamente distribuída no arquipélago dos Açores e este factor sugere que possivelmente existiram múltiplas introduções desta espécie no arquipélago. A partir



Figura 1 - Exemplo do dano causado pela térmita *Cryptotermes brevis* (acima). Imagem de um alado de *C. brevis* (abaixo)

de introdução e qual a relação entre as populações das ilhas da Terceira, São Miguel, Faial e Santa Maria. Os dados obtidos revelaram que as populações existentes em Santa Maria e no Faial são geneticamente mais próximas da população existente em São Miguel, enquanto a população da Terceira é bastante diferente de todas as outras populações. Isto é indicativo de que houve pelo menos duas introduções principais nos Açores,

desta premissa, amostras de térmitas foram recolhidas em quatro das ilhas infestadas (ano de 2009) e uma análise genética foi elaborada para tentar perceber qual o padrão de introdução desta espécie nas ilhas e qual o modo de dispersão entre ilhas. Recorrendo a dois tipos de marcadores genéticos, o DNA mitocondrial e os microssatélites, analisaram-se vários cenários possíveis

nomeadamente nas ilhas Terceira e São Miguel, e que a partir daí a espécie dispersou-se para as outras ilhas.

Trabalhos de monitorização desta térmita têm vindo a ser desenvolvidos pela Universidade dos Açores desde 2004, por forma a identificar em que ilhas a térmita está presente e quais os padrões de dispersão dentro destas. Dados genéticos preliminares indicam que o possível ponto de origem das populações dos Açores poderá ser a América do Sul, mas a origem da introdução da térmita nos Açores é desconhecida e devido à localização do arquipélago, esta poderá ter tido origem em vários pontos incluindo o continente Americano, África, e até Oceânia. Por forma a testar esta hipótese um estudo genético mais aprofundado comparando as subpopulações das ilhas com subpopulações de vários países está a ser continuado.



Figura 2 - Esquema da introdução da térmita *Cryptotermes brevis* nos Açores. As setas amarelas indicam as introduções iniciais. As setas vermelhas indicam a dispersão para outras ilhas.

A nossa equipa de investigação continua igualmente a monitorizar as populações desta térmita nas principais cidades dos Açores através do projecto TERMODISP (financiado pela DRCT) acompanhando a sua dinâmica espacial e informando o Governo Regional dos Açores sobre novos focos de infestação.

As infeções emergentes ou reemergentes são infeções causadas pela entrada de um agente infeccioso num local considerado indemne até então ou pelo reaparecimento desse agente depois de um longo período de ausência. A globalização, ao aumentar significativamente o movimento de pessoas e o intercâmbio de materiais entre continentes, associada às alterações climáticas, tem contribuído para a disseminação de agentes infecciosos, originando-se assim o aparecimento de novas infeções ou o seu reaparecimento em locais onde terão existido antes. Muitos destes agentes infecciosos têm como hospedeiros intermediários artrópodes que funcionam como vetores para a sua transmissão e também disseminação. Exemplos de vetores são os mosquitos que transmitem um grande número de agentes infecciosos humanos e animais, alguns deles altamente patogénicos, como o protozoário causador da malária, a infeção mais letal no mundo, e muitos vírus, entre eles o causador da Dengue.

Um dos modos de prevenir estas novas infeções é através do controlo destes vetores. Porém o controlo dos mosquitos com pesticidas é muitas vezes difícil devido às resistências adquiridas com os sucessivos tratamentos. Por isso, recorre-se cada vez mais, ao uso de biopesticidas contra os quais os mosquitos têm menos resistências. Entre os biopesticidas conhecidos como potenciais controladores de mosquitos vetores de infeções está a bactéria denominada de *Bacillus thuringiensis* (Bt). Este bacilo é aplicado em muitas regiões do mundo para combater mosquitos. Ainda recentemente a Direção Geral de Saúde indicou o seu uso para combater o mosquito vetor da Dengue na Madeira. Porém, como o Bt é específico, é necessário encontrar o isolado adequado para cada espécie de mosquito que se pretende combater. A especificidade de Bt deve-se a proteínas tóxicas produzidas pela bactéria, cujos genes codificantes estão localizados em plasmídeos. Esta característica origina recombinações frequentes aumentando a diversidade destas bactérias na natureza.

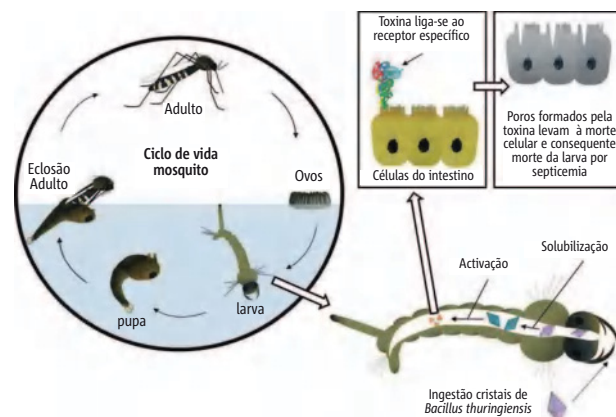


Figura 1 - (Modo de acção de cristais de Bt sobre larva de mosquito © Mário Teixeira) Os mosquitos fazem o seu ciclo de vida em águas estagnadas. Quando uma larva do mosquito ingere os cristais de Bt estes são activados no intestino da larva e as toxinas ligam-se a receptores específicos nas células, criando poros que levam à lise celular por desequilíbrio osmótico.

As infeções emergentes dispersam-se rapidamente

O exemplo de dispersão de infeções emergentes mais atual é o do vírus West Nile (WNV) na América. A dispersão teve início em Nova Iorque em 1999 e nos 5 anos imediatos o vírus propagou-se pelo norte do continente americano incluindo o Canadá e para o sul até às Caraíbas e América Latina. Na Europa o caso mais recente de infeção diz respeito a uma nova estirpe de WNV encontrada em 2010 na Grécia e este ano na Itália e Hungria. Nos Açores estão identificadas três espécies de Mosquito, *Culex pipiens*, *Culiseta longiareolata* e *Culiseta atlantica*, que é endémica. A primeira espécie é um potencial vetor de agentes infecciosos como o vírus West Nile.

O grupo de investigação em agentes entomopatogénicos da Universidade dos Açores



Figura 10 - (*Culex pipiens* © Paulo Almeida) *Culex pipiens* é uma das espécies de mosquitos existentes nos Açores que atinge a sua maior densidade populacional durante os meses mais quentes do ano.

tem uma coleção de mais de 3000 Bacilos isolados nos solos de ilhas dos Açores. Nesta coleção foram identificados 250 isolados de Bt com base em testes morfológicos e bioquímicos. O estudo detalhado do perfil genético destes isolados mostrou que eles possuíam 16 combinações de genes de toxinas. Destas combinações, identificaram-se quatro genótipos potencialmente ativos contra mosquitos.

Para testar a atividade dos 60 isolados com estes genótipos em mosquitos, os investigadores da UAç estabeleceram

uma colaboração com o grupo de Entomologia Médica do Instituto de Higiene e Medicina Tropical (IHMT) da Universidade Nova de Lisboa. No IHMT testaram-se os isolados açorianos em mosquitos vetores do agente causal da malária e do vírus West Nile, que o IHMT mantém em colónias isoladas. Como resultado deste *rastreio* foram identificados dois isolados açorianos de Bt com atividade contra o mosquito *Anopheles atroparvus* (antigo vetor da malária na Europa) e cinco isolados açorianos com atividade contra *Culex theileri* e *Culex pipiens*, ambos vetores do vírus West Nile, já detetado em Portugal Continental. Estes Bt também são ativos contra a espécie *Culiseta longiareolata* vetor de infeções animais.

Dada a diversidade observada nos isolados Açorianos de Bt, é possível que também existam alguns isolados ativos contra o mosquito vetor da Dengue, *Aedes aegypti*, tarefa que o grupo de investigação está a tentar levar a cabo rapidamente.

A ficologia é a área da Botânica que se dedica ao estudo das algas. As algas são organismos aquáticos (com numerosas exceções) fotossintéticos, autotróficos e tipicamente mais reduzidos, e estruturalmente menos complexos (excepto os “kelps”) do que as plantas terrestres. O termo algas marinhas tradicionalmente inclui algas do meio marinho, macroscópicas e multicelulares, vermelhas, verdes e castanhas. Contudo, cada um destes grupos também possui representantes microscópicos. Todas as algas são unicelulares em alguma fase do seu ciclo de vida, podendo ser temporariamente planctónicas.

O uso de algas na alimentação humana é conhecido desde o século IV, no Japão e desde o século VI na China. Contudo, apenas a partir dos anos 1930s foram comercializados os primeiros extratos de algas castanhas, contendo alginatos, vendidos como agentes espessantes e gelificantes. Atualmente, os extratos de algas são usados como fertilizantes na agricultura e horticultura, suplementos alimentares para animais, rações para aquacultura, consumo humano, na indústria farmacêutica e da cosmética. O Japão, a China e a República da Coreia são os maiores consumidores de algas, mas a sua produção e comercialização tem aumentado significativamente também noutros países, como por exemplo os Estados Unidos da América, Chile, Irlanda, Islândia, Canadá e França, existindo atualmente cerca de 15-20 espécies de algas comestíveis comumente comercializadas para consumo. Segundo a *Food and Agriculture Organization* (FAO), em 2010 a produção de algas marinhas em todo o mundo foi de cerca de 2.165.000 toneladas/ano, sendo que cerca de metade desse valor provém da aquacultura.



Figura 1 - Macroalgas marinhas tradicionalmente usadas na alimentação em algumas ilhas do Arquipélago dos Açores. a. *Fucus spiralis*, nome comum "tremoço do mar" (@ Eunice Nogueira); b. *Porphyra* sp., nome comum "erva patinha" (@ Pedro Raposeiro)

No Arquipélago dos Açores, o consumo de macroalgas é prática comum tradicional em algumas ilhas. Contudo, até há poucos anos não existiam, a nível regional, quaisquer estudos científicos que corroborassem a noção empírica do seu valor nutricional. Recentemente realizaram-se trabalhos sobre a bioquímica das espécies consumidas localmente, bem como de outras espécies com possível interesse económico que mostram que as espécies estudadas são boas fontes de ácidos gordos polinsaturados, em especial da família ómega-3 e outros ácidos gordos essenciais (Patarra *et al.* 2012).

Estes compostos são essenciais para a nutrição de muitos animais, incluindo os seres humanos, tendo grande interesse para a indústria biotecnológica. Os ácidos gordos ω -3 são importantes na prevenção e modulação de determinadas doenças comuns na civilização Ocidental, tais como doenças coronárias e inflamatórias, doenças de origem auto-imune, depressão e doença de Alzheimer. Desta forma, a composição das algas em ácidos gordos ω -3 torna-as bastante atrativas, quer do ponto de vista terapêutico, quer do ponto de vista nutricional. Por outro lado, as algas marinhas estudadas são também fontes importantes de proteínas e fibras (Patarra et al. 2011), sendo de salientar que o consumo de fibras pode proteger os seres humanos de um certo número de doenças crónicas, nomeadamente o cancro do cólon. A ingestão de fibras solúveis poderá ter efeitos pré-bióticos, entre outros.



Figura 2 - Leitura de macroalgas (@Grupo Biologia Marinha UAc)

Com a atual tendência para o consumo de alimentos cultivados organicamente, provenientes de ambientes naturais não poluídos, as algas marinhas estão a receber uma crescente aceitação por parte do consumidor. Os trabalhos realizados visam acrescentar informação nutricional sobre as espécies consumidas localmente, pretendendo-se promover um produto regional que pode ser explorado comercialmente do ponto de vista biotecnológico e que, ao ser consumido, poderá trazer benefícios a nível da Saúde Pública na Região. Contudo, para uma exploração sustentável deste e de outros recursos marinhos, deve ter-se em conta que os *stocks* naturais não têm a capacidade de corresponder ao aumento da procura de forma efetiva, pelo que os métodos de aquacultura destas macroalgas deverão, portanto, ser tidos em consideração. Neste contexto, é fundamental a investigação sobre a caracterização química, abundância e distribuição dos *stocks* existentes, ciclos de vida e possíveis métodos de cultivo.

Pisco-de-peito-ruivo

Uma das aves nativas mais recentes nos Açores

Pedro Rodrigues

26 de maio de 2013



Os Açores oferecem condições ideais para o estudo da evolução de espécies terrestres pois as nove ilhas que constituem este arquipélago apresentam elevados níveis de endemismo, uma grande diversidade de habitats quando comparado com regiões continentais do mesmo tamanho e estão separadas entre si por uma barreira oceânica. Para além disso, os Açores são geologicamente dinâmicos, com atividade vulcânica histórica e contemporânea e, devido ao seu isolamento geográfico, sensivelmente a 1.500 km do continente Europeu e a 1.900 km do continente Americano, o fluxo genético entre as espécies terrestres das ilhas e de outras regiões é reduzido. Os Açores poderão ser considerados como um autêntico laboratório natural para o estudo da evolução das espécies, em particular das aves, não ficando atrás de arquipélagos tão remotos como o Havai ou as Ilhas Galápagos.

A compreensão dos processos evolutivos em populações de ilhas oceânicas tem sido um tema central no estudo da evolução das aves e possibilita a determinação de padrões filogeográficos, ou seja, de processos históricos que são responsáveis pela atual distribuição geográfica das espécies, permitindo por vezes reavaliar a taxonomia das espécies mais isoladas e inferir sobre o seu estatuto de conservação.



Figura 11 - Pisco-de-peito-ruivo (@ Pedro Rodrigues)

Ao longo dos últimos cinco anos, o Centro de Investigação em Biodiversidade e Recursos Genéticos (CIBIO) da Universidade dos Açores tem desenvolvido estudos no âmbito da filogeografia e diversidade genética dos passeriformes dos Açores. Estes estudos têm originado resultados muito interessantes que

possibilitam perceber de que forma e quando é que estas aves colonizaram os arquipélagos da Macaronésia, em especial os Açores, acrescentando mais um capítulo à história natural destes arquipélagos.

No âmbito destes estudos, foi recentemente publicado um artigo científico na revista internacional *Journal of Ornithology* (Jornal de Ornitologia) sobre a filogeografia e diversidade genética do pisco-de-peito-ruivo nos Açores (*Phylogeography and genetic diversity of the Robin (Erithacus rubecula) in the Azores islands: evidence of a recent colonisation*), que com base em estudos moleculares e biométricos, concluiu que o pisco-de-peito-ruivo, também conhecido nos Açores como santantoninho, papinho ou caixinha, e com o nome científico de *Erithacus rubecula*, é uma das espécies nativas de aves mais recentes na região, tendo a colonização ocorrido durante os últimos 80.000 anos, e que a rota de colonização mais provável para as ilhas do Atlântico tenha sido uma primeira dispersão da Europa para as ilhas Canárias e/ou para a ilha da



Figura 12 - Artigo publicado no *Journal of Ornithology*

Madeira e daí para os Açores, onde rapidamente se expandiram para todas as ilhas do arquipélago, excepto para as ilhas do grupo ocidental (Flores e Corvo).

O mesmo estudo revela que a população nidificante nos Açores é geneticamente idêntica às populações do arquipélago da Madeira, das ilhas mais ocidentais das Ilhas Canárias (La Palma, El Hierro e La Gomera) e do continente Europeu, confirmando que o pisco-de-peito-ruivo não é uma subespécie endémica nos Açores, ao contrário de outras espécies de passeriformes que nidificam no arquipélago e que apresentam subespécies endémicas na região tais como o tentilhão-comum, o estorninho-malhado ou a estrelinha-de-poupa.

Outra conclusão importante neste artigo científico é que existem diferenças morfológicas entre as populações de pisco-de-peito-ruivo das diferentes ilhas: os indivíduos da ilha de São Miguel apresentam as asas mais compridas e maior massa corporal, enquanto que os indivíduos da ilha Graciosa apresentam os bicos mais curtos.

Estas diferenças morfológicas devem-se sobretudo a processos de seleção natural e adaptação ao meio ambiente e aos habitats de cada ilha.

O artigo, disponível na página <http://link.springer.com/article/10.1007/s10336-013-0953-4>, finaliza realçando que o pisco-de-peito-ruivo não nidifica nas ilhas do grupo ocidental dos Açores possivelmente devido ao facto de esta espécie ser muito recente no arquipélago.

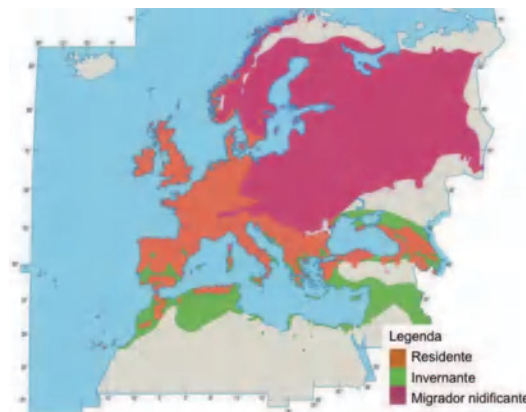


Figura 13 - Distribuição do Pisco-de-peito-ruivo (adaptado de www.birdguides.com)

Caracóis endémicos dos Açores

Estivação como mecanismo de resposta aos fatores ambientais

Ana Ferreira, Regina Cunha, António Frias Martins, Armindo Rodrigues

7 de julho de 2013



Os caracóis terrestres são uma das componentes mais importantes da biodiversidade de ilhas oceânicas, quer por tendencialmente possuírem elevado número de espécies endémicas, quer pelas funções que desempenham nos ecossistemas. No entanto, muitas espécies insulares estão atualmente sob grande ameaça por causas naturais e antropogénicas. Entre as causas antropogénicas mais importantes, destaca-se a destruição e fragmentação dos habitats, a poluição dos solos, as invasões biológicas e as alterações climáticas.

O ciclo de vida dos caracóis terrestres é regulado por fatores abióticos e bióticos (e.g. temperatura, precipitação, humidade, fotoperíodo, solo, alimento) pelo que qualquer alteração a nível dos seus habitats vai afetar os seus mecanismos fisiológicos, bioquímicos e comportamentais. Certos caracóis terrestres, à semelhança de muitos outros organismos, desenvolveram inclusive mecanismos que permitem assegurar a sobrevivência em condições climáticas adversas, como a estivação, que pode durar meses ou anos em regiões que passam por longos períodos de seca.

Diversos estudos têm tentado estabelecer relações entre os mecanismos fisiológicos e



Figura 1 - *Oxychilus minor*, Cabeço da Bola

comportamentais e a latitude, sugerindo que diferentes condições climáticas podem desencadear distintas adaptações nas espécies, com reflexo na reprodução e no ciclo de vida. As regiões montanhosas fornecem uma alternativa adicional para estudar estas relações, uma vez que as condições climáticas variam também com a altitude.

Estudos realizados sobre caracóis terrestres endémicos dos Açores têm revelado que estes, ao contrário do observado noutras espécies de moluscos da América do Sul e do Norte, têm a capacidade de se reproduzir durante todo o ano, o que tem sido atribuído a características climáticas propícias verificadas no arquipélago, em termos de temperatura, precipitação ou humidade do solo. A montanha do Pico (Ilha do Pico) é o melhor “laboratório” dos Açores para avaliar como

fatores abióticos, que variam ao longo de um gradiente altitudinal, podem desencadear respostas fisiológicas e comportamentais numa espécie, com significado na sua reprodução e sobrevivência. Entre 2009 e 2010, um grupo de investigadores da Universidade dos Açores, liderado pelo professor Doutor António Frias Martins, realizou um estudo que pretendia avaliar de que



Figura 2 - *Oxychilus minor*, Piedade

forma o comportamento reprodutor do caracol endémico *Oxychilus (Drouetia) minor*

(Riedel 1964) era influenciado pelas condições ambientais que vigoram na montanha, a 200 e a 1000 metros de altitude.

O estudo revelou que, a maior altitude, existem condições gametogénicas durante todo o ano que possibilitam a reprodução da espécie, à semelhança do que tinha sido observado noutras espécies de moluscos endémicos dos Açores, anteriormente estudadas, sendo a reprodução regulada sobretudo pelo fotoperíodo e pela temperatura, na ausência de outros fatores limitantes, como a precipitação ou a humidade do solo. Contrariamente, a baixa altitude, o ciclo reprodutor da espécie apresenta duas fases bem distintas: uma fase em que os caracóis estão imaturos, estival (abril – setembro) e uma fase em que estão maduros e reprodutivamente ativos, de inverno (outubro – março). A imaturidade observada nos meses de Verão será consequência dos caracóis estarem em estivação, como estratégia de sobrevivência ao período de secura prevalecente no solo do habitat. A baixa altitude, a reprodução da espécie será assim influenciada pelo fotoperíodo e pela temperatura mas também pela secura do solo, consequência da fraca precipitação.



Figura 3 - Laurissilva - Pico

Para além de reportar pela primeira vez o fenómeno de estivação em moluscos terrestres que vivem em ilhas oceânicas a esta latitude, este estudo trouxe novas perspetivas sobre os fatores que podem regular a reprodução dos caracóis terrestres nos Açores e que podem ser decisivos para a sua sobrevivência.

Bactéria isolada nos Açores produz celulase com potencial biotecnológico

Natesan Balasubramanian, Nelson Simões

27 de outubro de 2013



Uma das áreas de actividade da biotecnologia é a pesquisa de enzimas que possam ser usadas em processos industriais. O uso destas enzimas substitui muitas vezes processos muito poluentes e consumidores de energia. Porém, estas enzimas para serem úteis têm de ter propriedades muito particulares, por exemplo funcionarem a temperaturas muito altas ou a pH extremos (ácidos ou alcalinos). Muitas destas enzimas são obtidas de microorganismos que evoluíram e se adaptaram de modo a viver em condições ambientais limite da vida. Os ambientes vulcânicos estão entre estes ambientes extremos e por isso despertam interesse na procura de moléculas que apresentem modificações em relação às normalmente encontradas e que sejam activas justamente nas condições em que muitas vezes a indústria necessita que funcionem. Tem-se mostrado que nos Açores existem locais com uma grande riqueza em microorganismos extremófilos. O



Figura 1 - Recolha de amostras nas fumarolas da lagoa das Furnas. As amostras são posteriormente tratadas no laboratório para isolamento das bactérias produtoras de

Grupo de Biotecnologia Microbiana da Universidade dos Açores (GBM-UAc) tem colecções de bactérias que foram isoladas de diferentes locais dos Açores, tais como solos (vulcânicos), fumarolas, fontes termais terrestres e marinhas de baixa profundidade, etc. As amostras destes diferentes locais são trazidas para o laboratório e tratadas de modo a isolar bactérias aí existentes. Essas bactérias são depois preparadas para serem conservadas a temperaturas muito baixas (-80°C) de modo a não perderem viabilidade. Para descobrir as bactérias que têm propriedades desejadas testa-se a actividade de cada um dos isolados desses

bancos. Presentemente os investigadores do GBM-UAc têm identificadas dezenas de isolados que produzem enzimas como proteases, amilases, quitinases e celulasas e que, por isso, têm potencial biotecnológico.

O último trabalho* publicado por estes investigadores caracteriza uma celulase produzida por uma das bactérias desta colecção. As celulasas têm uma grande aplicação na produção de pasta de papel, na produção de bioetanol a partir de matéria prima vegetal e também em protecção ambiental, nomeadamente na degradação de restos vegetais. Esta celulase foi purificada por cromatografia líquida, que é uma técnica usada correntemente no GBM-UAc. Depois de pura, a enzima foi caracterizada por electroforese e por espectrometria de massa, concluindo-se que se tratava de uma proteína.

A actividade da enzima pura foi testada a diferentes temperaturas, a diferentes pH e na presença de diferentes solventes. Mostrou-se que a enzima era estável, isto é que mantinha sempre a actividade a temperaturas entre 40 e 60°C, a pH entre 5 e 10 e na presença de surfactantes.

A bactéria produtora desta enzima foi caracterizada por técnicas moleculares de análise de DNA. A sequência do gene 16S RNA mostrou que este isolado pertence à espécie

Bacillus mycoides, embora tenha alguma distância filogenética de isolados de outras coleções públicas, o que provavelmente se explica pelo isolamento geográfico a que os organismos dos Açores estão sujeitos.

O facto desta enzima ser activa numa gama relativamente larga de temperaturas e de pH e na presença de surfactantes parece dar-lhe algum potencial biotecnológico.

O potencial de enzimas microbianas em biotecnologia e em protecção ambiental

São inúmeras as aplicações industriais de enzimas. Refira-se a título de exemplo o uso de proteases alcalinas na indústria alimentar, na indústria farmacêutica e na produção de detergentes em pó. Também de referir o uso de queratinase na degradação de proteínas fibrosas de peles de animais, penas, lã, pêlos, para os mais diversos fins como seja a produção de alimentos para animais, na indústria têxtil no processamento de couros; e até em medicina. O uso de amilases na transformação e liquefacção de amido para a produção de xaropes de glicose e maltose, na clarificação de sumos de frutos, na fabricação de cerveja, na panificação, na indústria farmacêutica como digestivos, na indústria têxtil, na produção de papel. As xilanases na bioconversão de açucares para a

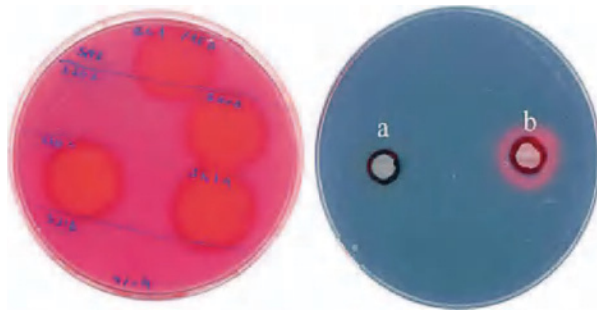


Figura 2 - Ensaio de detecção enzimática usando um substrato de celulose. Selecção das bactérias produtoras de celulases (placa vermelha); actividade enzimática da enzima purificada (placa azul).

produção de bio-combustível e na preparação da pasta de papel. As enzimas linholíticas usadas para o branqueamento da pasta de papel e em processos de controlo de poluição. As celulases usadas para a produção de bio-etanol e também na indústria da pasta de papel. As lipases

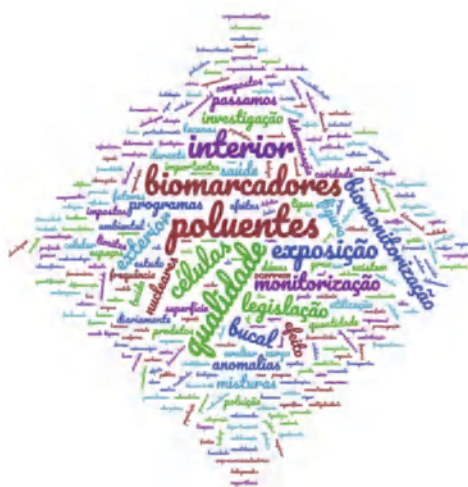
usadas na saponificação de gorduras, nomeadamente na produção de solventes resistentes e termotolerantes e também na produção de suplementos alimentares.

A aplicação da maioria destas enzimas faz-se em condições extremas de temperatura, acidez ou alcalinidade e em solventes muito diversos e por isso têm de ser muito resistentes. Muitos microrganismos, nomeadamente bactérias, são capazes de sobreviver em condições limite e por isso as suas enzimas são procuradas para serem usadas em biotecnologia.

Células de revestimento bucal biomarcadores de poluição do ar

Armindo Rodrigues, Patrícia Garcia

10 de novembro de 2013



Garcia P., Linhares D., Amaral A.F.S., Rodrigues A. S. (2012). *Mutation Research - Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, 747: 197-201.

A população humana está cada vez mais exposta a poluentes e misturas de poluentes atmosféricos. Esta realidade verifica-se no ar exterior, com a evidente contribuição do tráfego rodoviário (Figura 1) e da atividade industrial (Figura 2), mas também nos espaços interiores. A poluição do ar interior tem vindo a ser objeto de preocupação crescente por parte das várias organizações internacionais, mas também ao nível nacional e regional, traduzida na produção de legislação de aplicação obrigatória no domínio público e ocupacional. De realçar que as unidades empresariais/industriais estão abrangidas por legislação de segurança no trabalho ou submetidas a orientações específicas conforme a área de atuação.

A OMS reconhece a qualidade do ar interior como uma determinante da saúde pública, elencando uma série de poluentes a ter em consideração, tais como Formaldeído, Benzeno, Naftaleno, Dióxido de azoto, Monóxido de Carbono, Radão, Partículas, Compostos Halogenados e Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos, entre outros. Claro que outros fatores como a humidade do ar, a quantidade de alérgenos, a qualidade do ar exterior e a taxa de arejamento/ventilação são igualmente importantes para determinar a qualidade do ar que se respira no interior dos edifícios.



Figura 1 - Trânsito na cidade de Ho Chi Minh (Vietnam) (@ Regina Cunha)

Se somarmos o tempo que passamos na nossa habitação, àquele que passamos diariamente nos transportes, nos locais de trabalho, nos infantários, nas escolas, ou nos lares/centros dia, facilmente concluímos que pouco tempo passamos a respirar ar exterior, e percebemos a importância da qualidade do ar interior. Por outro lado, a multiplicidade de produtos que existem nos ambientes que frequentamos, e que se constituem como importantes fontes de emissão/libertação de poluentes para o ar (façamos o exercício de pensar na diversidade e quantidade de produtos de higiene e limpeza que existem em nossa casa, muitas vezes mal acondicionados e em espaços pouco arejados!), dá-nos uma ideia do grau de exposição a que estamos sujeitos diariamente.



Figura 2 - Fábrica de celulose em Pontevedra (Espanha) (@Eva Cacabelos)

O controlo da qualidade do ar interior ou exterior pode fazer-se através de duas abordagens - a monitorização e a biomonitorização. Os programas de monitorização restringem-se, em regra, à quantificação de cada um dos poluentes previstos na

legislação em vigor. Esta abordagem, embora indispensável, apresenta algumas lacunas. Uma das lacunas deve-se ao facto de não levar em linha de conta os efeitos sinérgicos das misturas, mesmo quando cada um dos componentes não excede os limites impostos pela legislação. Acresce, ainda, que a monitorização dá-nos apenas uma medida indireta do grau de exposição a que as pessoas estão sujeitas, não fornecendo dados da carga de poluentes existente no interior do nosso organismo e, muito menos, dos efeitos nefastos que estão a ocorrer.

A biomonitorização consiste na pesquisa e utilização de respostas biológicas - biomarcadores moleculares, celulares, fisiológicos, entre outros - para avaliar o impacto dos fatores ambientais (e.g. poluentes do ar) sobre a saúde das populações, humanas ou não.

O Grupo de Investigação em Saúde Ambiental e Ecotoxicologia do Departamento de Biologia, o CVARG, e o GBA, da Universidade dos Açores, têm vindo a desenvolver investigação científica com vista à identificação e determinação de novos biomarcadores de exposição e de efeito relacionados com a exposição a poluentes do ar.

Um dos biomarcadores desenvolvidos e utilizados pelo grupo em programas de biomonitorização da qualidade do ar, são os defeitos que ocorrem no núcleo das células que revestem a cavidade bucal. Estas células têm um tempo de vida de cerca de 10 dias desde a sua origem na zona mais profunda do tecido, até morrerem e se libertarem à superfície na cavidade bucal (Figura 3). Durante todo o processo mitótico (reprodução celular) e durante toda a diferenciação celular, rumo à superfície, as células estão particularmente suscetíveis à influência nefasta dos xenobióticos (e. g. poluentes do ar), que se manifesta em vários tipos de anomalias nucleares visíveis ao microscópio. Os tipos de anomalias nucleares e a frequência com que ocorrem representam a resposta daquele tecido, e do indivíduo, à exposição a uma determinada carga e tipologia de poluentes do ar, constituindo assim biomarcadores de efeito.

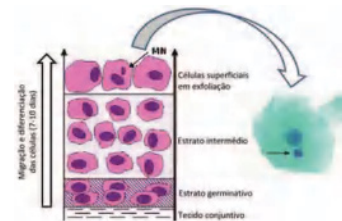


Figura 3 - Esquema de corte histológico da mucosa bucal. MN, célula com micronúcleo (adaptado de Thomas *et al.*, 2009)

A tendência dos atuais programas de monitorização ambiental é a integração da utilização de biomarcadores de exposição e de efeito (biomonitorização) com a determinação da concentração de cada um dos poluentes, pondo especial cuidado na potenciação cinérgica das misturas, mesmo quando cada um dos poluentes se apresentam em concentrações bem abaixo dos limites impostos por lei.

Recentemente, este Grupo de Investigação realizou um estudo para avaliar a frequência de anomalias nucleares em células do epitélio bucal de indivíduos expostos ocupacionalmente a Compostos Orgânicos Voláteis. Este estudo, desenvolvido na Central Termoeléctrica do Caldeirão, contou com colaboração da EDA e dos seus funcionários, a quem agradecemos. Os resultados foram publicados em 2012 na revista *Mutation Research - Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*.

Doença de Machado-Joseph

À procura de biomarcadores moleculares

Manuela Lima, Mafalda Raposo, Jácome Bruges-Armas, João Vasconcelos

24 de novembro de 2013



As doenças neurodegenerativas, das quais a doença de Parkinson ou a doença de Alzheimer são exemplos paradigmáticos, constituem patologias cuja prevalência tende a aumentar, dada a tendência global das populações para o envelhecimento. Tendo por base alterações celulares complexas, estas doenças colocam desafios ao nível do diagnóstico e do tratamento, que refletem, em parte, a dificuldade em “exportar” o conhecimento proveniente da investigação, colocando-o ao serviço dos doentes (a chamada investigação *bench-to bedside*). De entre as doenças neurodegenerativas, um subgrupo tem natureza hereditária. A doença de Machado-Joseph (DMJ) faz parte desse subgrupo. Trata-se de uma doença complexa, na qual vários sistemas neurológicos podem estar afectados, que se caracteriza, em termos muito genéricos, pela incoordenação de movimentos, nomeadamente ao nível da marcha. Sob o ponto de vista genético, a DMJ é causada por um gene localizado no cromossoma 14; a doença, de início na idade adulta, é dominante, o que significa que basta uma dose do gene mutado (alterado), herdado a partir do pai ou da mãe, para fazer surgir a patologia. Identificada em 1994, a mutação na base da DMJ corresponde a uma repetição de um motivo de três bases (CAG) no ácido desoxiribonucléico (DNA), cuja presença implica a adição excessiva do aminoácido glutamina à proteína resultante, a ataxina-3. Como consequência, origina-se uma forma mutada (alterada) da ataxina-3, que adquire uma função tóxica, através de mecanismos ainda pouco conhecidos, mas que têm sido intensamente estudados. A complexidade dos processos moleculares associados ao ganho de função da ataxina-3 mutada reflete-se na inexistência de estratégias específicas para reverter a morbilidade, não existindo presentemente intervenção farmacológica específica para a DMJ.



Todavia, os testes a compostos com potencial para retardar o início da doença ou tornar mais lenta a sua progressão já se iniciaram. Na base de dados de ensaios clínicos do “National Institutes of Health” estão registados para a DMJ vários ensaios clínicos; resultados de um desses ensaios (no qual se utilizou a vareniclina, um fármaco de primeira linha na supressão do hábito tabágico) foram divulgados em 2012, mas as conclusões carecem ainda de confirmação num grupo mais alargado de doentes. Com efeito, e à semelhança do que acontece noutras doenças neurodegenerativas, observam-se dificuldades na triagem dos compostos que possam exercer efeito na DMJ; tais

dificuldades estão relacionadas com a falta de instrumentos de medida capazes de monitorizar em detalhe a progressão da doença e detectar benefícios terapêuticos subtis, dois aspectos insuficientemente cobertos por uma avaliação exclusivamente clínica. Os constrangimentos referidos justificam o investimento na identificação de biomarcadores, definidos como características biológicas que podem ser medidas e avaliadas objetivamente, e que podem fornecer informação acerca dos processos biológicos normais ou patogénicos, bem como acerca de respostas farmacológicas a uma intervenção terapêutica. Um biomarcador deve assim ser sensível, específico e relevante para o mecanismo patológico associado; deve, para além disso, ser facilmente mensurável e minimamente invasivo. Quanto à sua natureza, os biomarcadores podem ser clínicos (quando envolvem a medição de um sinal demonstrado fisicamente) ou moleculares (quando se quantifica uma alteração “interna” do doente, como por exemplo níveis de proteínas no sangue). De entre os potenciais biomarcadores moleculares estão os relacionados com a expressão dos genes. Tecnologias de ponta permitem o estabelecimento do modo como os genes se estão a expressar em doentes, comparativamente a indivíduos sem a doença. Efetuados sobre o total dos cerca de 23 000 genes do genoma humano tais estudos permitem detetar as alterações que caracteristicamente aparecem associadas a uma determinada patologia. Para a DMJ desenvolve-se presentemente um trabalho colaborativo entre investigadores nos Açores, no continente português e no Brasil, que visa identificar marcadores de expressão da DMJ. Espera-se que estes biomarcadores moleculares sejam capazes de acompanhar a progressão dos doentes DMJ e que tenham potencial para serem futuramente utilizados em ensaios clínicos, complementando assim os biomarcadores clínicos. Uma vez que se antevê que as novas terapias sejam mais eficientes se aplicadas atempadamente, a possibilidade de deteção precoce dos processos patogénicos é de grande importância; nesse sentido, espera-se também iniciar o reconhecimento de biomarcadores moleculares capazes de identificar o estado pré-sintomático de portadores DMJ.



Cultivo de macroalgas...

Que futuro?

Rita F. Patarra

19 de janeiro de 2014



A aquacultura é o cultivo de organismos aquáticos, geralmente para fins de consumo humano. Atualmente é um sector fundamental para a obtenção de peixe, mariscos e outros produtos aquáticos, estando em grande expansão e segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), representa já cerca de metade da produção aquática total. Com a estagnação da produtividade nas pescas e com o aumento populacional previsto, é de prever o aumento do desenvolvimento da produção de biomassa através de aquacultura para diversos fins, tanto para produtos alimentares como para a produção de compostos com utilização diversa (nutracêutica, cosmética, ficolóides, biocombustíveis, etc.).

O cultivo de algas é bastante superior à sua recolha na natureza, a qual representou apenas 4,5 % do total da produção em 2010. Segundo a FAO, no relatório de 2012 sobre “O estado mundial da pesca e da aquacultura”, até à data, apenas as algas foram registadas nas estatísticas de produção de plantas aquáticas a nível mundial. A produção global tem sido dominada por macroalgas marinhas. O volume de produção de algas aquáticas aumentou em taxas anuais médias de 9,5 % em 1990 e 7,4 % na década de 2000 (comparável com as taxas de crescimento na produção de animais aquáticos de aquacultura), equivalentes a produções de 3,8 milhões de toneladas em 1990 e de 19 milhões de toneladas em 2010. Apenas algumas espécies foram responsáveis por 98,9% da produção mundial de algas em 2010 (Figura 1).

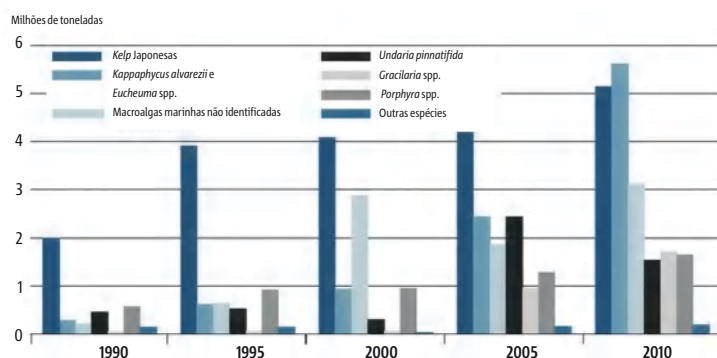
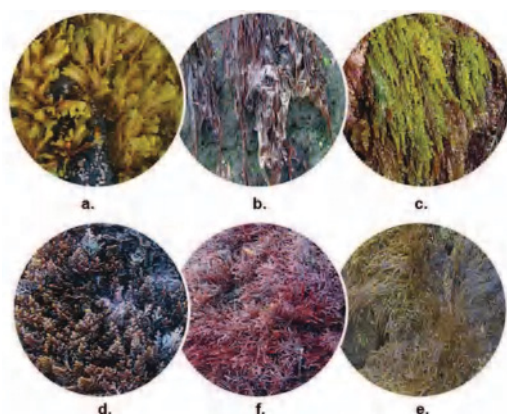


Figura 1 - Produção mundial de plantas aquáticas (algas) por espécie e/ou grupos de espécies (adaptado de FAO, 2012).

O cultivo de algas aquáticas é praticado num reduzido número de países, em contraste com a aquacultura de peixes. A FAO, no seu relatório de 2012, refere que para o ano de 2010, a produção de algas foi registada em apenas 31 países e territórios, sendo 99,6 % da produção mundial de algas originária de apenas 8 países: China (58,4 %; 11,1 milhões de toneladas), Indonésia (20,6 %; 3,9 milhões de toneladas), Filipinas (9,5 %; 1,8 milhões de toneladas), Coreia do Sul (4,7 %; 901 700 toneladas), Coreia do Norte (2,3 %, 444 300 toneladas), Japão (2,3 %, 432 800 toneladas), Malásia (1,1 %, 207 900 toneladas) e a República Unida da Tanzânia (0,7 %, 132 000 toneladas).

É de salientar que, apesar de o seu consumo e produção não ter uma grande representação percentual nas estatísticas mundiais, a produção e comercialização de macroalgas tem aumentado em certos países ocidentais, como por exemplo nos Estados Unidos da América, Chile, Irlanda, Islândia, Canadá e França, existindo atualmente cerca de 15-20 espécies de algas comestíveis comumente comercializadas para consumo na Europa. Os padrões de qualidade exigidos e as preocupações quanto à sustentabilidade ambiental das práticas de colheita de macroalgas marinhas selvagens tornam premente a existência de práticas controladas de aquacultura de macroalgas.

Nos Açores as macroalgas marinhas são tradicionalmente usadas na alimentação humana. No livro “Flora Marinha do Litoral dos Açores” publicado em 2005, os autores referem que a alga castanha *Fucus spiralis* (Figura 2a), de nome comum “tremoço do mar”, é consumida como um petisco;



a alga vermelha *Porphyra* (Figura 2b), de nome comum “erva patinha”, é consumida frita e usada na confeção de sopas, omeletes ou tortas; as algas vermelhas *Laurencia* (Figura 2c) e *Osmundea* (Figura 2d), de nome comum “erva malagueta”, são conservadas em vinagre e consumidas ao longo de todo o ano em algumas ilhas. Por outro lado, algumas espécies de macroalgas foram comercializadas até ao início da década de 1990. As algas vermelhas *Pterocladia capillacea* (Figura 2e) e *Gelidium microdon*

Figura 2 - Macroalgas marinhas tradicionalmente usadas na alimentação e para comercialização, em algumas ilhas do Arquipélago dos Açores. a. *Fucus spiralis*; b. *Porphyra* sp; c. *Laurencia viridis*; d. *Osmundea pinnatifida*; e. *Pterocladia capillacea* e f. *Gelidium microdon*. Fotos a, d, f: © Eunice Nogueira©. Fotos b, c, e: Pedro Raposeiro.

(Figura 2f) eram recolhidas manualmente ou por mergulho, posteriormente secas ao ar (era comum observar-se longos tapetes de algas a secar ao longo dos passeios em Vila Franca do Campo e em outras localidades) e preparadas para exportação, sendo depois utilizadas na produção industrial de agar. Num trabalho realizado nos anos 1980, solicitado pelo Governo Regional dos Açores, foram estudados vários aspetos sobre a apanha e a biologia desta alga agarófita *Pterocladia capillacea*. Os dados da época, mostravam que nos Açores estavam a ser recolhidas 1800 toneladas (peso seco), o que representava 325 toneladas de agar de grande qualidade.

Apesar do uso das macroalgas acima referidas a nível alimentar e comercial no arquipélago dos Açores, não foi efetuada, até ao momento, qualquer tentativa de aumentar a produção da respetiva biomassa através de cultivo. É no sentido de colmatar esta lacuna que decorre o projeto “Oportunidades para o desenvolvimento da aquacultura nos Açores”, o qual tem como objetivo principal investigar o potencial de cultivo de macroalgas comuns no arquipélago dos Açores.

Nos ecossistemas naturais, todas as espécies têm um papel no funcionamento dos ecossistemas. No entanto, as espécies não são todas iguais e há algumas que se destacam pela sua importância como agentes que estruturam e regulam o funcionamento dos mesmos. O papel desempenhado pelas espécies é variável. Algumas são importantes produtores primários. Isto é, são importantes pela produção do oxigénio que respiramos e pela absorção de nutrientes. Outras são importantes na estabilização de areais, como são exemplo as pradarias subaquáticas comuns em alguns estuários do continente. Entre outras, algumas espécies desempenham um papel importante nos ecossistemas por fornecerem espaço à fixação de outros organismos. O espaço é um recurso de elevada importância no meio marinho e é ferozmente rivalizado por várias espécies que necessitam de um local para se fixar. A existência de espécies que aumentam a disponibilidade de espaço é assim fundamental. Estas espécies são, na gíria científica, apelidadas comumente de *espécies fundadoras*. São exemplo de espécies fundadoras os mexilhões, as laminárias, ou os leques-do-mar, espécies às quais normalmente estão associadas um número elevado de outras espécies que não existem na sua ausência. Às espécies que usam outras espécies como substrato ou local de fixação é dado o nome de *epibíota*, sendo a espécie que suporta o epibíota também designada por *basibíonte*.



Figura 1 - Conchas de *Patella aspera* desprovida de epibiotas (direita) e a servir de substrato para algas marinhas (esquerda)

Um estudo recente feito por investigadores do Centro de Investigação em Recursos Naturais da Universidade dos Açores examinou a diversidade de organismos que vivem sob as conchas da lapa *Patella aspera* (Fig.1). As lapas desempenham um papel importante nos ecossistemas uma vez que controlam a abundância de algas prevenindo desta forma que estas monopolizem o espaço, permitindo assim a fixação de outro tipo de organismos como por exemplo a pequena craca *Chthamalus stellatus*. No entanto, o presente estudo mostrou que para além do papel importante na ecologia das nossas costas, as lapas desempenham ainda um outro papel ao suportarem em si mesmas uma extraordinária diversidade. Foram observados um total de 707 conchas de lapa recolhidas em todas as ilhas do arquipélago nas quais se registaram uns surpreendentes 190

registos de espécies diferentes. Na sua esmagadora maioria as 190 espécies registadas são algas que encontram nas conchas das lapas um refúgio das próprias lapas. De realçar que, entre as várias dezenas de espécies encontradas, foram ainda encontrados 17 novos registos de algas nunca antes dadas para os Açores. Todas estes novos registos são espécies típicas de águas mais quentes o que sugere um efeito de alterações climáticas nos Açores, nomeadamente o aumento da temperatura média o que permitirá a expansão e colonização de espécies provenientes de Sul, de águas mais quentes.



Figura 2 - Ouriço-do-mar (*Arbacia lixula*) sob recife.

Foi também encontrado uma relação positiva entre o número de espécies nas conchas (epibiota) e o tamanho da própria concha (basibionte). Ou por outras palavras, as lapas maiores suportam um maior número de espécies em cima de si o que indica a importância da existência de indivíduos adultos no ecossistema. De referir que, à excepção dos novos registos (por falta de informação sobre a sua distribuição na Região), todas as outras espécies de algas identificadas neste estudo, podem ser encontradas também em substratos naturais. As lapas não lhes conferem um habitat único, e esta relação epibionte-basibionte não é de todo obrigatória. No entanto, as conchas de *Patela aspera* podem, em certas circunstâncias, representar o único substrato e microhabitat possível para a sobrevivência de espécies de algas colonizadoras, por exemplo em zonas onde o ouriço-do-mar *Arbacia lixula* seja dominante (Fig.2). Este ouriço representa um herbívoro extremamente eficaz, capaz de remover toda a cobertura algal (frondosa) nos locais onde é abundante. A lapa neste caso, pode representar a dita "ilha" de diversidade, providenciando substrato a espécies que de outra forma não seriam capazes de sobreviver.

Algas coralinas nos Açores

Um mundo a descobrir

Ruben Couto

16 de março de 2014



Desde há muito tempo que os habitantes dos Açores se habituaram a olhar o mar e a sua costa e a dele retirar sustento e benefício. Plantas e animais do litoral dos Açores têm sido, ao longo dos anos, recursos úteis para a economia local. As costas das ilhas são uma importante via de acesso para o mar e fonte de grande prazer para os habitantes locais e estrangeiros. Portanto, o oceano e a costa das ilhas são componentes importantes da cultura e do património local e de grande interesse económico.

As algas são dos organismos mais característicos da zona das marés (intertidal). Vulgarmente chamadas de “musgo”, como se fossem uma única espécie, são na realidade uma diversidade enorme de espécies de várias cores e formas, “para todos os gostos e feitios”.

Vários estudos sobre a composição algal dos Açores continuam a adicionar/identificar



Figura 1 - *Ellisolandia elongata* (@Pedro Raposeiro)

novas espécies para a flora dos Açores. Estes estudos mostram que as nossas ilhas, isoladas no Atlântico, suportam uma flora algal marinha relativamente rica, chamando à atenção de cientistas de vários países, desde há muito tempo.

Um dos grupos de algas, ainda relativamente pouco estudados nos Açores são as algas calcárias ou algas coralinas. São chamadas assim devido à sua estrutura em Carbonato de Cálcio (calcário) que lhes dá uma superfície rija e resistente, que representa entre 70 a

90% do seu peso depois de secas.

Estão entre as algas mais conspícuas dos Açores, consideradas espécies de crescimento lento mas, uma vez estabelecidas, geralmente persistem por longos períodos de tempo e, por esse motivo, são mais abundantes em substratos fixos (e.g. escoadas lávicas) junto ao nível da água do mar, ocupando em alguns locais mais de 90% do espaço. Substratos mais instáveis como “blocos” de basalto ou “calhau rolado” podem também apresentar algas coralinas, mas em menor abundância. Estes organismos podem ser encontrados numa grande variedade de locais, mesmo a grande profundidade, no limite extremo de penetração da luz.

As algas coralinas ocorrem sob diversas formas: como plantas erectas com “pé” e “ramos” que aparecem nas rochas (Fig. 1 e 2), em cima de



Figura 2 - *Jania rubens* (@Pedro Raposeiro)

outras algas (epífitas), em cima de animais (epizóicas) e, até mesmo, parcialmente no interior de outras algas (semi-endófitas). Podem também apresentar-se sob a forma de crostas calcárias, com aspecto liso, laminar ou foliáceo e uma cor branca/rosa, vivendo fixas, incrustadas à rocha (Fig. 3), a algas ou a animais, mas também sob a forma livre – rodólitos.

Os rodólitos são uma forma de crescimento bastante rara que apenas ocorre quando há uma combinação de diversos factores, podendo ser encontrados no Ilhéu de Vila Franca do Campo ou nas Lajes do Pico, em zonas protegidas e de pouca profundidade.

A sua estrutura calcária, torna estas algas muito resistentes, fazendo com que sejam um dos elementos estruturais mais importantes em zonas costeiras, podendo constituir, em alguns locais, até 40% da biomassa dos recifes calcários. Nos Açores, crescendo sob a forma de musgo, desempenham um papel funcional importante, fornecendo habitat para uma flora e fauna extremamente diversas e abundantes, o que contribui para o seu sucesso como elementos estruturais nas zonas costeiras. No entanto, a mesma estrutura calcária também as torna mais suscetíveis à acidez do meio ambiente, fazendo com que sejam estudadas como potenciais indicadores do efeito da acidificação dos oceanos que advém das alterações climáticas, assunto da maior relevância nos dias de hoje.

Sendo organismos fixos ao substrato, estão directamente ligadas ao local onde se encontram e ao meio que as rodeia. Assim, têm sido também estudadas, como indicadores de “saúde” ambiental – bioindicadores. O facto de existirem ou mesmo de estarem ausentes em determinado local pode ser sinal de alguma perturbação no meio envolvente.

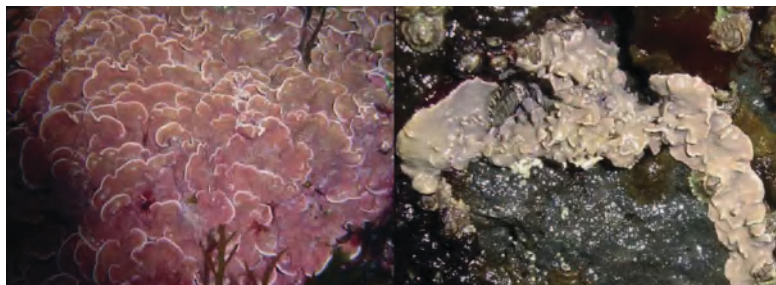


Figura 3 - *Mesophyllum lichenoides* (esquerda) *Litophyllum tortuosum* (direita) (©Pedro Raposeiro)

A identificação das várias espécies é feita analisando uma série de características em cada planta. Por vezes, é necessário recorrer ao microscópio electrónico para, através de grandes ampliações de imagem, se conseguir determinar algumas características, o que torna a identificação por vezes difícil ou impossível de executar no “campo”.

No início deste ano (2014) foi publicado na revista científica internacional – PHYTOTAXA® um trabalho que avalia a morfologia e anatomia de *Ellisolandia elongata*, uma alga coralina abundante e característica do litoral dos Açores, antes conhecida por *Corallina elongata*. Foram analisadas várias características diagnosticantes da espécie, que permitem identificar a planta e separá-la de outras espécies do mesmo género.

Nos Açores, são cerca de 30 o número de espécies de algas coralinas identificadas. É bastante expectável que, havendo continuação de estudos sobre este grupo de algas, o número de espécies aumente, especialmente sobre aquelas espécies mais sensíveis e/ou mais pequenas (mais difíceis de encontrar), contribuindo assim para o enriquecimento da flora algal marinha dos Açores.

Os ratos são animais que nos habituámos a ver como inimigos e raramente lhes vemos um lado útil. Introduzidos nos Açores acidentalmente pelo Homem, encontram-se hoje por todo o lado e, apesar das várias campanhas para os dizimar, parece-nos que, neste momento, a meta de manter as populações controladas é a mais realista. Nos Açores existem 3 espécies de ratos: *Mus musculus* (rato doméstico ou murganho), *Rattus rattus* (ratazana preta ou rato de quinta) e *Rattus norvegicus* (ratazana castanha ou rato de esgotos). A verdade é que qualquer das 3 espécies é dotada de elevada capacidade reprodutiva, o que representa um enorme obstáculo para qualquer plano de controlo que se pretenda implementar.



Figura 1 - Caldeiras das Furnas

Trata-se de espécies alvo de preocupação não só pelos prejuízos que causam nas culturas e nos alimentos armazenados, como pelo facto de serem transmissoras de várias doenças e, portanto, elementos a ter em conta na saúde pública e animal. Os ratos estão envolvidos na transmissão ao Homem e animais domésticos, direta ou indiretamente, de doenças como por exemplo a peste bubónica (peste negra), as salmoneloses, o tifo murino, as sarnas e micoses, entre outras. Nos Açores tem tido particular destaque o papel dos ratos na transmissão da bem conhecida leptospirose (comumente designada como doença dos ratos). Das 3 espécies, a mais infetada pela bactéria leptospira é o rato doméstico (murganho). De acordo com dados do *Manual de boas práticas de controlo de roedores para a Região Autónoma dos Açores*, da autoria da Comissão de Gestão Integrada de Pragas - Roedores (2012), mais de 50% dos roedores das ilhas de S. Miguel e Terceira estão infetados pelas bactérias causadoras da leptospirose. Se juntarmos a esta realidade o facto de, devido ao seu pequeno tamanho, os ratos ocuparem frequentemente os mesmos locais que o Homem (comensais), deparamo-nos com uma situação altamente preocupante em termos de saúde. A elevada humidade relativa do meio ambiente nos Açores agrava ainda mais esta situação, uma vez que prolonga a viabilidade das bactérias na urina do rato, aumentando a probabilidade de transmissão ao Homem.

Estes são alguns dos lados "lunares" dos ratos! Mas o grupo de investigação em saúde pública e ecotoxicologia (PHERG) do Departamento de Biologia da Universidade dos Açores tem explorado o lado "solar" destes pequenos mamíferos.

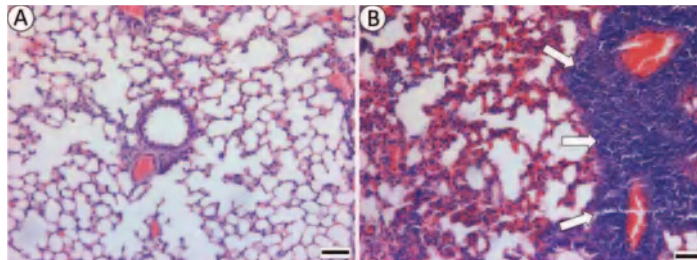


Figura 2 - Histologia dos pulmões. A – Pulmão saudável de um ratinho de Rabo de Peixe; B – Pulmão com menor capacidade respiratória e maior taxa de inflamação de um ratinho das Furnas. Setas Brancas – Infiltração linfocitária; barra de escala 50µm.

Em 2006 este grupo de investigação decidiu testar os murganhos como espécie bioindicadora da qualidade do ambiente na ilha de S. Miguel, particularmente nas Furnas. O facto de se tratar de um mamífero, ser uma espécie abundante e amplamente distribuída, e ocupar os mesmos espaços que a população humana, indiciava que poderia reunir as condições necessárias para servir estes propósitos científicos e, por consequência, sociais.

Desde então o PHERG já desenvolveu vários projetos de avaliação ambiental, usando o ratinho doméstico como sentinela. O último trabalho desenvolvido procurou perceber como é que o sistema respiratório dos ratos que vivem na Vila das Furnas responde àquele ambiente tão peculiar, caracterizado pela emanção permanente de uma grande mistura de gases, partículas e metais pesados de origem vulcânica. Quando comparados com ratinhos amostrados em Ponta Delgada (poluição antropogénica – resultante da ação humana) e na periferia de Rabo de Peixe (controlo), os das Furnas (poluição vulcanogénica) apresentaram maior dano pulmonar, caracterizado por maior índice inflamatório, maior espessura dos septos alveolares, menor perímetro alveolar e menor área alveolar (Figura 1).

Este trabalho permitiu desenvolver um índice de funcionalidade pulmonar, cujos valores se apresentaram significativamente diminuídos nos ratos das Furnas, indicando que a exposição crónica a poluentes de origem vulcanogénica é causadora de dano pulmonar nestes organismos.

Embora a legitimidade do uso direto do modelo para inferir efeitos nos seres humanos seja em parte discutível, uma vez que os ratinhos ocupam espaços confinados junto ao solo e em buracos, onde as concentrações dos gases emanados são muito superiores às aquelas que se verificam a 1-2 metros acima do solo (nível respiratório humano), o contributo da espécie e deste trabalho para a avaliação dos efeitos da poluição vulcanogénica no sistema respiratório é significativo e notório. Pela primeira vez foi demonstrado e mensurado o efeito ao nível respiratório da exposição à desgaseificação difusa dos solos em meio com actividade vulcânica. Este trabalho, financiado pelo Governo Regional dos Açores (M2.1.2/I/008/2011), foi publicado no final de 2013 na revista *Environmental Pollution*.

É cada vez mais importante sabermos quais as condições dos alimentos que ingerimos. Neste âmbito foi efetuado um estudo enquadrado numa tese de doutoramento para obtenção do grau em Ciências do Mar, no Departamento de Biologia da Universidade dos Açores. Nesse estudo, foi analisado um marisco muito apreciado nos Açores - A Craca - e compilada a pouca informação já existente sobre outros produtos de pesca.



Figura 1 - Trabalho de amostragem para investigação.

O peixe e marisco são alimentos de grande valor nutricional. No entanto, ao mesmo tempo que o pescado é um valioso aliado na nutrição humana, o seu consumo pode representar um risco para a saúde, principalmente quando contaminado por metais pesados ou outros contaminantes. O consumo de pescado contaminado com elevado teor de metais pesados pode ocasionar diversos problemas de saúde na população pois, a maioria dos metais pesados, quando ingeridos, é distribuída por todo o organismo, afetando o funcionamento de vários órgãos. Os metais pesados são contaminantes ambientais estáveis e persistentes, uma vez que não podem ser degradados ou destruídos. A contaminação por metais pesados tem chamado cada vez mais a atenção dentro da Comunidade Europeia, sendo que o Cádmiio, o Chumbo e o Mercúrio têm já estipulados limites legais nos produtos alimentares ((CE) n°1881/2006 DE 19 de Dezembro de 2006). Outros decretos legais visam regular a presença dos metais pesados apontados anteriormente, tal como a mais recente Directiva Quadro Estratégia Marinha.

Na verdade, este estudo revela resultados tanto alarmantes como tranquilizantes. Começamos pelas boas notícias; as cracas não apresentam níveis relevantes de Chumbo e apresentam níveis bastantes altos de Selénio, sendo este último considerado um elemento essencial com propriedades antioxidantes, ajuda a neutralizar os radicais livres, estimula o sistema imunológico e intervém no funcionamento da glândula tiróide.

As más notícias recaem sobre os níveis de Cádmiio presentes nas cracas que chegam a atingir níveis 25 vezes superiores ao estipulado pela legislação em vigor para os mariscos (0,5 µg/g). O Cádmiio é um metal pesado que produz efeitos tóxicos nos organismos vivos, mesmo em concentrações muito baixas. O Cádmiio é um agente cancerígeno que tem

uma semi-vida aproximada de trinta anos, armazena-se nos tecidos moles como fígado e rins, tendo uma eliminação muito lenta. A intoxicação crónica pode provocar lesões no pâncreas, testículos, tiróide, glândula supra-renal, osso, sistema nervoso central e pulmões.

Comparando os níveis de Cádmiu das cracas gigantes dos açores com outros estudos efectuados noutras espécies de cracas, em outros locais com ausência de poluição ou mesmo com presença de forte poluição antropogénica, revelam valores mais baixos do



Figura 2 - Craca gigante dos Açores - *Megabalanus azoricus*

que os demonstrados pela espécie comestível existente nos açores. Uma vez que os Açores não têm indústria pesada e, portanto, reduzida pressão provocada pela poluição antropogénica, por que razão estes valores são tão altos? Ainda não se sabe bem a resposta a esta pergunta, mas este estudo levanta uma hipótese que nos parece a mais plausível. A poluição por Cádmiu é de origem natural, ou seja é proveniente da natureza vulcânica das nossas ilhas. Poderão estar mais organismos afetados por este fenómeno? Provavelmente

sim, mas será primordial efetuar mais estudos para ter a certeza deste facto e também para podermos desenvolver uma forma de mitigar os impactes inerentes à exposição ao Cádmiu por ingestão de alimentos contaminados.

Este estudo revela a posição primordial desta espécie como uma espécie chave de filtradores localizados no meio do atlântico. A craca gigante dos Açores reúne todas as condições para funcionar como um bom bioindicador, isto é, um filtrador não seletivo: tem baixas taxas de destoxificação, é sésil, tem um tempo de vida relativamente longo e faz parte de um grupo de espécies cosmopolitas. Esta descoberta contribui para reforçar a importância da craca açoriana que, para além de ser uma espécie que figura nos relatórios da OSPAR, no livro das cem espécies ameaçadas prioritárias em termos de gestão na região europeia biogeográfica da Macaronésia, e um marisco açoriano altamente apreciado, é agora também um valioso bioindicador chave para o atlântico.



Figura 3 - Craca - recurso alimentar

A União Europeia considera “rara” uma doença que afete menos do que 5 em cada 100 000 pessoas. Estão atualmente descritas cerca de 7000 doenças raras, uma parte substancial das quais é de natureza genética e permanece sem tratamento ou cura. A doença de Machado-Joseph (DMJ) é uma doença globalmente rara que tem merecido especial atenção nos Açores, dada a elevada prevalência que atinge nestas ilhas. Apesar da DMJ permanecer sem intervenção farmacológica específica, vive-se atualmente um período de grande expectativa, dada a emergência recente de resultados relativos aos primeiros ensaios clínicos. A investigação de nível clínico é alicerçada num trabalho “pré-clínico” no qual se usam, habitualmente, modelos animais (tais como o ratinho, vulgarmente designado de murganho), para avaliar e selecionar compostos com potencial suficiente para serem testados em doentes, num ensaio clínico.

O que é um ensaio clínico? Um ensaio clínico que tenha por objetivo a validação da segurança ou do efeito de um fármaco é um estudo de investigação no qual indivíduos voluntários recebem um tratamento cuja ação ainda não está devidamente comprovada em humanos. A realização de um ensaio clínico, que é conduzido por equipas formadas por médicos e por outros profissionais ligados à saúde é fundamental para que esse fármaco possa vir a ser rotineiramente usado numa determinada doença. Os ensaios clínicos podem ser classificados em 4 fases principais (Figura 1).

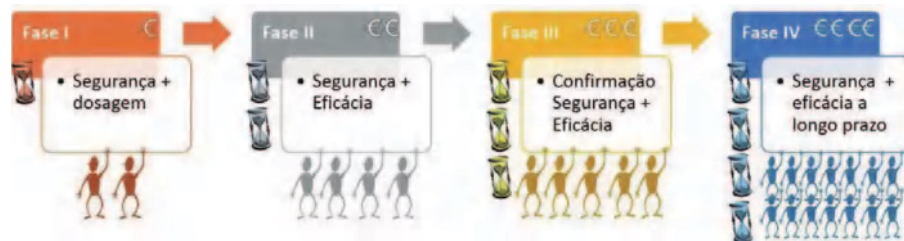


Figura 1 - Classificação dos ensaios clínicos com base nas 4 fases (I a IV) do desenvolvimento de um fármaco.

Quem pode participar num ensaio clínico? Baseando-se, em grande medida, num conhecimento profundo acerca da história natural da doença em análise, cada ensaio clínico tem o seu conjunto de regras relativas a quem pode e não pode participar. Os fatores que permitem a participação chamam-se “critérios de inclusão”; por oposição, os que são impeditivos designam-se de “critérios de exclusão”. Estes critérios devem ser usados de modo a identificar os participantes adequados para que o estudo possa ser informativo, ou seja, para que se possa concluir com rigor acerca da segurança/efeito do fármaco a ser testado.

Como funciona normalmente um ensaio clínico? Em grande parte dos ensaios clínicos, os voluntários que participam são incluídos num grupo de estudo específico (grupo de tratamento ou grupo de placebo); essa inclusão é normalmente “cega”, o que significa que um dos dois intervenientes no estudo - os participantes ou os investigadores - não sabem em que grupo é incluído cada indivíduo. Os ensaios são muitas vezes “duplamente cegos”, o que acontece quando nenhum dos intervenientes sabe o grupo atribuído a cada

indivíduo em estudo. Este processo, designado de “ocultação”, pretende assegurar que fatores não diretamente relacionados com o fármaco a ser testado influenciem os resultados do estudo. Os indivíduos que pertencem ao grupo de tratamento recebem o fármaco a ser testado, enquanto os indivíduos do grupo alternativo (grupo controlo) recebem um produto inativo, usualmente denominado de “placebo”.

Doença de Machado-Joseph: desenvolvimentos recentes na busca de terapias? Por ser uma doença rara, a DMJ recebe também a designação de “órfã”; o termo reflete não só o reduzido número de doentes, a nível mundial, mas também o facto desse número reduzido constituir, por si só, uma dificuldade nos progressos acerca da sua compreensão (Figura 2).



Figura 2 - Principais dificuldades identificadas na realização de um ensaio clínico para uma doença rara de progressão lenta, como é o caso da DMJ, bem como estratégias usadas para as ultrapassar.

Por outro lado, os medicamentos com potencial para serem usados em tais doenças recebem também a designação de “medicamentos órfãos” o que traduz, em grande medida, as dificuldades em captar a atenção das grandes companhias farmacêuticas, que não veem nestas doenças uma oportunidade evidente de lucro. Na DMJ, a dificuldade que existe em isolar uma via particular da doença que possa constituir um alvo terapêutico levou à necessidade de testar compostos não específicos desta doença, mas com potencial de modificar o seu curso; já este ano foram publicados os resultados de um ensaio clínico (Fase II), que investigou se o lítio seria seguro e se teria efeitos benéficos sobre a doença (Saute e colaboradores, 2014). Impulsionado por resultados que apontavam para a existência de efeitos benéficos do lítio em experiências com modelos animais, bem como por resultados favoráveis em trabalhos obtidos em doenças semelhantes o estudo reuniu 62 doentes de DMJ de origem brasileira e durou 48 semanas. Neste ensaio, o lítio mostrou ser seguro e bem tolerado pelos doentes; contudo, não mostrou melhorar significativamente a progressão da doença, quando se utilizou como parâmetro primário (medida utilizada para avaliar o efeito do fármaco), uma escala clínica específica para esta doença. Novos estudos, com um número maior de doentes, estarão a ser planificados.

Vale um caracol!

Repondo a verdade e a justiça

António Frias Martins

14 de dezembro de 2014



Por vezes os aforismos – “verdades” expressas em ditados populares –, na sua simplicidade compacta, transmitem asserções erróneas que, criando um ambiente desfavorável, distorcem à partida uma abordagem objetiva a determinados assuntos. É o caso da frase muito comum “Não vale um caracol”, utilizada para depreciar qualquer situação. Mas sabia por acaso que por ano se consomem cerca de 25 mil toneladas de “escargot” só na França? E que, embora em média se vendam por 6 € a dúzia, em qualquer restaurante francês com classe 9 escargots vão por cerca de 20 euros? Ou do sucesso do “Festival do Caracol Saloio”, em Loures, com mais de 80 mil participantes, e de outros mais festivais dedicados ao bicho...

Os caracóis pertencem a um dos maiores grupos (filos): Mollusca. Gary Rosenberg, em estudo criterioso saído há dois meses, estima existirem 75 mil espécies descritas de



Figura 1 - *Moreletina obruta*, Santa Maria

moluscos. Depois dos artrópodes (borboletas, aranhas e caranguejos), os moluscos são o filo animal mais rico em espécies. Para além dos gastrópodes (caracóis e lesmas, búzios e lapas), fazem parte dos moluscos os cefalópodes (polvos, lulas e chocos) e os bivalves (ameijoas, mexilhões e ostras). Por esta amostra de nomes conhecidos se pode apreciar a diversidade do filo Mollusca; ao

mesmo tempo, a popularidade destes nomes mostra como os moluscos fazem parte do quotidiano, da mesa à estética e à medicina. Refiram-se as capturas mundiais de 2,5 milhões de toneladas/ano de cefalópodes, ou os 2,3 milhões de euros que a apanha de bivalves (amêijoas e berbigão) da Ria de Aveiro rendeu entre Janeiro e Agosto do ano passado. E, olhando mais para o futuro, o investimento, no Algarve, em “caviar de caracol” (ovos de caracol), a ser vendido ao Dubai e à China por 1.500 €/kg. Conhecidos como ornamentos desde há mais de 30 mil anos, os moluscos ainda vendem, da “baba de caracol” às preciosas pérolas. A beleza das suas conchas é atração irresistível de colecionadores de todas as idades, não fora as “conchinhas da praia” o item mais colecionado nas férias de verão, acabando embora esquecidas em gaveta de sótão até à próxima estação. Um pouco por todo o mundo o



Figura 2 - *Moreletina horripila*, São Miguel

negócio das conchas rende; foi assim que começou a petrolífera Shell, que tinha o petróleo como atividade marginal, mas que conserva em seu logo a origem da sua associação. Os moluscos figuram ainda entre os seres mais venenosos; o pequeno “polvo de anéis azuis”, imortalizado no filme de 007 *Octopussy*, cabe na palma da mão mas

pode matar em minutos; gastrópodes marinhos do género *Conus* possuem um poderoso veneno, agora utilizado em vez de morfina, por não ser viciante.

E nós, nos Açores, temos não só a lula-gigante – alimento dos majestosos cachalotes -, mas também a lula-comum, o polvo e as lapas, pequenos gigantes da nossa gastronomia. Temos ainda os caracóis, não estrelas da mesa porque a nossa cozinha privilegiou o mar, mas figurantes principais na riqueza natural do arquipélago. Vive aqui pouco mais de uma centena de espécies, das quais 50% endémicas, isto é, evoluíram nos Açores: são nossas. Esta elevada percentagem de espécies endémicas, muitas delas restringidas a ilhas singulares, para além de ser uma riqueza patrimonial invejável, faz delas objeto de estudo dos fenómenos evolutivos. Por vivermos num laboratório natural, perguntas simples dos estudiosos podem aqui ter resposta adequada, embora complexa: por que razão a fauna e flora dos Açores é europeia se ventos e correntes vêm da América? Se as espécies originais chegaram de fora, por que razão não são as espécies das várias ilhas todas iguais? Que influenciará mais o aparecimento de espécies novas, a idade ou a superfície? A vetusta ilha de Santa Maria, com cerca de 8 milhões de anos, é figura central e deveria ser considerada património científico mundial. Os seus fósseis contam histórias sobre as vicissitudes do clima



Figura 3 - *Moreletina sp.*, espécie nova das Flores

que fizeram subir e descer o nível do mar mais do que 100 metros, deixando preservados na rocha fósseis que agora nos revelam segredos de antigamente. Santa Maria tem 78 espécies de moluscos terrestres das quais 21 são endémicas; destas, 14 vivem só em Santa Maria. Já a vizinha São Miguel, dez vezes maior e com metade da idade, possui 84 espécies de moluscos terrestres, 23 delas endémicas mas destas apenas 9 típicas da ilha. Tais contas tornam-se tanto mais interessantes quanto se sabe existirem pelo menos mais 30 espécies endémicas por descrever, 8 das quais só de Santa Maria. Surge depois outra pergunta: por que razão a fauna malacológica terrestre de São Miguel é mais semelhante à dos Grupos Central e Ocidental do que à de Santa Maria?

A chave da resposta estará no caracol!

Os elasmobrânquios (tubarões e raias) possuem um esqueleto cartilaginoso e ocupam, com sucesso, diversos ecossistemas desde há cerca de 400 milhões de anos. Estas espécies foram historicamente consideradas de baixo valor económico para a pesca, com uma contribuição menor e de baixo valor para a pesca global no mundo. Contudo, devido ao avanço tecnológico, que permitiu uma maior autonomia das embarcações e a exploração de novos ecossistemas, e à quebra dos stocks de outras espécies com maior interesse comercial, a pesca de elasmobrânquios, principalmente de tubarões, tem-se expandido em tamanho e número desde meados da década de oitenta do século XX, como resposta à crescente procura de barbatanas, carne e cartilagem.

Hoje, tubarões e raias são capturadas através da pesca comercial, artesanal, recreativa ou, indirectamente, como captura acessória, e a maioria carece de monitorização ou gestão adequada. Como resultado, o conhecimento da biologia básica, dinâmica populacional, reprodução e comportamento dessas espécies é escassa. Mesmo quando existe gestão e informação sobre a sua biologia, como captura acessória as espécies são muitas vezes incluídas em categorias generalistas, subestimando a mortalidade real da espécie capturada. Além disso, na última década, como certas partes do tubarão (principalmente barbatanas) aumentaram dramaticamente em valor, os organismos são frequentemente rejeitados depois de removidas as barbatanas (*finning*), não sendo contabilizados nas estatísticas de pesca. Outro problema é a natureza oceânica e migratória de algumas espécies (por exemplo, tubarão azul), colocando-os fora a responsabilidade dos países individuais e fora do mandato de organismos internacionais. Todos esses fatores contribuem para uma situação em que a captura estimada de tubarões e raias é apenas cerca de metade da captura real global.



Os elasmobrânquios são caracterizadas por baixas taxas de crescimento, maturidade tardia, períodos de gestação longos e pequeno número de descendentes e, por isso, particularmente vulneráveis à sobre-exploração. Além disso, como predadores de topo, desempenham um papel vital na cadeia trófica, pelo que a sua remoção do ecossistema afecta significativamente o ecossistema.

Contrariando esta tendência de sobreexploração, várias espécies de elasmobrânquios, incluindo, por exemplo, o tubarão-azul e o tubarão-baleia são, neste momento, foco de uma indústria considerada internacionalmente como o setor de turismo com maior crescimento. Esta nova vertente de utilização de elasmobrânquios ligada ao ecoturismo, depende da sua sustentabilidade ecológica o que faz destes recursos marinhos dos mais versáteis e valiosos do mundo, proporcionando uma importante fonte de proteína para uns e bens de luxo para outros.

Elasmobrânquios nos Açores

A pesca nos Açores existe desde que as ilhas foram colonizadas, o que reflete a sua importância histórica, cultural, social e económica. A frota regional tem mantido métodos de pesca tradicionais, artesanais e sustentáveis, baseados em anzóis, linhas de mão e isco vivo. Não existe uma pesca comercial dirigida a tubarões e raias, apesar de algumas espécies serem capturadas como pesca acessória (tubarão azul ou o tubarão mako) ou através de artes de pesca multiespecíficas (cação ou a raia). Dada a localização do Arquipélago, no meio do Atlântico, algumas espécies (ex. tubarão azul) são também capturadas, periodicamente, por embarcações estrangeiras.



Por outro lado, com o aumento da indústria de ecoturismo nos Açores, surgiu, nos últimos anos, atividades de mergulho ligadas a estas espécies, aumentando o valor socioeconómico de algumas espécies de elasmobrânquios. Jamantas e tubarões-baleia podem agora ser facilmente observadas na Ilha de Santa Maria e, no Grupo Central, já é possível mergulhar com o tubarão azul.

Tendo em conta as características únicas do arquipélago, as suas necessidades socioeconómicas e a disponibilidade de recursos naturais e potenciais existentes, é essencial a realização de trabalhos que foquem estas espécies carismáticas, que podem representar uma valiosa fonte de riqueza, vital para o crescimento dos Açores. Neste âmbito, dada a carência de dados destas espécies e a existência de alguma informação contraditória, a Universidade dos Açores e o CIBIO-Açores estão a desenvolver um projecto com o objetivo de determinar o valor real das espécies de elasmobrânquios para o Arquipélago. Este estudo tem em conta a importância económica e social da pesca e a mais recente atividade de exploração turística, nunca esquecendo a vulnerabilidade destas magníficas espécies e a necessidade da sua conservação e preservação.

Fatores ambientais e infertilidade masculina

O ratinho doméstico como caso de estudo

Armando Rodrigues

8 de março de 2015



Ferreira A. F., Garcia P. V., Camarinho R., Rodrigues A. S. (2015). *Chemosphere*, 132: 135-141.

A infertilidade masculina é um problema que afeta não só a espécie humana mas também muitos outros animais, sendo responsável pelo declínio de populações em várias regiões do globo.

O aparelho reprodutor masculino de qualquer organismo tem como principal missão produzir espermatozóides em quantidade e qualidade, e garantir-lhes todas as condições de “transporte” para que tenham a possibilidade de vir a fertilizar um óvulo (gâmeta feminino).

Ora, isto envolve, desde logo, um adequado desenvolvimento do aparelho reprodutor, em particular do testículo.

Para além dos fatores hereditários, hoje é amplamente aceite que o funcionamento do sistema reprodutor masculino é fortemente influenciado pela exposição a fatores ambientais, quer no local de trabalho (exposição ocupacional) quer na área de residência (exposição ambiental). Muita investigação recente associa o progresso e a deterioração ambiental nos países desenvolvidos à diminuição da fertilidade masculina. Entre os fatores mais estudados encontram-se as elevadas temperaturas no local de trabalho, a exposição a radiação e a ondas electromagnéticas, e a uma enorme panóplia de substâncias químicas. A título de exemplo, nos EUA estão registadas cerca de 100 000 substâncias químicas sintéticas, a maioria das quais nunca foram testadas para avaliação dos seus efeitos na saúde humana. Muitos destes contaminantes vão entrando no organismo e interferem com a saúde reprodutiva, alterando a produção de hormonas e, conseqüentemente, os processos reprodutivos que elas controlam. E, embora a legislação obrigue à realização de testes para alguns compostos, a verdade é que estas exigências referem-se a níveis muito baixos e, na “vida real”, os organismos não estão

expostos a uma simples substância de cada vez mas sim a misturas que frequentemente se potenciam em toxicidade. Esta é uma das razões porque defendemos, a par de estudos laboratoriais, a realização de estudos “em situação real”, de campo. É



que para a avaliação do risco Figura 1 - Exemplar de *Mus musculus* (murganho)

de toxicidade reprodutiva temos que considerar, para além das misturas de poluentes, também o fator tempo de exposição que, em situação real, se pode prolongar por dezenas de anos, aspeto difícil de recriar e controlar em laboratório.

Um fator a que geralmente se atribui pouca importância é a temperatura ambiente a que os indivíduos do sexo masculino estão expostos. A grande maioria dos mamíferos possui os testículos localizados fora da cavidade abdominal, na bolsa escrotal, o que lhes permite, a par de um sistema vascular de contracorrente, manter toda a produção de

espermatozoides a temperaturas ligeiramente inferiores (35-36°C) às do resto do organismo.

Grande parte dos conhecimentos científicos recentes em matéria de avaliação dos efeitos dos fatores ambientais na saúde reprodutiva, e bem assim na infertilidade, advém de estudos com animais. O grupo de investigação em Saúde Pública e Ecotoxicologia do DB da UAc levou a cabo um estudo de campo, em contexto real, para avaliar os efeitos na saúde reprodutiva de alguns fatores ambientais associados ao vulcanismo, usando como modelo o ratinho doméstico (“murganho”) (Figura 1). O contexto ambiental selecionado foi a Vila das Furnas, um “laboratório natural” em matéria de ambiente vulcânico, e entre os fatores mais relevantes considerados estiveram alguns metais pesados, a elevada concentração de dióxido de carbono e a elevada temperatura do solo.

Como termo de comparação foi usada uma população de ratinhos de Rabo de Peixe, onde não existem evidências atuais de atividade vulcânica (sem anomalias ao nível da temperatura e da desgaseificação do solo).

Foram estudados ambos os testículos de indivíduos adultos das duas populações e chegou-se aos seguintes resultados: os ratos capturados na Vila das Furnas apresentavam maiores concentrações de Níquel, Chumbo, Rubídio, Crómio e Zinco; menor diâmetro dos túbulos seminíferos (estruturas do testículo onde são produzidos os espermatozoides) e menor quantidade de espermatozoides; maior volume de tecido intersticial fibroso; maior grau de dano testicular e maior número de células em apoptose (morte celular programada) (Figura 2).

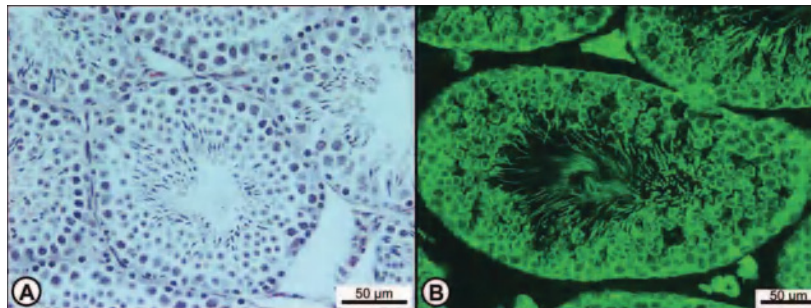


Figura 2 - Túbulos seminíferos de testículo de *Mus musculus*. A – coloração de H/E; B – teste de TUNEL para deteção de apoptose.

Com este trabalho foi possível concluir que os ratinhos das Furnas, por viverem em contacto com o solo e em buracos e outros espaços com baixa taxa de arejamento, cronicamente expostos a baixa disponibilidade de oxigénio (hipoxia), elevadas temperaturas (hipertermia), e elevadas concentrações de alguns metais pesados, apresentam um elevado grau de disrupção do tecido testicular e, conseqüentemente, um nível de fertilidade muito mais baixo que os do grupo não exposto ao ambiente vulcânico. Embora a infertilidade dos ratinhos não seja um problema, esta espécie constitui-se como um interessante modelo para estudar/prever eventuais efeitos ambientais na saúde reprodutiva.

Lactuca watsoniana Trel. a alfacinha açoriana

Elisabete Dias, Luís Silva, Mónica Moura

22 de março de 2015



Dias E. F., Moura M., Schaefer H., Silva, L. (2015), *Seed Sci. & Technol.*, 43: 133-144.

Recentemente, os açorianos começaram a ouvir falar com mais frequência de plantas endêmicas dos Açores, aprenderam a identificá-las e a apreciá-las. Porém, nem todas as plantas endêmicas deste arquipélago são conhecidas da população açoriana.

Um destes casos é a alfacinha, *Lactuca watsoniana* Trel., pertencente à família das Asteráceas, ou seja dos malmequeres e margaridas (Fig.1). Esta planta é uma parente selvagem da alface comum (*Lactuca sativa* L.) que faz parte da nossa gastronomia.



A alfacinha existe apenas em 4 das 9 ilhas do arquipélago (Faial, Pico, Terceira e São Miguel). Sendo uma planta rara e em perigo de extinção foi incluída na lista vermelha da IUCN e no Anexo II da Diretiva Habitats da Comunidade Europeia, encontrando-se protegida pela Convenção de Berna. Considerando esta situação, decorre presentemente um projeto de doutoramento, financiado pela Direção Regional da Ciência e Tecnologia, no centro de investigação CIBIO- InBio Açores, Universidade dos Açores, o qual pretende estudar esta planta a nível da sua germinação, da genética das populações dentro do arquipélago e da sua relação com as restantes espécies do género *Lactuca* a nível mundial. Estas investigações, para além do seu interesse científico geral, poderão servir de base à elaboração de um plano cientificamente adequado para a recuperação desta espécie ameaçada. Uma das medidas essenciais para podermos proteger e conservar esta planta corretamente relaciona-se com tentar compreender quais os fatores que influenciam a sua produção de sementes e posterior germinação das mesmas.

Esta planta "gosta" de clareiras no meio da floresta Laurissilva e de zonas húmidas, geralmente aparece com o seu caule envolvido em musgão (*Sphagnum* sp.) mantendo assim a humidade que necessita ao seu crescimento. Tendo a temperatura apropriada, a luz e a humidade a planta produz



grande número de sementes geralmente entre Agosto e Setembro, as quais estão prontas a germinar quando atingem uma coloração negra (Fig. 2).

Tal como os humanos, as sementes possuem hormonas e compostos naturais que promovem a germinação. Assim, no laboratório utilizam-se reguladores de crescimento e condições que simulam a natureza, de modo a acelerar o processo de germinação.

Foram estudadas diferentes concentrações de uma hormona de crescimento vegetal conhecida por giberelina, diferentes temperaturas e tipos de luz. Como resultado, obtivemos uma percentagem de germinação na ordem dos 90%, em muitos dos tratamentos.

Foi possível assim delinear um protocolo para a germinação destas sementes que permite obter o maior número possível de plantas novas (Fig. 3), evitando que sejam recolhidas sementes das populações naturais que poderiam não germinar sem essas condições ótimas, o que no futuro poderá ajudar a recuperar populações que estejam ameaçadas. Embora tenhamos tido resultados muito bons a nível da germinação das sementes, é necessário ponderar muito bem antes de se proceder à sua colheita e posterior plantação nas populações em risco uma vez que, em estudos anteriores com outras asteráceas endémicas dos Açores como é o caso do patalugo-menor e patalugo-maior (*Leontodon rigens* e *Leontodon filii*), verificou-se que populações entre ilhas e mesmo dentro de cada ilha mostram por vezes diferenças genéticas peculiares, pelo que não se devem misturar plantas que provenham de sítios diferentes. Verificou-se que o mesmo acontece com a alfacinha, havendo diferenças genéticas significativas entre ilhas e entre populações dentro da mesma ilha. Evitando a troca de sementes e de plantas entre ilhas, poderemos evitar a perda destas diferenças genéticas naturais que mantêm a singularidade das populações, que estão adaptadas aos seus habitats e os seus processos evolutivos naturais, fazendo com que os Açores permaneçam um local de excelência para o estudo da biodiversidade vegetal, pois muito ainda está por descobrir. Do mesmo modo, é importante informar a população e controlar as ameaças promovidas pela ação humana, como seja a destruição do habitat destas plantas, evitar o pastoreio de vacas e de cabras nestas reservas naturais e assim proteger o que é nosso. De facto, é comum encontrarem-se plantas de alfacinha que foram parcialmente consumidas por cabras ou coelhos. É imperativo que nós, enquanto Açorianos, protejamos o que é natural e exclusivamente nosso, como são as espécies endémicas dos Açores, de modo a que um dia no futuro os Homens do amanhã possam apreciar a beleza dos Açores e, ao fazer trilhos pedestres, possam observar uma flora endémica açoriana vasta e variada.



Como escolhem as cagarras o seu par?

Cristina Nava, Verónica Neves

14 de junho de 2015



Cerca de 92% das aves são socialmente monogâmicas, isto é, têm apenas um único parceiro durante a época reprodutora. Nos Procellariiformes - ordem de aves marinhas à qual pertencem albatrozes, paínhos e cagarras, entre outras - a monogamia pode durar toda a vida. A elevada duração deste vínculo monogâmico reflecte a minuciosidade com que é feita a escolha de parceiro nesta ordem. Nos Procellariiformes, ambos os sexos participam nos cuidados à descendência durante a época reprodutora e, como tal, a tendência será a de escolher um parceiro que reúna os atributos físicos e/ou genéticos que melhor se relacionem com qualidade individual e parental.

No caso da Cagarra *Calonectris borealis*, os critérios envolvidos na escolha do parceiro



Figura 1 - Aspecto da colónia do Mistério da Prainha (Pico). ©V Neves

começam agora a ser conhecidos como resultado do trabalho desenvolvido pelo Grupo de Aves Marinhas do Departamento de Oceanografia e Pescas (GAM-DOP) da Universidade dos Açores, em colaboração com a Universidade de Vigo (UV). As cagarras são consideradas espécies modelo para estudos de escolha de parceiro pois têm uma elevada fidelidade ao parceiro (aprox. 81.8 a 96.4%), vivem várias décadas e possuem baixa fecundidade. Durante a época reprodutora (Abril a Outubro), ambos os sexos participam na incubação (cerca de 54 dias) e no cuidado às crias (cerca de 90 dias) o que pode levar a uma escolha mútua e ativa de parceiro nesta espécie.

Para além disso, as cagarras exibem dimorfismo sexual quanto ao tamanho corporal; os machos são 5 a 10% maiores do que as fêmeas e cerca de 15% mais pesados, o que pode, novamente, indicar que estes atributos são um resultado de selecção sexual.

Apesar destas particularidades biológicas, Bried e colegas, em 2010, mostraram que cagarras a nidificar no ilhéu da Vila, em Santa Maria, escolhiam parceiros ao acaso em relação a atributos morfológicos.

Verificaram também, com recurso a análises genéticas, que 11% das crias de um dado ninho não eram na realidade do macho desse ninho mas resultavam de copulações extra-casal. Já noutra colónia dos Açores, no Mistério da Prainha, na ilha do Pico, Nava e colegas, em 2014, observaram resultados muito diferentes. Considerando novamente atributos morfológicos de vários casais (peso, comprimento da asa, do taro e do bico), verificou-se que as cagarras que



Figura 2 - Macho de Cagarra *Calonectris borealis*. ©V Neves

nidificam no Mistério da Prainha parecem basear-se no tamanho do bico para escolher o seu parceiro. Especificamente, fêmeas com bico grande preferiam machos com bico pequeno, e vice-versa.

A possível explicação para as diferenças na escolha de parceiro na Vila e no Mistério da Prainha pode estar relacionada com as características das colónias. Na colónia do ilhéu da Vila a competição por ninhos é muito mais intensa do que no Mistério da Prainha. Na Vila, o principal objetivo será o de assegurar um ninho, mas no Mistério da Prainha as aves terão mais tempo para se dedicar à escolha de parceiro.

O padrão de escolha de parceiro encontrado no Mistério da Prainha já foi observado em outras espécies de Procellariiformes, como é o caso do Paíño-de-cauda-forcada

Oceanodroma leucorhoa e da Pardela-do-Pacífico *Puffinus pacificus*.

Escolher um parceiro com um bico de dimensões dissimilares pode estar associado às estratégias de forrageio. Casais com dimensões do bico muito diferentes podem explorar diferentes presas e, assim, reduzir a competição por recursos alimentares.



Figura 3 - Medição do comprimento do bico. ©C Nava

É possível que outros

atributos estejam envolvidos no processo de escolha de parceiro em cagarras, como o odor corporal ou características genéticas. As aves marinhas impermeabilizam e protegem a sua plumagem com um óleo segregado numa glândula localizada na base do dorso, junto à cauda - a glândula uropigial. Este óleo, rico em compostos voláteis, confere às aves um odor muito característico. Atualmente, o GAM-DOP da Universidade dos Açores, em colaboração com a UV, tem em curso o estudo dos compostos voláteis presentes no óleo uropigial das cagarras. Muitas outras questões estão ainda por responder, por exemplo, qual o papel do odor na escolha de parceiro em cagarras? Ou ainda, quais as consequências da escolha de parceiro na qualidade da descendência?

Biodisponibilidade ambiental de iodo

O caso dos Açores

Diana Linhares, Patrícia Garcia, Armindo Rodrigues

17 de janeiro de 2016



Linhares D., Garcia P., Almada A., Ferreira T., Queiroz G., Cruz J. V., Rodrigues, A.S. (2015). *Science of the total environment*, 538: 531-538.

O iodo é um elemento químico essencial para o Homem e para os animais, sendo imprescindível para o normal funcionamento da glândula tiroide. Esta glândula, localizada na parte anterior do pescoço, sintetiza as hormonas tiroxina (T3) e triiodotironina (T4), fundamentais para o desenvolvimento físico e neurológico, bem como para a regulação do metabolismo basal e para a manutenção da temperatura corporal. São várias as consequências de uma insuficiente ingestão de iodo, como o desenvolvimento de bócio e o hipotireoidismo. Contudo, as consequências da carência em iodo são mais relevantes durante o desenvolvimento fetal e infantil, podendo, nos casos mais graves, ocorrer atraso mental e aumento da mortalidade neonatal e infantil.

A nível mundial, a UNICEF estima que cerca de 41 milhões de recém-nascidos esteja sob risco de carência deste elemento e a Organização Mundial de Saúde considera a carência de iodo como a principal causa evitável de doenças mentais e do desenvolvimento, estimando que cerca de 13% da população mundial esteja afetada por doenças causadas pela falta de iodo (Figura 1). Para além da inalação e da absorção cutânea, a dieta é considerada a principal via de obtenção de iodo, sendo as algas, o peixe e os produtos lácteos os alimentos mais ricos neste nutriente. Por outro lado, existem alimentos que, por dificultarem a absorção de iodo, são denominados de goitrogénicos. Entre estes alimentos estão a soja, o milho, a batata-doce e alguns vegetais como o repolho, os brócolos e a couve.

Nos Açores, já na década de 80 do século passado, foi efetuado um rastreio de bócio, na ilha de São Miguel, pela equipa do Dr. Lopes de Oliveira, tendo-se concluído que esta patologia era endémica entre as crianças em idade escolar, uma vez que apresentava taxas de prevalência entre 11% e 41%. Mais recentemente, outros trabalhos liderados pelo Professor Limbert, verificaram uma grande heterogeneidade na concentração de iodo na urina (iodúria) de crianças e de mulheres grávidas, observando-se em alguns casos níveis preocupantes de deficiência em iodo. Cerca de 78% das crianças apresentavam níveis de iodúrias inadequados (<100 mg/L) e 26% níveis de iodúrias severas (<50 mg/L); as iodúrias mais satisfatórias foram obtidas nas ilhas de Santa Maria e Graciosa. Tendo em conta, por um lado, os resultados avançados por estes trabalhos e, por outro, a localização geográfica dos Açores no meio do oceano (o maior reservatório natural de iodo) coloca-se a seguinte questão: como explicar a heterogeneidade de iodúrias entre os habitantes das várias ilhas?

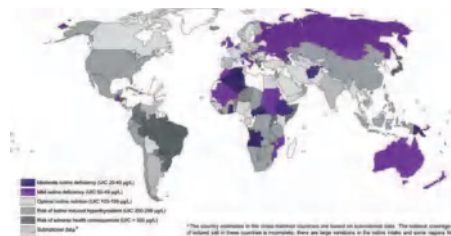


Figura 1 - Distribuição mundial do aporte de iodo através da mediana da concentração do iodo urinário (CIU). Adaptado de Andersson *et al*, 2012.

Assim, o trabalho desenvolvido pelo nosso grupo de investigação procurou caracterizar a disponibilidade ambiental de iodo e o aporte em crianças em idade escolar nas ilhas de São Miguel (Ribeira Quente e Furnas) e de Santa Maria. Os resultados deste estudo apontam para uma menor disponibilidade de iodo ambiental nos solos da ilha de São Miguel quando comparada com a ilha de Santa Maria (14.5 ppm vs. 58.1 ppm), com uma distribuição muito heterogénea nos solos de São Miguel (indo de 0.6 ppm a 53.6 ppm). Concomitantemente, o aporte inadequado de iodo (concentração de iodo na urina <100 mg/L) foi significativamente superior nas crianças de São Miguel relativamente às de Santa Maria (63.0% vs. 37.8%) (Figura 2); observou-se, ainda, que em zonas com menor disponibilidade de iodo nos solos, as crianças têm um risco acrescido em cerca de 5 vezes para manifestar deficiências de aporte de iodo mais severas. Dado que o arquipélago parece reunir características ideais para um bom fornecimento de iodo, como a proximidade ao mar e o aparente consumo regular de peixe e produtos lácteos, a hipótese colocada para as diferenças encontradas está relacionada com fatores climáticos, em particular o regime pluviométrico, a orografia e os ventos predominantes em cada ilha. Estes fatores podem promover ou reduzir a disponibilidade ambiental de iodo e, conseqüentemente, condicionar o aporte deste elemento à população humana. Dada a carência generalizada em iodo na população dos Açores é necessário incrementar o aporte deste elemento através da dieta. Como o teor de iodo nos alimentos difere de acordo com a localização geográfica da sua produção, devido à variação do conteúdo no solo e na água do mar, a via mais comum de suplementação é a substituição do sal normal por sal iodado, nomeadamente em casa e na produção de outros alimentos como o pão. Porém, o iodo pode também ser encontrado em concentrações relativamente elevadas em outros alimentos como os produtos lácteos.

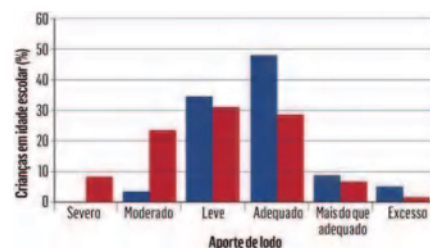


Figura 2 - Percentagem de crianças em idade escolar de acordo com o aporte de iodo na ilha de Santa Maria (azul) e São Miguel (vermelho).

Atendendo a que os Açores contribuem com cerca de 28.4% para a produção nacional de leite, com gado criado em pastagem com uma alimentação à base de produtos naturais, a seleção de leite de vacas que se alimentem em pastagens com solos ricos em iodo levará à obtenção de leite naturalmente enriquecido neste elemento. Deste modo, a valorização de um produto regional como o leite será amplamente benéfica para os consumidores, produtores e economia local, contribuindo para a resolução de um problema de saúde que atinge a maioria dos açorianos, sem promover alterações nos hábitos alimentares, e recorrendo a um produto local.

Quem faz mergulho nos Açores, provavelmente já os viu e, quem sabe, até já lhes tocou. Não mordem e não se mexem por si. Mas, afinal, o que são então rodólitos? Por definição, são nódulos de algas vermelhas coralinas não-geniculadas (ou seja, não-segmentadas) que crescem sob a forma de crosta, geralmente envolvendo um núcleo rochoso ou um fragmento de uma concha, e com um modo de vida livre. O crescimento destas algas calcárias não ramificadas é efectuado por incorporação nas paredes celulares do CO₂ e dos iões de Cálcio que existem dissolvidos na água do mar. Os rodólitos crescem em tamanho de dentro para fora, sob a forma de camadas sucessivas de algas, com as mais recentes a sobrepor-se às mais antigas.

Sendo algas, estes organismos necessitam de luz para realizarem a função fotossintética. Regra geral, os rodólitos são periodicamente rolados por acção das ondas ou correntes de profundidade, ou mesmo por acção voluntária ou não de outros animais (humanos incluídos). Em consequência desta movimentação, a face do rodólito que fica em contacto com o substrato em que aquele assenta recebe menos luz (ou não recebe de todo) e as células aí existentes acabam por morrer; já as células que estão no topo do rodólito e nos lados continuam a crescer, pois conseguem receber luz. A movimentação periódica do rodólito (maior em locais com maior hidrodinamismo e em locais menos profundos) provoca um crescimento mais ou menos uniforme em todas as suas faces. Assim, rodólitos recolhidos a baixa profundidade geralmente possuem uma forma arredondada, ao passo que rodólitos recolhidos a maior profundidade possuem uma forma mais alongada, pois rolam somente ao longo de um eixo.



Figura 1 - Acumulação de rodólitos fósseis na jazida da Malbusca (Santa Maria). Rebelo *et al.* (2016)

A particularidade de possuírem carbonato de cálcio nas suas paredes celulares, bem como o facto de crescerem sob a forma de crostas, faz com que, ao invés das algas segmentadas, os rodólitos facilmente fossilizem, constituindo, a exemplo de diversos grupos animais com estruturas calcificadas (ex: moluscos marinhos, ouriços-do-mar), excelentes “arquivos ambientais” para os paleontólogos.

Nos Açores, existem actualmente 18 espécies de algas calcárias, 3 das quais surgem em rodólitos recentes. Estudos recentes realizados pela bióloga/paleontóloga Ana Rebelo,

prestes a defender a sua tese de Doutoramento na Universidade dos Açores, indicam a ocorrência de 8 espécies de algas calcárias construtoras de rodólitos no registo fóssil de Santa Maria, há cerca de 4 Ma (milhões de anos).

Mas, afinal, qual a utilidade destes estudos? Qual a importância de conhecermos onde, em que quantidade e a que profundidade estão os rodólitos em ilhas oceânicas, por exemplo, nos Açores?

É sabido que a acumulação de rodólitos nos fundos submarinos em determinados locais do mar Mediterrâneo e das Caraíbas chega a ultrapassar os 10 m de espessura, sendo estes aglomerados conhecidos por fundos de “maërl” (lê-se meerl). De acordo com a Convenção OSPAR (Convenção para a Proteção do Meio Marinho do Atlântico Nordeste), o termo maërl designa várias espécies de algas vermelhas calcárias que vivem em fundos de rochas sedimentares. Tal como os corais, estas algas possuem um crescimento muito lento e contribuem para a fixação de grandes quantidades de CO₂ dissolvido na água, assim mitigando o actual efeito de estufa. Do ponto de vista biológico, este tipo de habitats é conhecido por ter uma das mais elevadas biodiversidades marinhas, aí se encontrando uma multitude de organismos desde autótrofos (ex: macroalgas), a herbívoros (moluscos e equinodermes), predadores, detritívoros, omnívoros e parasitas. Estes habitats são também muito importantes para a pesca, uma vez que são locais de crescimento para os juvenis de espécies de peixes com interesse comercial.

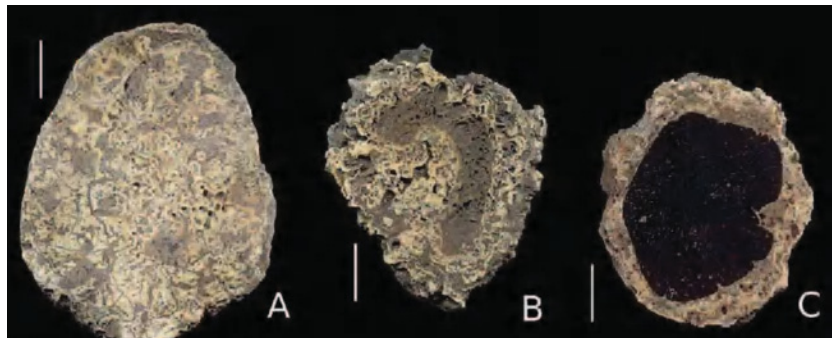


Figura 2 - Interior dos rodólitos, vistos em corte transversal. A – rodólito não-nucleado, com o interior formado pela própria alga; B – rodólito com núcleo de uma concha; C - rodólito com núcleo de seixo rolado de basalto. Escalas de A-C = 2 cm (Rebelo, 2010)

Não admira assim que os habitats de maërl estejam protegidos, nomeadamente pela Directiva Habitats e pela Convenção de Berna. Nos Açores, conhecem-se registos de rodólitos recentes no Pico, São Miguel e em Santa Maria. No entanto, não é conhecida a extensão dos fundos de maërl em nenhuma das ilhas, estando actualmente a ser preparada uma candidatura a um projecto de investigação que colmate esta lacuna.

Quanto aos rodólitos fósseis, as espécies que os formam e a análise química dos elementos vestigiais existentes nas paredes que compõem as células destas algas fossilizadas permitem validar reconstruções paleoambientais, bem como deduzir factores muito importantes tais como a paleopropriedade de deposição dos rodólitos ou a maior ou menor proximidade à linha de costa na altura em que os rodólitos se formaram.

Conhecer para proteger

Monitorização da distribuição e abundância de artrópodes endémicos das florestas naturais dos Açores

Paulo Borges

8 de maio de 2016



Borges P.A.V., Rigal F., Ros-Prieto A., Cardoso P. (2020). *Insect Conservation and Diversity*, 13: 508-518.

Matthews T., Sadler J.P., Carvalho R., Nunes, R., Borges, P.A.V. (2019). *Ecography*, 42: 45-54.

Os artrópodes (centopeias, aranhas, insectos, etc.) constituem os animais mais diversos e abundantes no planeta e também nos Açores. Conhecem-se actualmente cerca de 2332 espécies diferentes de artrópodes nos Açores, sendo cerca de 266 endémicas do arquipélago. i.e. apenas ocorrem nos Açores sendo um valioso património das nossas ilhas. Estes pequenos animais são extremamente úteis para os ecossistemas contribuindo para a estrutura dos solos, decomposição de matéria orgânica, controle de pragas, polinização, herbivoria e servem ainda de alimento a muitas espécies de outros invertebrados e vertebrados.

Infelizmente uma fracção assinalável das espécies de artrópodes dos Açores encontram-se ameaçadas por vários factores, sendo de realçar a fragmentação dos habitats, alterações climáticas e as espécies invasoras. Algumas das espécies de artrópodes endémicas dos Açores estão já extintas e muitas sob uma real ameaça de extinção.

No âmbito do Projecto NETBIOME – ISLANDBIODIV, iniciámos nos Açores uma colaboração sem precedentes com diversas organizações ambientais dos Açores para realizar um Estudo Ecológico de Longa Duração nas florestas naturais de várias ilhas açorianas. Este estudo tem como objetivo monitorar a fauna de insectos voadores para monitorizar o impacto das alterações climáticas na produtividade das florestas nativas dos Açores. O nosso objectivo é monitorizar essas florestas quatro vezes por ano, seguindo a sua variação sazonal durante os próximos anos, dentro do Horizonte 2020.

Para realizar esta tarefa estamos a utilizar armadilhas SLAM (ver figura anexa) cuja instalação foi realizada nas seguintes áreas: Pico Alto em Santa Maria; Graminhais, Tronqueira e Furnas na ilha de S. Miguel; Galhardo, Caldeira St. Bárbara, Terra-Brava e Rocha do Chambre na ilha Terceira; Caldeira do Faial, Cabeço do Fogo e Pedro



Miguel na ilha do Faial; Caveiro, Lagoa do Caiado e Mistério da Prainha na ilha do Pico; Caldeira Funda e Morro Alto na ilha das Flores; e ainda na Caldeira e Caldeirinhas na ilha da Graciosa. Este estudo é possível devido a uma colaboração sem precedentes entre o Grupo da Biodiversidade dos Açores (cE3c) da Universidade dos Açores e os Parques Naturais das ilhas de Santa Maria, Terceira, Faial, Pico, Graciosa, Flores, o Jardim Botânico do Faial e do Centro de Monitorização e Investigação das Furnas.

Após quase quatro anos de monitorização na ilha Terceira e cerca de dois anos nas outras ilhas, alguns dos resultados mais relevantes são os seguintes:

- O grau de qualidade ambiental das nossas florestas naturais aumenta de qualidade com a altitude;

- Os locais mais prístinos dos Açores estão localizados na Caldeira da Serra de Santa Bárbara, Terra-Brava (Ilha Terceira); Caveiro, Mistério da Prainha (Ilha do Pico); Morro Alto e Pico da Sé (Ilha das Flores);
- As comunidades de artrópodes diferem marcadamente entre as várias estações do ano, sendo que a maior actividade das espécies verifica-se consistentemente no período de verão entre Junho e Setembro;
- Entre os artrópodes estudados dominam os percevejos (Hemiptera) e as aranhas (Araneae), sendo as espécies mais abundantes endémicas ou nativas dos Açores;
- As dez espécies mais abundantes possuem 75% dos indivíduos da comunidade, sendo fundamentais para processos como a herbivoria e predação nas comunidades das copas;
- As espécies exóticas estão mal representadas nestas comunidades das copas das árvores na ilha Terceira, sinal que estas comunidade de altitude estão ainda bem preservadas.



Os desafios que temos pela frente em termos de conservação da biodiversidade dos Açores são enormes. Observa-se uma gradual degradação das áreas de vegetação nativa entre os 500 e 700m de altitude devido ao avanço da espécie de planta invasora *Hedychium gardneranum* (conreira ou roca-de-velha). Os impactos deste processo estão ainda por quantificar, mas as evidências mostram que podem ser dramáticos para as comunidades de artrópodes do solo.

De facto, foi recentemente demonstrado que várias espécies de insectos se extinguíram nos Açores nas últimas décadas, a maior parte delas especialistas do solo e com um tamanho do corpo maior do que a média.

De Mendel à genómica

A genética humana no século XXI

Manuela Lima

22 de janeiro de 2017

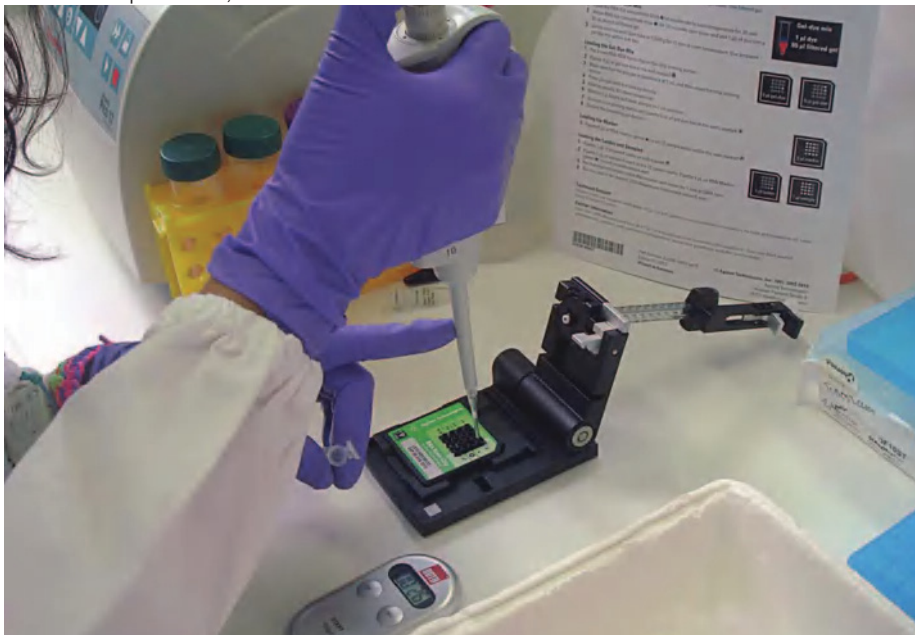


Em 1988, o governo dos Estados Unidos da América, através do Departamento de Energia e do Instituto Nacional de Saúde (NIH), lançou as bases do que viria a ser um dos projetos científicos com maior impacto na história da Humanidade: o projeto do genoma humano (PGH). Este projeto, desenvolvido com o propósito de conhecer a informação genética total das células humanas (ou seja, o nosso “genoma”) tinha 3 grandes objetivos: (1) determinar a sequência do genoma humano, (2) identificar todos os genes humanos e (3) depositar a informação obtida em bases de dados públicas. Todo um passado de descobertas foi determinante na possibilidade de levar a termo o PGH: na base de todas elas, a redescoberta, no início do século XX, do trabalho pioneiro de Gregor Mendel (1822-1884), considerado o “pai” da Genética. De entre as inúmeras descobertas cruciais para os avanços da Genética, deve ser também destacado o reconhecimento do ácido desoxirribonucleico (DNA) como material hereditário e a determinação da sua estrutura, bem como a descoberta do código genético. O desenvolvimento posterior de várias metodologias de análise do material genético, nomeadamente da sequenciação automática do DNA, providenciou os alicerces de todo o projeto, que foi dado como concluído em 2004. Uma parte importante do trabalho que derivou do PGH centrou-se na descrição das variantes presentes no nosso genoma, com o objetivo de construir uma espécie de “catálogo” da variação genética humana. Sabemos hoje que o DNA humano é cerca de 99% idêntico entre indivíduos; o residual de variação (cerca de 1%) encerra, todavia, informação crucial sobre múltiplos aspetos, permitindo, por exemplo, a identificação individual, ao nível molecular, tal como a que é efetuada nos testes de paternidade ou nas peritagens de criminalística. No domínio biomédico as implicações do PGH e de todo o progresso que se seguiu implicaram a mudança de uma genética “clássica” para uma nova genética, ou seja, a passagem de uma dimensão “genética” para uma dimensão “genómica”, em que toda a informação contida nas nossas células pode ser investigada simultaneamente.

Na era pré PGH a genética humana, na sua vertente biomédica, estava tradicionalmente dedicada a doenças de determinação genética direta, nomeadamente aquelas que dependem de alterações num único gene (classicamente entendido como um segmento do DNA que codifica um produto funcional); exemplos de tais doenças incluem a fibrose cística, a hemofilia ou a doença de Machado-Joseph, entre muitas outras. Os avanços derivados do desenvolvimento do PGH obrigaram a admitir que, mesmo no caso destas patologias “geneticamente determinadas”, existem aspetos de grande complexidade, tais como situações nas quais doentes com um mesmo gene alterado mostram doenças diferentes”, ou seja, apresentações clínicas distintas. Os progressos da genómica, decorrentes do desenvolvimento do PGH, estão, neste momento, a ajudar os investigadores a identificar os fatores genéticos que podem explicar tal variabilidade entre doentes.



A compreensão crescente das bases moleculares das doenças permitiu que ao conceito de “genes causais” (aqueles que quando alterados causam diretamente doença) juntou-se a ideia de “genes de suscetibilidade” ou de “predisposição”, definindo-se como variantes genéticas que combinadas entre si e em presença de determinadas condições ambientais potenciam a ocorrência de patologia. Uma parte das doenças “comuns” (ditas multifatoriais), responsáveis por uma fração assinalável da morbilidade e mortalidade a nível mundial, tem efetivamente a sua variação explicada parcialmente pelos genes, aos quais se junta a interação com o ambiente. Por exemplo, a pergunta “A doença de Alzheimer (DA) é hereditária?” não tem apenas uma resposta. Senão vejamos: a maioria dos casos de DA é de etiologia multifatorial, sendo conhecidos, para além de fatores ambientais, alguns genes que incrementam o risco de a desenvolver, tal como o gene da Apolipoproteína E (*APOE*). Porém, uma fração reduzida dos casos de DA (~10%) é geneticamente determinada. Doentes com esta forma de DA apresentam frequentemente inícios mais precoces, bem como severidades mais acentuadas.



Que expectativas podemos ter na aplicação biomédica dos conhecimentos ao nível genómico? Claramente o seu aproveitamento na área dos cuidados de saúde, com uma aposta na prevenção: indivíduos de alto risco genético poderão ser seguidos de um modo diferenciado relativamente a sujeitos de baixo risco, podendo alterar hábitos de vida em conformidade. Para já, os fatores genéticos identificados para as doenças multifatoriais correspondem a uma fração muito reduzida do risco genético total. Contudo, esta situação deverá ser ultrapassada à medida que as abordagens de análise do genoma inteiro se vulgarizam e se tornam mais acessíveis aos grupos de investigação.

A aplicação da dendrocronologia na gestão de florestas invadidas pelo incenso (*Pittosporum undulatum*)

Lurdes B. Silva

16 de abril de 2017



Borges Silva L., Teixeira A., Azevedo E. B., Alves M., Elias R. B., Silva, L. (2018). *Biomass and Bioenergy*, 109: 155-165.

As espécies exóticas invasoras representam uma ameaça à biodiversidade, especialmente em ecossistemas isolados, como as ilhas, podendo os seus impactes intensificar-se devido à expansão do comércio, dos transportes, do turismo e das alterações climáticas.

Nos Açores, o incenso (*Pittosporum undulatum*), espécie nativa da Austrália, foi introduzido no arquipélago no século XIX, para a edificação de sebes em pomares de laranjeira. Durante os últimos 100 anos, o incenso dispersou por uma vasta gama de habitats, ocupando atualmente cerca 24.000 ha do total de 62.981 ha da cobertura florestal Açoreana.

Presentemente, não existem recursos disponíveis para controlar a invasão. No entanto, tem estado a decorrer um projeto que tem como intuito valorizar o potencial da biomassa como um instrumento de gestão do incenso. Este projeto de doutoramento orientado pelos professores Luís Silva, Rui Elias e Mário Alves da Universidade dos Açores foi financiado pela NaturalReason Lda, empresa que se dedica à produção de pellets de madeira, um combustível sólido gerado a partir de biomassa florestal.

A fim de avaliar a biomassa disponível nas ilhas de São Miguel, Terceira e Graciosa, foram utilizadas duas abordagens. Por um lado, o desenvolvimento equações que relacionam diversas variáveis dendrométricas (altura da árvore, diâmetro à altura do peito, número de ramos) com a biomassa disponível, dentro de uma margem de erro aceitável. Por outro lado, utilizou-se a dendrocronologia, ciência que analisa os anéis de crescimento presentes na madeira, de forma a estimar as idades e taxas de crescimento das árvores. Em muitas espécies lenhosas é possível identificar na madeira anéis de crescimento, resultantes de diferenças anatómicas entre a madeira produzida no início e no final da estação de crescimento. Desse modo, em geral, é possível distinguir o crescimento anual do tronco em diâmetro, e determinar a idade da árvore através da contagem do número de anéis.



Figura 1 - Utilização de cortes transversais do tronco para a recolha de cilindros de madeira e utilização de uma sonda de Pressler para a recolha de amostras radiais a partir do tronco de árvores de incenso, no sentido de estimar a idade das árvores, as taxas de crescimento e o período de rotação, com o intuito de avaliar a biomassa disponível para a valorização energética.

Nas últimas décadas, as aplicações potenciais da dendrocronologia abrangem diversos contextos, desde a gestão florestal em florestas de produção, até a conservação da natureza, passando pelo estudo do clima. É uma metodologia poderosa para uma

avaliação rápida da produtividade florestal em diferentes estádios e ecossistemas florestais. Especificamente, a sua aplicação é adequada para avaliar a produtividade anual de biomassa. Os gestores florestais e as empresas ligadas às bioenergias, necessitam de estimativas e projeções da produção de biomassa e das taxas de crescimento dos povoamentos florestais.

A gestão sustentável dos povoamentos florestais exigirá estimativas do período de rotação, baseadas nas taxas de crescimento. O período de rotação representa o número de anos que passaram entre o estabelecimento do povoamento e a sua colheita no final do período de crescimento ou regeneração.

No entanto, a estimativa das taxas de crescimento anuais em plantas lenhosas requer a existência de anéis de crescimento anuais distintos. Os padrões sazonais no número, dimensão e formadas fibras da madeira foram relativamente fáceis de distinguir no caso do incenso.

A análise dos anéis de crescimento foi feita com base em dois tipos amostras: cilindros de madeira obtidos a partir de cortes transversais do tronco e amostras radiais obtidas usando uma sonda de Pressler. A utilização de amostras efetuadas na base das árvores e à altura do peito permitiu estimar uma taxa de crescimento radial de 0.38 cm por ano com uma média de 8 anos necessários para atingir a altura do peito e um período de rotação de 26 anos para atingir um diâmetro médio de 7 cm, que se encontra atualmente nos povoamentos. Este tratamento global efetuado aos dados descritos acima permitiu estimar que o total anual de biomassa disponível varia entre 1570 e 11.903 toneladas por ano, na Terceira e em São Miguel, respetivamente.



Figura 3 - Contagem dos anéis de crescimento, através da análise macroscópica da madeira de incenso.

Os métodos desenvolvidos e os resultados obtidos podem ser usados para gerir projetos de valorização de biomassa, mas também para melhor perceber a dinâmica da invasão em áreas dedicadas à conservação. Se esta valorização for coordenada com as autoridades ambientais e com o sector privado, será possível controlar o incenso em áreas-alvo, ao usá-lo de forma sustentável como um recurso florestal. Uma gestão integrada incluiria: i) erradicação local em áreas de biodiversidade; e ii) valorização energética em áreas dedicadas ao uso sustentável (produção de mel, composto e biomassa).

Iodo e Selénio na linha da frente como minerais essenciais. Será que ingerimos o suficiente?

Diana Linhares

15 de outubro de 2017



O Iodo e o Selênio são oligoelementos essenciais para a saúde humana, nomeadamente para o funcionamento da glândula tiroide e regulação metabólica. O Iodo é fundamental no processo de regulação da produção das hormonas da tiroide T3 e T4, e a carência deste elemento está associada ao desenvolvimento de bócio, a atrasos no desenvolvimento cognitivo e aumento da mortalidade neonatal e infantil; o Selênio desempenha um papel fundamental na atividade biológica de enzimas como a glutatona peroxidase, que protege o organismo de danos oxidativos, e no metabolismo da tiroide prevenindo o desenvolvimento de doenças autoimunes como a Doença de Hashimoto (hipotireoidismo) e a Doença de Graves (hipertireoidismo).

Apesar da evidente necessidade do consumo adequado destes oligoelementos, o seu aporte apresenta uma distribuição global irregular, estimando-se que cerca de 60% da população europeia não obtenha a quantidade de Iodo recomendada pela OMS (100µg/dia) (Figura 1). Estudos recentes demonstram também que a média de consumo de Selênio na Europa é de 40µg/dia, significativamente abaixo da dose diária recomendada de 50-60µg/dia, sendo que cerca de 20% da população apresenta um aporte deficitário deste elemento essencial; verifica-se ainda que em países como a Finlândia, onde desde 1985 é obrigatório o uso de fertilizantes enriquecidos em Selênio, o aporte nesta população apresenta-se como um dos mais elevados da Europa (Figura 2).

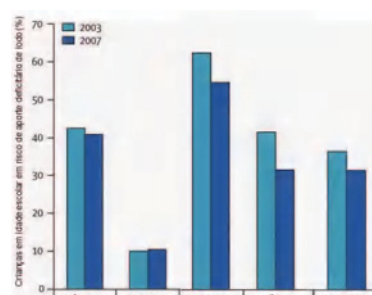


Figura 1 - Prevalência de carência de iodo em crianças em idade escolar (definida como uma concentração de iodo urinário <100 µg /L) pelas regiões da OMS e em todo o mundo, 2003-07 (Zimmermann M., 2008)

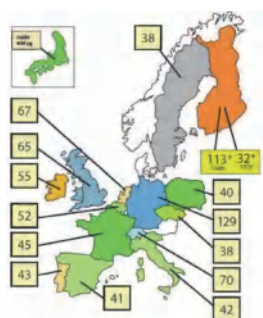


Figura 2 - Aporte diário de selênio através da dieta (µg/dia) (Rayman M.P., 2012)

Relativamente aos Açores já foi evidenciado, em vários estudos, que a população adulta e infantil apresenta, na sua generalidade, um aporte deficitário de Iodo correspondendo a cerca de 50% das grávidas e 80% das crianças em idade escolar; esta carência no aporte de Iodo, resulta da heterogeneidade na distribuição deste elemento no solo. Fatores ambientais e geológicos como a orografia e o índice de pluviosidade das ilhas poderão explicar a irregularidade deste elemento no solo, uma vez que, poderão contribuir para um aumento da lixiviação dos solos. Contrariamente ao Iodo, para a disponibilidade e aporte do Selênio na população humana não existem estudos desenvolvidos na região.

Como estes oligoelementos são fundamentais para a saúde humana, têm sido desenvolvidas mundialmente diversas estratégias de combate ao baixo aporte, nomeadamente através da suplementação nutricional. Esta suplementação tem constado, por exemplo, da distribuição de cápsulas de óleo iodado e da adição de fermentos ricos em Selênio na alimentação dos animais de consumo doméstico. Todavia,

a região dos Açores apresenta-se como o cenário ideal para uma suplementação natural recorrendo ao consumo de produtos locais como o leite.

O leite é reconhecido como uma boa fonte de suplementação de Iodo e Selénio, assumindo uma relevância acrescida no contexto económico regional, onde a produção leiteira representa cerca de 28.4% do total da produção nacional, sendo 63.7% dessa contribuição da Ilha de São Miguel. Considerando um estudo recente desenvolvido pelo nosso grupo de investigação que demonstrou uma distribuição muito irregular de Iodo nos solos da ilha de São Miguel, variando entre 0.6 ppm e 53.6 ppm e, uma vez que, o gado açoriano é criado ao ar livre, com uma dieta quase 100% natural resultante de erva de pastagem, é importante avaliar a disponibilidade ambiental de Iodo e Selénio e o seu reflexo nos produtos lácteos.

Para avaliar a disponibilidade e a biodisponibilidade de Iodo e Selénio está em desenvolvimento um programa de monitorização ambiental denominado **“Biodisponibilidade ambiental de Iodo e Selénio em ambiente vulcânico: solo, erva de pastagem e leite da ilha de São Miguel, Açores”** com o acrónimo *Lactis+* que constituirá uma ferramenta que, fornecerá informação atualizada sobre a disponibilidade de Iodo e Selénio nas pastagens selecionadas (solo, erva e leite). A identificação de áreas com elevada disponibilidade de Iodo e Selénio garantirá um aporte adequado aos animais em pastoreio refletindo-se nas características do leite aí produzido. Este leite, com níveis mais elevados de Iodo e Selénio, constituirá um bom meio de contribuição para uma ingestão adequada destes elementos essenciais, particularmente em bebés e crianças.

O desenvolvimento de um leite *premium*, naturalmente enriquecido em Iodo e Selénio, contribuirá não só para a melhoria da economia agrária, com o uso mais eficiente dos recursos na produção de um produto natural com valor acrescentado para a economia local, mas também, para um aumento na qualidade da saúde da população em geral.

A fasciolose é uma zoonose helmíntica causada pelos trematodes *Fasciola hepatica* na Europa, na Costa do Golfo dos Estados Unidos da América (EUA) e na Costa Oeste dos EUA, *Fasciola gigantica* na Ásia oriental e África tropical, e *Fascioloides magna* no Canadá, na Costa Golfo dos EUA, Região dos Grandes Lagos dos EUA e no noroeste dos EUA. É uma parasitose que atinge diversas espécies de mamíferos, nomeadamente bovinos, caprinos, suínos, leporídeos e até o próprio Homem, constituindo um grande fator de preocupação para todos os que se encontram ligados à agropecuária e à saúde pública. A nível mundial, a fasciolose causa perdas anuais que se aproximam dos 2.5 biliões de euros para os produtores de gado e para as indústrias alimentares.

Na Europa, esta parasitose destaca-se na Irlanda, onde as perdas económicas rodam os 90 milhões de euros para a indústria irlandesa. Estas perdas estão normalmente associadas à produção de carne (20%) e de leite (8%). As perdas económicas também estão associadas à rejeição de fígados nos matadouros, atingindo taxas de rejeição de 50%.

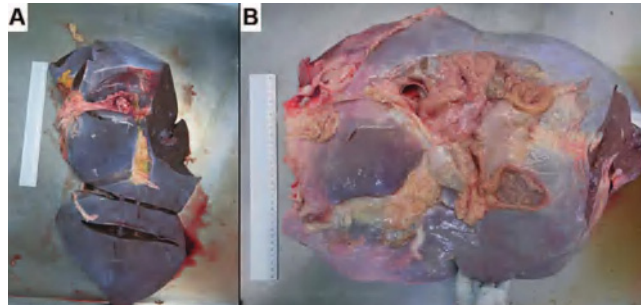


Figura 1 - Fígado Saudável (A); Fígado com fasciolose (B) (Graduação da régua: 30 cm) (© Ricardo Barbosa).

Em Portugal, mais concretamente na ilha de São Miguel, Açores, os primeiros casos de fasciolose bovina foram detetados em 1962 devido a uma introdução de ovinos portadores do parasita *F. hepatica* provenientes do continente português em 1957. A existência do caracol de água doce *Galba* (= *Lymnaea*) *truncatula* proporcionou à *F. hepatica* a possibilidade de completar o seu ciclo de vida e de assim se propagar.

Além das excelentes condições para a produção pecuária, S. Miguel apresenta zonas com um relevo morfológico elevado, proporcionando a ocorrência de chuvas orográficas, o que faz com que o ciclo biológico da fasciolose esteja assegurado. Dado que na maioria das explorações se pratica a bovinicultura e que são reduzidos os efetivos caprinos e suínos, o gado bovino assume-se como o hospedeiro final por excelência de *F. hepatica*. Tendo isto em conta e uma vez que as lesões por fasciolose podem ser detetadas macroscopicamente nos ductos biliares do fígado, realizou-se um estudo no Matadouro de São Miguel, nos anos de 2015 e 2016, sobre a ocorrência de fasciolose nos bovinos leiteiros, em que o objetivo principal foi a determinação das áreas geográficas (freguesias e explorações) mais afetadas por esta parasitose. Este foi o grupo de bovinos escolhido, pois é neste grupo que a fasciolose surge fortemente representada, dado que animais

desta categoria vivem em regime de pastoreio durante todo o ano e apresentam a maior taxa de longevidade.

No que diz respeito aos resultados e relativamente aos fígados, são claras as diferenças entre um fígado saudável (aprovado para consumo) (Fig. 1A) e um fígado rejeitado para consumo por apresentar fasciolose e cujas lesões são de grau intenso (Fig. 1B).

A distribuição anual das vacas com fasciolose permitiu agrupá-las, segundo uma escala de cores, em 8 categorias diferentes, tendo como base a percentagem de explorações afetadas. As freguesias sem qualquer registo (0%) foram assinaladas pela cor branca e as freguesias com registos superiores a 60% foram assinaladas por um vermelho mais intenso. Deste modo, os resultados obtidos revelam que a fasciolose se encontra relativamente disseminada por toda a ilha de S. Miguel, com especial destaque na metade oriental (Fig. 2). A taxa média de infeção no ano de 2015 foi de 1.6% com uma prevalência nas explorações de 8.5%. Em 2016, a taxa média de infeção aumentou para 2.7% e a prevalência nas explorações também aumentou para 13.2%. Estes valores revelam um acréscimo da prevalência, o que pode representar maiores perdas económicas para a Região, tornando-se fundamental a divulgação desta informação junto dos agricultores e dos produtores de gado.

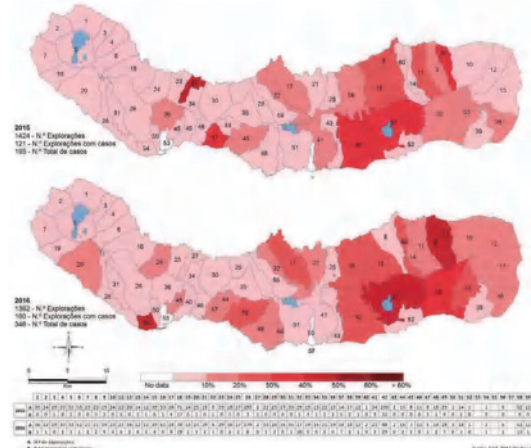


Figura 2 - Distribuição geográfica pela ilha de São Miguel dos casos de fasciolose bovina observados no Matadouro de São Miguel em 2015 e 2016.

No entanto, atendendo ao facto de não haver estudos relativos a esta zoonose nas restantes ilhas do arquipélago, isso não impede a existência de casos, dado que neste estudo se observaram 14 fígados com fasciolose de animais oriundos da ilha das Flores. Salienta-se que todos estes 14 animais viveram todo o seu tempo de vida nesta ilha, o que significa que a fasciolose não é uma parasitose endémica da ilha de S. Miguel e já abrange outras ilhas, contrariamente ao que era anunciado. Deste modo, seria de extrema importância alargar este estudo às restantes ilhas do arquipélago.

Em suma e atendendo aos resultados obtidos, a questão que se coloca é a seguinte: A fasciolose bovina nos Açores: uma doença emergente ou reemergente?

Resistência a antibióticos

Um problema de saúde pública, animal e ambiental

Carolina Parelho, Armindo Rodrigues, Patrícia Garcia

8 de abril de 2018



Silva V., Peixoto F., Igrejas G., Parelho C., Garcia P., Carvalho I., Pereira J., Rodrigues A., Poeta P. (2018). *International Journal of Environmental Research*, 12(1): 39-44.

A resistência aos antibióticos é uma ameaça emergente à saúde que necessita de um esforço global para combater os riscos para a saúde humana, animal e ambiental.

A produção de resistência ocorre quando um antibiótico perde a capacidade de controlar eficazmente o crescimento de um grupo de bactérias para o qual foi criado, sendo que estas continuam a multiplicar-se, mesmo na presença de doses terapêuticas do fármaco. O desenvolvimento de resistência é um fenómeno natural que resulta da pressão selectiva exercida pelo uso de antibióticos.

As bactérias podem ser naturalmente resistentes aos antibióticos ou podem adquirir resistência por duas vias: 1) por mutação genética ou 2) por aquisição de genes de resistência de outra bactéria. Uma bactéria resistente a antibióticos passa esta característica às gerações seguintes, formando-se uma população resistente. A presença do antibiótico funciona como um agente de pressão selectiva, inibindo a actividade de bactérias susceptíveis e favorecendo a sobrevivência de estirpes resistentes. Este é um clássico exemplo da teoria da selecção natural de Charles Darwin.

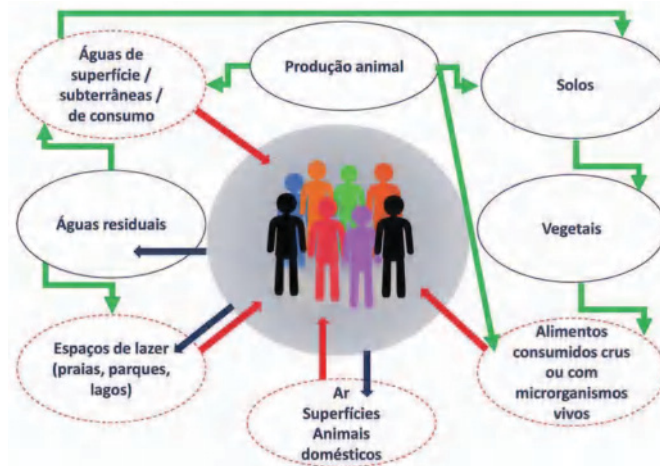


Figura 1 - Interações bacterianas/genes de resistência a antibióticos no ambiente e nos humanos. Azul (contaminação ambiental resultante dos humanos); vermelho (vias de retorno); verde (vias de disseminação entre compartimentos ambientais). Adaptado de Manaia, C.M., 2016

A atual crise global em torno da resistência a antibióticos prende-se com a sua expansão muito acelerada, em parte devido à utilização inadequada destes fármacos em meio clínico e agrícola, ameaçando as décadas de avanço em matéria de saúde humana e animal. O uso de antibióticos no tratamento e prevenção de infecções bacterianas foi um importante marco na história da medicina, possibilitando o tratamento de infecções outrora fatais e viabilizando intervenções invasivas (cirurgias) de elevado risco de infecção. A sua utilização em animais (aquáticos e terrestres) tem sido essencial para garantir a saúde, segurança e produtividade. No entanto, a sua utilização durante décadas começa agora a revelar efeitos nefastos muito visíveis.

Atualmente deparamo-nos com um cenário apocalíptico - a era pós-antibiótico, onde doenças outrora tratáveis não respondem a antibióticos, onde pequenas infecções

tornam-se fatais. Estima-se que anualmente morram cerca de 700 000 pessoas devido a bactérias resistentes a antibióticos (relatório de O'Neill, 2014) e especula-se que até 2050 este número aumente para 10 milhões.

A ampla dispersão de bactérias resistentes a antibióticos e genes de resistência no ambiente confere-lhes hoje o estatuto de contaminante ambiental. Os reservatórios de genes de resistência são populações bacterianas submetidas à pressão de seleção exercida pelos antibióticos, e estão, portanto, presentes em todos os ambientes onde os antibióticos são utilizados. As bactérias resistentes podem encontrar-se em três compartimentos: meio ambiente (no solo e água); no Homem (particularmente em meio clínico); e nos animais (os antibióticos são utilizados não só para fins terapêuticos, mas também profiláticos).

A ocorrência de contaminantes ambientais decorrentes da actividade humana (como os produtos farmacêuticos) é uma realidade inevitável. Porém, quando o contaminante é um organismo vivo (e.g. bactérias com resistência a antibióticos), há um risco acrescido dado que se pode multiplicar e amplificar o efeito. Por exemplo, estudos demonstram que as estações de tratamento de águas residuais domésticas (ETAR), mesmo com um correcto funcionamento, podem libertar para o ambiente mais de mil milhões de bactérias de origem entérica resistentes a antibióticos, contaminando os solos e a água. O ambiente torna-se um importante reservatório de genes de resistência a antibióticos, podendo estas bactérias contaminar os vegetais para uso alimentar e a vida selvagem. Através das suas rotas migratórias, os animais selvagens podem representar importantes veículos de dispersão de resistência entre zonas longínquas.

Este fenómeno pode desenvolver-se e movimentar-se entre animais e humanos por exposição direta aos antibióticos, ou através da cadeia alimentar e do ambiente. A Organização Mundial de Saúde apela a uma abordagem integrada - *One Health approach* – (ONU, 2014) como forma de controlar a ocorrência e dispersão de resistência a antibióticos entre compartimentos (Figura 2), evitando as suas consequências na saúde humana. Apesar de se saber que a contaminação tem origem (essencialmente) em animais e humanos, se e como esta contaminação retorna aos humanos são questões por esclarecer. Facto é que uma maior abundância de bactérias resistentes a antibióticos no ambiente contribui para aumentar a probabilidade de transmissão destas aos humanos e, nesse aspeto, estaremos sempre vários passos atrás delas (bactérias).

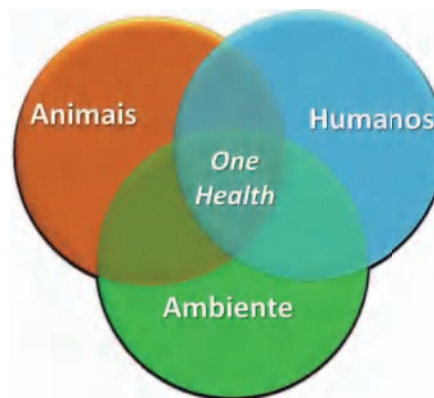


Figura 2 - Abordagem integrada "One Health Approach", apresentada pela FAO no Plano de Ação para a Resistência a Antibióticos, 2016-2020

Caminhar sobre as águas

Verónica Neves

17 de junho de 2018



Imaginem que têm na mão um iPhone 7. Leve, não é? Tão leve que é difícil imaginar que a massa desse objecto corresponde sensivelmente ao peso de uma família de páinho-de-Monteiro; dois adultos e uma cria voadora. O páinho-de-Monteiro é a mais pequena ave marinha dos Açores, pesando apenas entre 35 e 60 g; mas nem por isso está à mercê do vento. O seu nome latino *Hydrobates monteiroi* tem origem no grego antigo e junta as palavras “hydro” – água - e “batis” – indivíduo que caminha, remetendo para a forma como esta ave parece caminhar sobre as águas quando se alimenta. O nome da espécie é ainda uma justa homenagem ao investigador que dedicou a sua vida à proteção do ambiente e ao estudo das aves marinhas dos Açores, Luís da Rocha Monteiro (1962-1999). Celebra-se este ano uma década desde que o páinho-de-Monteiro foi oficialmente descrito como uma nova espécie endémica dos Açores. Várias foram as diferenças que levaram à distinção em relação ao seu congénere páinho-da-Madeira (*Hydrobates castro*), incluindo, entre outras, as vocalizações, a morfometria, a genética e a altura do ano em que se reproduzem. Partilham o espaço (utilizam muitas vezes os mesmos ninhos), mas não o tempo; o páinho-de-Monteiro reproduz-se no Verão e o páinho-da-Madeira no Inverno.

A nidificação desta espécie endémica está comprovada apenas numa das nove ilhas dos Açores, a pequena e singela Graciosa. O páinho-de-Monteiro não só apresenta uma distribuição muito restrita, como possui também uma população reprodutora muito pequena, estimada em cerca de 300 casais, estando por isso classificado como “vulnerável – globalmente ameaçado” na lista vermelha da IUCN. Neste artigo divulgam-se alguns dos resultados recentes de pesquisas realizadas no ilhéu da Praia, a maior colónia de páinho-de-Monteiro do mundo e uma autêntica biblioteca animada de biodiversidade.



Páinho-de-Monteiro (cria)



Páinho-de-Monteiro (adulto)

O reduzido tamanho da sua população reprodutora, suscita desafios que podem resultar num gargalo genético (*genetic bottleneck*) com consequências na diversidade, consanguinidade e estratégia de selecção de parceiro. Para investigar esta problemática, realizou-se um estudo genético com 18 marcadores microsatélites. Foram detectados apenas dois casos de paternidade extra-casal (2.8%), confirmando a elevada taxa de monogamia neste grupo. Verificou-se que os casais que num dado ano não tiveram sucesso reprodutor, apresentaram maior probabilidade de se divorciar no ano seguinte.

O estudo indicou que mesmo numa população de tamanho muito reduzido, é possível manter a diversidade genética e que a consanguinidade não ocorre necessariamente, boas notícias para o nosso paíño-de- Monteiro.

Um outro estudo recente mostrou uma segregação nos locais de forrageio de machos e fêmeas. As fêmeas, tirando provavelmente partido das suas asas mais longas, procuraram alimento a maior distância da colónia, em áreas de regimes mais frios e mais ventosos do que os explorados pelos machos, que se alimentaram predominantemente em águas mais profundas e mais próximas da colónia. Ainda assim, tanto machos como fêmeas alimentam-se regularmente a centenas de quilómetros, podendo atingir uma distância máxima de 900 km da colónia. As fêmeas de paíño-de-Monteiro possuem asas ligeiramente mais longas (cerca de 5mm) do que as dos machos. É sabido que aves com asas mais longas conseguem utilizar os ventos de forma mais eficiente e assim percorrer distâncias mais vastas.

Em anos mais recentes a lagartixa-da-Madeira (*Teira dugesii*) foi observada a predar crias de paíño no ilhéu da Praia. A lagartixa-da-Madeira é o único réptil terrestre que ocorre nos Açores, mas não é nativa das nossas ilhas. Terá sido introduzida acidentalmente, através do comércio marítimo com a Madeira, há cerca de 200 anos. Naturalizou-se em todas as nove ilhas, bem como nos ilhéus, embora permaneça escassa no grupo ocidental. A recente observação da predação da lagartixa é preocupante e deve ser monitorizada anualmente por forma a avaliar o seu impacto e a necessidade de implementar medidas de conservação.



Figura 3 – Ilhéu da Praia (Ilha Graciosa)

Em 2018 os trabalhos de investigação vão continuar no ilhéu da Praia, não só para estudar as interacções tróficas entre lagartixas e paínhos, mas também para estudar em maior detalhe a distribuição no mar destas aves ao longo de todo o ano, com vista a contribuir para a definição de áreas marinhas protegidas. Afinal, ainda há muito para descobrir sobre esta espécie fascinante e única.

Todos estamos familiarizados com a vulgar alface, de nome científico *Lactuca sativa*, e que pertence à família das asteráceas, onde também se incluem os malmequeres, as margaridas e o dente-de-leão, entre muitas outras espécies. Os espanhóis designam as espécies do género *Lactuca* como “lechugas”. Tanto o termo latino como o castelhano se referem ao facto dessas plantas apresentarem, originalmente, látex (substância leitosa). Nem todos sabem, porém, que existem muitas outras espécies de alfaces ou lechugas, entre as quais a alfacinha (*Lactuca watsoniana* Trel.), uma planta endémica dos Açores, muito rara e ameaçada que ocorre nas ilhas de São Miguel, Terceira, Faial e Pico, e uma lechuga endémica das Canárias, que ocorre apenas na Ilha de La Palma (*Lactuca palmensis* Bolle).

Embora já tenham sido efetuadas análises filogenéticas, de modo a conhecer as relações evolutivas entre as várias espécies do grupo a que pertencem as duas espécies (subtribo Chicoriae), estas não tinham sido incluídas, e as suas relações evolutivas eram ainda desconhecidas.

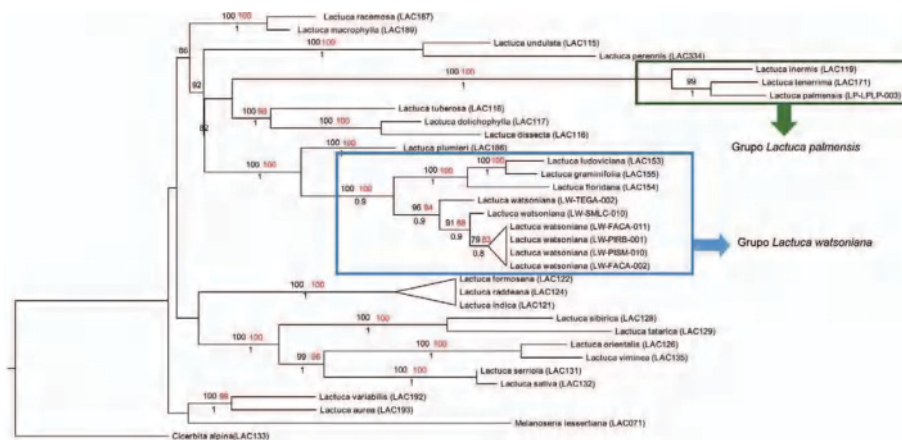
Assim, foi efetuado um estudo baseado em sequências pertencentes a cinco regiões do DNA (uma nuclear e quatro do cloroplasto), através do qual foi possível verificar que as duas espécies se encontram em grupos distintos, sendo *L. watsoniana* mais próxima das espécies norte americanas, enquanto que *L. palmensis* apresenta uma relação mais próxima com espécies africanas, europeias e asiáticas.



Através de uma datação molecular, estimou-se que as duas espécies macaronésicas divergiram há cerca de 11 milhões de anos e que *L. watsoniana* divergiu das espécies norte americanas há cerca de 3,8 milhões de anos, tendo evoluído dentro do arquipélago, o que originou diferentes padrões genéticos, alguns específicos de cada ilha, há cerca de 1,7 milhões de anos. Eventualmente, essas diferenças poderão estar relacionadas com a existência de subespécies, estando em curso uma revisão morfológica aprofundada para avaliar esta possibilidade. Quanto a *L. palmensis*, verificou-se uma separação, em relação

às espécies africanas e asiáticas, há cerca de 9 milhões de anos, tendo divergido da espécie mais próxima, *Lactuca tenerima*, há cerca de 1,3 milhões de anos.

A relação de proximidade da alfacinha açoriana em relação às espécies norte americanas foi também comprovada pelo seu número de cromossomas, pois todas possuem 34 cromossomas, sendo plantas tetraploides (possuem quatro conjuntos de cromossomas, em vez dos dois conjuntos habitualmente presentes nas espécies ditas diploides). As *Lactuca* europeias são diploides e possuem 16 ou 18 cromossomas, onde se enquadra *L. palmensis*. Deduzimos assim que as *Lactuca* da Macaronésia, surgiram através de dois eventos de colonização independentes, ou seja, não derivam de um mesmo antepassado direto comum.



A melhor árvore ML obtida da matriz concatenada ITS+cp para a secção *Lactuca*. Adaptado de Dias *et al.* 2018.

Este estudo comprova que existem, nos Açores, níveis de diferenciação e de diversidade genética que passaram despercebidos durante muito tempo, já que se pensava que a flora seria mais homogénea. Afinal, parece haver, sim, um défice de conhecimento acerca dos padrões e processos evolutivos, que apenas aguardam pela curiosidade do investigador e por uma estrutura de investigação científica, para que possam ser desvendados.

Microbioma do solo e agricultura sustentável

Maria C. Barreto

24 de fevereiro de 2019



Quando nos falamos em micróbios, microrganismos ou fungos pensamos logo em doenças ou em comida bolorenta, mas que seria da agricultura sem estes ajudantes microscópicos e para nós invisíveis? Com efeito, a produtividade de um solo depende da ação da sua comunidade de bactérias e fungos, que decompõem a matéria orgânica, transformam o solo e aumentam o nível e a disponibilidade dos nutrientes de que as plantas precisam para crescer. Para além de reciclar nutrientes, são responsáveis por transformações bioquímicas específicas, pela fixação do azoto, e por produzir substâncias reguladoras do crescimento, entre outros papéis de relevo.

Começamos pelos fixadores de azoto, um elemento dos mais importantes para o crescimento das plantas. A utilização de fertilizantes químicos gasta recursos e tem efeitos nocivos na saúde pública, através da contaminação das águas. Por que não deixar essa tarefa para as nossas amigas bactérias? As plantas precisam de nitratos, e há um conjunto de bactérias que participam no chamado ciclo do azoto, resultando numa adubação natural. Entre estas contam-se as fixadoras de azoto, que formam uma simbiose com plantas como a fava, o feijão, a ervilha e o tremçoço.



Figura 1 - Um solo saudável é um solo produtivo

As bactérias obtêm açúcares produzidos pela planta, e esta tem o fornecimento de azoto essencial para o seu crescimento. Ao alternar a cultura de leguminosas fixadoras de azoto com o cultivo de outras plantas – ou seja, praticando a rotação das culturas – está-se a garantir a manutenção do teor de azoto no solo. Outros microrganismos são responsáveis pela degradação e reciclagem da matéria orgânica, de maneira que os minerais necessários ao crescimento saudável das plantas, como o fósforo o potássio, o cálcio, o magnésio ou o ferro são transformados em nutrientes inorgânicos que as plantas são capazes de utilizar.

Deste modo, podemos dizer que a saúde de um solo depende da sua comunidade microbiana. E é por isso que temos de ter alguns cuidados em relação ao tipo de agricultura que praticamos, de modo a conservar este recurso indispensável à nossa existência. Por exemplo, os pesticidas e herbicidas afetam a comunidade microbiana dos solos, quer ao nível da sua diversidade, quer ao nível da sua interação com o solo. A aplicação continuada de alguns tipos de adubo orgânico, ou da “calda bordalesa” como fungicida, também pode ter consequências negativas em solos com muitos anos de utilização, resultando em níveis demasiado altos de metais como cobre, zinco, cádmio ou chumbo. A presença destas substâncias



Figura 2 - As favas formam simbiose com bactérias fixadoras de azoto

em excesso pode ter efeitos negativos nos microrganismos do solo, afetando a produtividade das culturas.

Torna-se assim muito importante desenvolver ferramentas que permitam perceber o



Figura 3 - Estudo dos solos no laboratório da FCT-UAc/ cE3c

estado do solo através da saúde dos seus microrganismos. Este foi em grande parte o tema do doutoramento da investigadora Carolina Parelho, do Grupo de Biodiversidade dos Açores (GBA) / cE3c. Neste trabalho estudou a viabilidade e a vitalidade das comunidades

microbianas através das suas atividades enzimáticas, correlacionando-as com diversas características do solo e com o histórico das práticas agrícolas a que esteve sujeito. Esta jovem cientista propôs uma série de parâmetros que ajudam a fazer um diagnóstico acerca da saúde deste recurso do qual depende a nossa existência futura. A investigação continua, com investigadores da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade dos Açores, GBA/cE3c e IVAR, entre outros, porque a ciência vive da colaboração e da interdisciplinaridade.

O disfarce perfeito

Novas algas do Indo-Pacífico imitam corais e enganam predadores

Daniela Gabriel

10 de março de 2019



Como Luso-brasileira, sempre me impressionou a arte do disfarce, a habilidade de parecer outro, a ilusão do Carnaval. Logo no primeiro ano do curso de Biologia, apaixonei-me pela classificação das espécies, ou Taxonomia, uma ciência que tem por base as diferenças e semelhanças entre as espécies. O que mais me interessou nessa área é que a classificação depende grandemente da nossa capacidade de distinguir entre semelhanças que refletem uma relação ancestral ou que são resultados de manobras evolutivas, como por exemplo coincidências (homoplasias) ou disfarces (mimetismos). As macroalgas marinhas são organismos de difícil classificação, seja pela simplicidade estrutural, seja pela grande variação que apresentam quando submetidas a diferentes condições ambientais. O surgimento de ferramentas de identificação que utilizam marcadores genéticos veio auxiliar a taxonomia, ao permitir a reconstrução da genealogia das espécies. Agora, uma vez que é possível identificar uma espécie e sua origem com base na sua composição genética, cabe ao investigador caracterizá-la morfológicamente, desvendando suas características únicas e os disfarces que utiliza.



Figura 1 - Recolha subaquática em *Sharm El-Sheik* (Egito), em colaboração com a Universidade do Canal do Suez. @Daniela Gabriel

Durante uma expedição científica ao Mar Vermelho, eu e meus colegas encontrámos uma alga vermelha que apresenta a particularidade de ter uma base com anéis cartilagosos que sustenta globos gelatinosos de aparência peluda. Apesar de ser semelhante a uma alga descrita para o Arquipélago do Havai, os estudos genéticos e morfológicos vieram a provar que a alga do Mar Vermelho representava uma nova espécie para a ciência, *Gibsmithia eilatensis*. Após a publicação desta nova espécie, outras algas semelhantes

foram encontradas em diversas partes do Indo-Pacífico, as quais descrevemos como novas espécies do complexo *Gibsmithia hawaiiensis*, com pequenas diferenças a nível genético, morfológico e reprodutor.

Mas por que motivo algas que estão presentes desde a zona entre marés até aos 35 metros de profundidade, sendo relativamente comuns em diversas localidades, não eram ainda conhecidas naquelas águas? Terão sido negligenciadas por investigadores que trabalham com algas devido à sua semelhança com corais moles? Existirá alguma vantagem evolutiva para estas algas por se assemelharem a tais corais?

Camuflagem ou mimetismo, isto é, a capacidade de um organismo de aparentar algo que não é para enganar outros organismos, é raro entre as algas. Apenas dois outros casos de algas que se disfarçam de animais estão registados na literatura: o género *Rhodogorgon*, que recebeu esse nome por se parecer a corais moles do género *Gorgonia*, e a espécie *Euchema arnoldii* que se assemelha a corais duros do género *Acropora*. Ao imitar esses corais, estas algas enganam seus predadores que pressupõem a existência de defesas físicas e químicas existentes apenas nos corais, sejam eles duros ou moles.



Figura 2 - Fotos subaquáticas da alga *Gibsmithia malayensis* da ilha Cebu, nas Filipinas (esquerda) e de uma alga do género *Renouxia* da ilha Ternate, na Indonésia (direita). Fotos de Stefano G. A. Draisma

Atualmente, estamos a descrever outra alga vermelha gelatinosa do Mar Vermelho, da mesma família do género *Rhodogorgon*, que também se assemelha a corais. Esta nova alga chega ao ponto de apresentar células dispersas pelo seu interior que dão a ilusão de haver um esqueleto. Assim como no caso anterior, esta nova espécie é parecida a outra alga tropical, neste caso *Renouxia antillana*, descrita para as ilhas das Caraíbas, também com pequenas diferenças genéticas, morfológicas e reprodutoras. Contactos recentes feitos com outros investigadores, indicam que estas algas são mais comuns do que pensávamos (Figura 2).

O incrível é que quando nos apercebemos de um disfarce, conseguimos ver mais além, e desvendar a riqueza de espécies que às vezes se esconde diante dos nossos olhos.

Como em muitos outros arquipélagos, a floresta primária açoriana, que existia antes da chegada dos povoadores, foi amplamente cortada, tendo sido substituída por floresta secundária, por exemplo de incenso (*Pittosporum undulatum*), floresta de produção dominada por criptoméria (*Cryptomeria japonica*) e por pastagem.

Existe, no entanto, um elemento de grande importância nas florestas naturais de média altitude nos Açores, *Laurus azorica*, conhecido vulgarmente como louro, louro-bravo ou loureiro. Trata-se de uma espécie arbórea que pertence à família Laureacea que inclui, por exemplo, o loureiro-vulgar (*Laurus nobilis*) que existe na Europa, o vinhático (*Phoebe indica*) presente na Macaronésia, e o abacate (*Persea americana*) plantado em várias regiões do mundo. Sendo uma das mais importantes componentes da floresta de laurifolia (vulgarmente designada como Laurissilva), desempenha um papel ecológico muito importante. Nas florestas da Macaronésia, as lauráceas contribuem de uma forma bastante representativa para a biodiversidade deste bioma e para a estruturação da floresta laurifolia, como é o caso dos arquipélagos dos Açores, da Madeira e das Canárias. Atualmente, *L. azorica* não é considerada uma espécie em perigo de extinção, de acordo com os critérios da IUCN (União Internacional para a Conservação da Natureza), dado que os números populacionais são elevados e a tendência atualmente é estável. Embora a espécie possua uma área restrita de ocupação, não está em declínio. No entanto, fenómenos como a fragmentação da paisagem, uma transformação progressiva do uso do solo e a invasão de exóticas, que se intensificou nos últimos anos, têm contribuído para o seu desaparecimento na paisagem.

O conhecimento sobre as taxas de crescimento das árvores e as relações tamanho-idade, são as bases para o conhecimento da dinâmica populacional e para a avaliação do crescimento das florestas, sendo crucial para uma gestão florestal sustentável. Estes tópicos são estudados por uma disciplina designada como dendrocronologia.

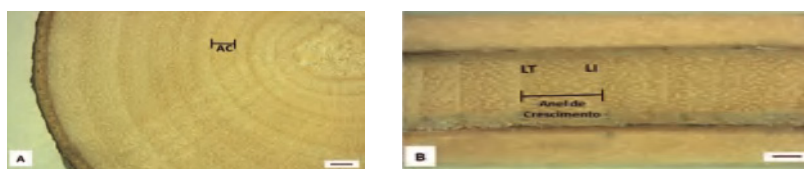


Figura 14 - A) Amostra radial (discos de madeira) do tronco de *Laurus azorica*, (AC) anel de crescimento; B) Pormenor dos anéis de crescimento a partir de uma verrumada: lenho inicial (LI) e lenho tardio (LT). (Observação à lupa, escala 1 milímetro)

Os estudos dendrocronológicos realizados nos Açores abordaram principalmente espécies exóticas, como o incenso, seguindo uma possível estratégia de valorização da biomassa, e o pinheiro-bravo (*Pinus pinaster*), a fim de determinar os fatores limitantes para o crescimento desta espécie nos Açores. Dada a falta de estudos dedicados a outras árvores nativas ou endémicas, e as ameaças que afetam as florestas naturais, a nossa equipa de investigação, constituída por elementos do CIBIO-Açores e do IVAR, realizou este estudo de base para contribuir para um incremento no conhecimento sobre a distribuição e dinâmica das florestas, bem como apoiar uma abordagem mais eficaz na

sua gestão. Este trabalho fez parte do projeto final de Licenciatura, da recém-licenciada em Biologia pela Universidade do Açores, Bárbara Matos.

Nesse contexto, foram amostradas 145 árvores de *L. azorica*, resultando em 262 amostras, em 6 povoamentos, representativos de Floresta de *Laurus* na ilha de São Miguel.

Foi feita a caracterização e descrição anatómica dos anéis de crescimento de *L. azorica*, a partir da preparação de amostras anatómicas de madeira com 2 mm de diâmetro. A análise anatómica da madeira confirmou a presença de bandas anuais nos anéis de crescimento (figura 1), e uma elevada semelhança estrutural com outras Lauráceas (figura 2). Em geral, nas espécies presentes em zonas temperadas, a estrutura da madeira formada no início da estação (primavera) é diferente da que se forma no final da estação (outono), pelo que se distinguem duas zonas que definem a estrutura de um anel de crescimento anual: o lenho inicial e o lenho tardio. Como as células que se formam no final da estação apresentam, em geral, uma dimensão menor, mas paredes celulares mais espessas, formam uma banda mais escura do que o lenho formado no início da estação. Este padrão pode variar consideravelmente em função do ambiente e da espécie em estudo.

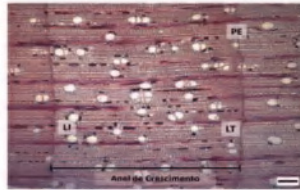


Figura 2 - Anel de crescimento limitado por parede espessa (PE), lenho inicial (LI) e lenho tardio (LT); as células condutoras da seiva (círculos brancos) aparecem distribuídas de modo homogêneo ao longo do anel anual (Observação ao microscópio, escala 200 μ m). Nota: 1 μ m corresponde à milésima parte de 1 milímetro.

Por outro lado, as relações tamanho-idade e as estimativas das taxas de crescimento, foram determinadas a partir de modelos alométricos que relacionam as características dendrométricas (e.g. diâmetro do tronco a 1.30 m de distância ao solo; altura total da árvore) com a idade da árvore (número de anéis de crescimento, a partir de verrumas de madeira) (figura 1). A idade média das árvores foi de 33 anos, com 60% das árvores entre 25 e 50 anos e apenas cerca de 15% acima de 50 anos. Estes resultados sugerem a existência de uma floresta secundária, mais recente do que o esperado, provavelmente devido a distúrbios de origem humana. Os modelos alométricos mostraram melhor ajuste quando calculados por povoamento, sugerindo o efeito de condições ambientais sobre a taxa de crescimento radial (crescimento do tronco em diâmetro), a qual foi estimada em 68 mm por ano.

Tal como outras espécies da família *Lauraceae*, o louro mostrou um potencial promissor para estudos de dendrocronologia. Além disso, nos Açores, a dendrocronologia pode tornar-se uma ferramenta útil para avaliar ameaças futuras às florestas e apoiar a gestão florestal, através da comparação de populações indígenas e não indígenas e a futura integração de parâmetros climáticos.



Ciências da Terra

O Vulcão das Furnas é um dos vulcões activos que constituem a ilha de São Miguel e foi palco de duas erupções vulcânicas desde o povoamento da ilha no século XV. Actualmente, as manifestações de vulcanismo neste sistema vulcânico são visíveis através dos seus campos fumarólicos, nascentes termais e nascentes de água gasocarbónica. Em áreas vulcânicas, e para além das emissões visíveis de gases vulcânicos, existe também a emissão contínua e imperceptível de gases através dos solos. Este tipo de emissão é designada de desgaseificação difusa e os principais gases libertados são o dióxido de carbono (CO_2) e o radão (^{222}Rn), os quais são detectados recorrendo a equipamentos específicos.

O CO_2 é um dos principais gases vulcânicos e pelas suas características deverá ser dos primeiros gases a ser libertado numa fase pré-eruptiva, sendo por isso usado na



monitorização de sistemas vulcânicos um pouco por todo o mundo. Para além da sua importância como indicador de variações no sistema vulcânico, o CO_2 é também um dos principais gases responsáveis pelo tão falado efeito de estufa e por isso é fundamental contabilizar a quantidade deste gás emitido pelos sistemas naturais para que seja também avaliado o seu potencial impacto no aquecimento global.

Os primeiros estudos de desgaseificação difusa de CO_2 desenvolvidos nos Açores datam do início da década de 90 e foram realizados no Vulcão das Furnas. Nestes estudos foram medidas as concentrações de CO_2 no solo a cerca de 50 cm de profundidade, tendo-se caracterizado a distribuição deste gás na zona da freguesia das Furnas. Recentemente, novos trabalhos foram desenvolvidos pelo Centro de Vulcanologia e Avaliação de Riscos Geológicos (CVARG) neste sistema vulcânico com a finalidade não só de comparar as variações ocorridas ao longo das últimas décadas, mas também de estimar a quantidade de CO_2 libertado para a atmosfera. A estabilidade observada nas zonas de desgaseificação anómala ao longo das últimas duas décadas permite confirmar a utilidade dos mapas de desgaseificação difusa para a vigilância sismovulcânica.

Estes últimos trabalhos, que implicam a medição do CO_2 libertado à superfície, são efectuados recorrendo a estações de medição que utilizam o método da câmara de acumulação. Este método de amostragem foi usado na década de 70 para medições de CO_2 em zonas agrícolas, tendo começado a ser aplicado em áreas vulcânicas na década de 90. Actualmente, esta metodologia está difundida e aplicada em áreas vulcânicas de todo o mundo. Várias campanhas de amostragem de fluxo de CO_2 foram desenvolvidas no Vulcão das Furnas entre 2005 e 2009 tendo sido amostrados cerca de 2900 locais.

Os mapas de desgaseificação permitem obter uma imagem da emissão de CO₂ em tempo de repouso do vulcão, tal como é o caso actual, e comparar com situações futuras. Se o



quadro obtido para a distribuição de CO₂ se alterar pode indicar reactivação do sistema vulcânico e a informação deverá ser estudada e integrada com dados obtidos através de outras técnicas de monitorização, como por exemplo dados de sismicidade e de deformação crustal. As medições efectuadas permitiram também estimar um total de cerca de 1200 t d⁻¹ (toneladas por dia) para as emissões difusas de CO₂ para a atmosfera. Para além da sua origem vulcânica, o CO₂ pode ser emitido a partir de níveis superficiais do solo através da chamada respiração dos solos, tendo assim uma origem biogénica. A distinção entre estes dois tipos de desgaseificação foi efectuada recorrendo a análises isotópicas do carbono,

tendo-se estimado que cerca de 80% do CO₂ emitido deste sistema vulcânico tem origem profunda (~ 950 t d⁻¹). A emissão diária de CO₂ do Vulcão das Furnas pode ser comparada à taxa de emissão de outras regiões vulcânicas, nomeadamente à caldeira do Vulcão Miyakejima (Japão), ao Monte Amiata (Itália), ou até a determinadas áreas de desgaseificação do Vulcão Yellowstone (EUA).

A quantidade de CO₂ emitido naturalmente no Vulcão das Furnas é aproximadamente 1% do total anual de emissões de CO₂ com origem antropogénica atribuída pela Comissão Europeia a Portugal até 2012, o que contribui também para reforçar a importância de quantificar o CO₂ emitido



pelos sistemas vulcânicos para o ciclo total do Carbono e para a modelação dos fenómenos de aquecimento global.

Águas subterrâneas

Um recurso natural estratégico nos Açores

José V. Cruz

13 de maio de 2012



A investigação científica relativa à ocorrência e à circulação da água na zona saturada das formações geológicas, que constitui o objeto da Hidrogeologia, é um dos campos das Ciências da Terra mais florescentes nas últimas décadas, e a que a Universidade dos Açores não tem passado alheia, em particular em resultado do esforço do Centro de Vulcanologia e Avaliação de Riscos Geológicos (CVARG).



Muito do investimento realizado a nível internacional, nacional e regional resulta da importância da própria água subterrânea para o abastecimento humano e a sustentabilidade dos ecossistemas. Contudo, não raras vezes, a qualidade natural da água subterrânea, que é determinada pela integração de vários processos, como por exemplo a dissolução de fases minerais e gases, é posta em causa pela emergência de processos de poluição que de alguma forma inviabilizam a utilização do recurso.

Em regiões vulcânicas, como os Açores, a ocorrência, circulação e armazenamento da água subterrânea apresenta especificidades bem contrastantes com outros meios geológicos. Estas particularidades resultam, em primeiro lugar, da própria edificação das ilhas, a partir de inúmeras erupções vulcânicas de magnitude e tipologia diversas e, em segundo lugar, de fatores secundários, que podem incrementar ou diminuir o potencial original das formações rochosas como aquíferos, como a alteração ou a fracturação das rochas.

Estudos de base realizados pela equipa do CVARG permitiram a inventariação de 1673 nascentes e 150 furos de captação, cuja distribuição no arquipélago patenteia grandes assimetrias, o que reflete a heterogeneidade inerente ao comportamento hidrogeológico do meio vulcânico, para além dos contrastes geomorfológicos e climáticos existentes. Relativamente à composição química, as nascentes apresentam predominantemente fácies cloretada sódica a bicarbonatada sódica e correspondem a águas pouco mineralizadas. Relativamente à água captada em furos esta apresenta predominantemente fácies do tipo cloretada sódica e mineralizações mais elevadas.

Nos Açores, cerca de 98% do abastecimento de água, quer para consumo humano, quer para as atividades económicas, assenta na exploração dos recursos hídricos



subterrâneos, e na maioria das ilhas esta dependência é total. Neste contexto, mais do que diversificar as origens de água, como por vezes é tentado com novos investimentos

tendentes à captação de massas de superfície, que contrariam irracionalmente a maior capacidade de regulação conferida pelas massas subterrâneas, importa proteger os aquíferos com medidas que não só impeçam a sobre-exploração, ambientalmente insustentável, em especial nas zonas costeiras, como permitam recuperar o estado medíocre em que se encontram alguns destes.

Plano de Gestão de Região Hidrográfica dos Açores (PGRH)

A Região Autónoma dos Açores corresponde à designada Região Hidrográfica 9 (RH9), que engloba todas as bacias hidrográficas das nove ilhas que compõem o arquipélago, incluindo as respetivas águas subterrâneas e as águas costeiras adjacentes. As obrigações decorrentes da legislação requereram a elaboração do PGRH, que corresponde à primeira caracterização aprofundada das massas de água na RH9, suportada por resultados decorrentes das ações de monitorização, e procede à avaliação do estado de todas as massas de água de acordo com as metodologias mais avançadas.



Várias equipas da Universidade dos Açores participaram na elaboração do PGRH, a convite da empresa responsável pelo trabalho (SIMBIENTE – Açores), e os resultados do trabalho efetuado encontram-se em fase de participação pública (consultável em www.azores.gov.pt/gra/sram-drotrh). Neste âmbito, relativamente às águas subterrâneas, realça-se o esforço de recolha e tratamento de uma grande quantidade de dados, antes dispersos, e a potenciação de todo o capital de conhecimento adquirido pelo CVARG relativamente a esta matéria.

Neste contexto, os resultados da fase de caracterização das 54 massas de água subterrânea delimitadas na RH9, embora colocando em evidência que uma grande maioria se encontra em Bom Estado, revelaram algumas questões que, face à importância destes recursos, são centrais na definição dos programas de medidas, como por exemplo as pressões decorrentes da intrusão salina ou a monitorização quantitativa incipiente. O tratamento de dados efetuado permite verificar que 93% das massas de água subterrânea se encontram em bom estado químico, e apenas nas ilhas do Pico e da Graciosa ocorrem massas designadas como em estado medíocre, em resultado da influência de processos de salinização por mistura com sais marinhos.

O vulcanismo submarino

Um importante fenómeno geológico nos Açores

José Pacheco

1 de setembro de 2013



Mais de 75% da Terra está coberta por oceanos, impedindo a observação direta da maior parte da sua superfície.

Embora a generalidade do que se sabe acerca de vulcanismo da Terra seja baseado no conhecimento adquirido em vulcões subaéreos, a importância global do vulcanismo submarino é indiscutível. De facto, os vulcões submarinos são responsáveis por cerca de 85% do vulcanismo da Terra e, portanto, são responsáveis por um grande impacto no planeta.

Existem diferentes razões para a escassez de informação sobre vulcanismo submarino: estas erupções são difíceis de detectar, a sua observação tem de ser feita de um local próximo da erupção e qualquer observação ou estudo requer uma logística complexa e onerosa.

Justifica-se assim a importância do estudo das poucas erupções submarinas que foram observadas e bem documentadas como a erupção da Serreta, 1998-2001, monitorizada e descrita pelo Instituto de Investigação em Vulcanologia e Avaliação de Riscos - IVAR (então Centro de Vulcanologia e Avaliação de Riscos Geológicos - CVARG).

As erupções submarinas diferem das subaéreas em muitos aspectos, devido às

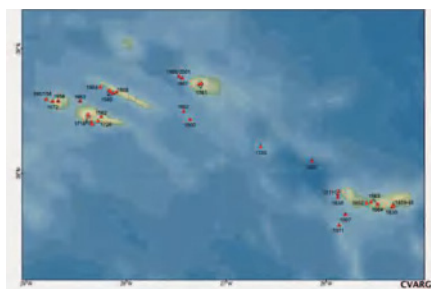


Figura 1 - Localização das erupções históricas na região dos Açores (dados de diversos autores)

diferenças entre os ambientes em que decorrem, nomeadamente a água ou o ar, e mesmo entre elas existe uma grande variedade de estilos eruptivos. Enquanto, geralmente, a maioria das erupções a grande profundidade não é explosiva, as erupções a pouca profundidade são tipicamente explosivas e caracterizadas por um estilo eruptivo semelhante ao que dominou a erupção dos Capelinhos, em 1957/58, na ilha do Faial. De facto, a erupção dos Capelinhos continua a ser um dos exemplos deste estilo eruptivo que se veio a designar “surtseiano” na sequência da erupção de Surtsey (Islândia) em 1963/67.

As erupções de profundidades intermédias, no entanto, podem ter diferentes comportamentos, determinados pela variação e interação de quatro mecanismos fundamentais:

- (1) em águas menos profundas, onde erupções explosivas foram observadas, a água ferve e expande explosivamente, mas este processo é amortecido com o aumentar da profundidade;
- (2) o incremento da pressão com a profundidade afecta a solubilidade, libertação e expansão dos gases magmáticos;
- (3) a grande condutibilidade e capacidade térmica da água leva ao rápido arrefecimento do magma e dos voláteis emitidos;
- (4) a água é mais densa e mais viscosa do que o ar, restringindo o desenvolvimento de plumas eruptivas e a dispersão do material ejetado.

No decorrer dos últimos quinhentos anos foram relatadas mais de duas dezenas de erupções no Arquipélago dos Açores, cerca de 48% destas foram erupções litorais ou submarinas. Considerando a capacidade limitada para observar eventos submarinos é admissível que a proporção real do vulcanismo submarino nos Açores seja ainda muito maior.

De facto, a última erupção no arquipélago (1998 a 2001) foi um evento de profundidade intermédia, centrado na Crista Submarina da Serreta, a oeste da ilha Terceira, e trouxe à ciência um novo desafio. Originou um tipo de produto até então desconhecido. Trata-se de estruturas elipsoidais constituídas por um fino invólucro de lava envolvendo um interior oco e fechado, que lhes proporciona flutuabilidade e lhes permite permanecer à superfície por algum tempo.



Figura 2 - Balões de lava a flutuar à superfície

Estes invulgares Balões de Lava Flutuantes, descritos pela primeira vez na literatura científica em 1999, por membros do IVAR, são afinal mais frequentes do que o suposto. Foram recentemente reconhecidos como um dos produtos da erupção de 1891, ao largo da ilha de Pantelleria (Itália) e novamente observados na erupção de 2011 ao largo da ilha de El Hierro (Canárias), com um enorme impacto na atividade económica da ilha.

Estas erupções de profundidade intermédia podem gerar pequenas explosões à superfície, deslizamentos de terra submarinos, tsunamis, perda de flutuabilidade devido à redução da densidade da água e grande poluição. Constituem, assim, um perigo que

deve ser considerado e pode afetar comunicações (rotura de cabos submarinos) e navegação, mas também o próprio meio ambiente e consequentemente sectores económicos como o turismo e a pesca, na medida em que as áreas de pesca mais produtivas estão frequentemente associadas a bancos submarinos de origem vulcânica.



Figura 3 - Radiografia de um balão de lava ainda intacto

De uma perspectiva social, os riscos geológicos submarinos são cada vez mais importantes, fruto do incremento das atividades humanas, económicas e tecnológicas que ocorrem nos oceanos. Neste contexto, um maior conhecimento destas erupções é fundamental para regiões insulares com vulcanismo ativo como é o caso dos Açores, onde o território submarino representa um fator estratégico importante para a sua coesão e desenvolvimento socioeconómico.

A atividade agrícola pode acarretar algumas disfunções ambientais e, entre estas, realça-se a poluição do meio hídrico por nutrientes, como o azoto e o fósforo, quer em massas de água de superfície, quer subterrâneas. Nas áreas sujeitas a poluição agrícola a composição química da água subterrânea pode sofrer alterações significativas, em que, para além do aumento da respetiva mineralização e dureza, algumas espécies químicas,

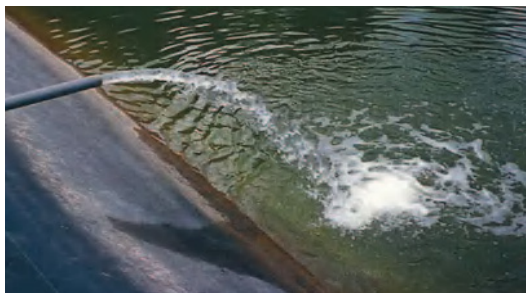


Figura 1 - Captação de água subterrânea para alimentação de uma lagoa artificial

entre as quais se pode salientar o nitrato, sofrem um enriquecimento notório e podem, inclusivamente, ultrapassar os limites estabelecidos nas normas de qualidade.

Necessariamente que, face à importância do setor agropecuário nos Açores, o desenvolvimento de estudos que abordem esta temática revela-se extremamente importante, quer face à contribuição da água

subterrânea para o abastecimento público, quer porque resultados analíticos obtidos em várias ilhas mostram enriquecimentos pontuais em nitratos, acompanhados por indicadores microbiológicos, que indiciam os efeitos de poluição agrícola.

Com este objetivo, foi desenvolvido um projeto de investigação, na área da caldeira das Sete Cidades, em São Miguel, financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia, em que se procedeu à amostragem e análise periódicas de solos e de águas da chuva, de superfície e subterrâneas, estas últimas em várias nascentes e em piezómetros instalados para o efeito. Os resultados desta investigação mereceram ampla divulgação em eventos especializados, e foram recentemente alvo de publicação numa conceituada revista científica da área (*Applied Geochemistry*, vol. 29, 2013).

Um dos aspetos básicos do projeto, e nunca antes aplicado nos Açores, consistiu na caracterização da composição da água na zona não saturada, quer no que concerne à sua variação temporal, quer no que respeita aos gradientes em profundidade, com o recurso à instalação e operação de cápsulas porosas de sucção em várias pastagens, assim como numa área sem atividade agrícola. Com esta metodologia pretendeu-se analisar

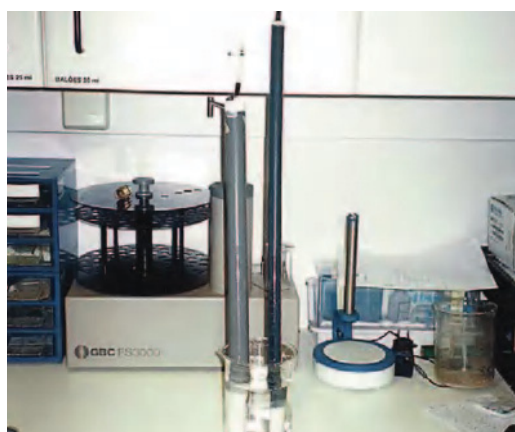


Figura 2 - Preparação laboratorial de cápsulas de sucção para amostragem de água no solo

a percolação das espécies dissolvidas, e

especialmente os poluentes de origem agrícola, como as espécies azotadas, e interpretar os processos geoquímicos na zona não saturada.

Em consequência de vários processos modificadores, a composição da água vai sofrendo uma evolução geoquímica desde o momento da sua infiltração no solo até atingir o nível freático nos aquíferos, com um aumento de mineralização com a profundidade. Os resultados do projeto permitiram determinar todas as mudanças observadas, desde uma composição cloretada sódica, próxima da água da chuva, até fácies bicarbonatadas sódicas e bicarbonatadas cloretadas sódicas, que ocorrem nos aquíferos que alimentam as nascentes.

Concluiu-se que os teores de nitrato determinados nas zonas não saturada e saturada do subsolo, eram consistentemente mais elevados nas amostras recolhidas nos equipamentos instalados em pastagens. As amostras mais superficiais apresentavam uma composição catiónica cálcico-magnésiana, que evolui em profundidade para um predomínio do sódio, também verificado na zona saturada.



Figura 3 - Instalação de um piezómetro na margem da Lagoa das Sete Cidades

Por outro lado, as nascentes de água que drenavam zonas onde a agropecuária domina, no setor noroeste da caldeira das Sete Cidades, apresentaram também concentrações em nitrato superiores às restantes. Em todos estes casos, os resultados obtidos provaram o impacto da exploração agrícola sobre a qualidade da água subterrânea e sugerem a necessidade de implementar práticas sustentáveis de exploração, com uma aplicação

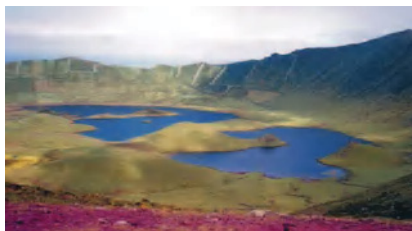


Figura 4 - Lagoa do Caldeirão (Corvo)

regrada, mas efetiva, de fertilizantes e, em áreas sensíveis como a estudada, a limitação do encabeçamento animal.

Esta necessidade é realçada pelo facto das águas subterrâneas poderem constituir um meio de transferência de poluentes para a Lagoa das Sete Cidades, aspeto menos considerado quando da elaboração do

respetivo Plano de Ordenamento de Bacia Hidrográfica.

A DIRETIVA "NITRATOS"

Em resultado dos problemas decorrentes da poluição agrícola de massas de água, a União Europeia publicou, em 1991, a Diretiva 91/676/CEE, de 12 de Dezembro, que não só visa a redução da poluição das águas causada, ou induzida, por nitratos de origem agrícola como, ainda hoje, constitui um pilar essencial da proteção e recuperação de meios hídricos neste espaço geográfico.

No arquipélago estão definidas oito zonas vulneráveis, distribuídas pelas ilhas de São Miguel, Pico e Flores, nomeadamente as Lagoas das Furnas, das Sete Cidades, de São Brás, do Congro, da Serra Devassa, do Capitão, do Caiado e Funda.

Todos os dias ocorrem cerca de 50 sismos no Mundo, fortes o suficiente para serem sentidos localmente, e todos os dias ocorre, em média, um sismo forte o suficiente para causar danos em infra-estruturas. As ondas sísmicas libertadas aquando de um sismo propagam-se no interior da Terra e, embora em alguns casos os sismos sejam fracos para serem sentidos, estas ondas sísmicas conseguem ser detetados por instrumentos sísmicos modernos.

O significativo aumento do número de estações sísmicas registado no início do século XX permitiu que os sismos passassem a ser rotineiramente localizados, conduzindo à descoberta de que a distribuição da sismicidade não é aleatória, mas tende a ocorrer ao longo de faixas bem definidas, correspondentes às fronteiras das placas tectónicas (Figura 1). Os movimentos relativos entre placas tectónicas adjacentes dão origem a sismos ao longo dos seus limites. As



Figura 1

placas tectónicas divergentes afastam-se ao longo das zonas de crista (ou rift), onde nova litosfera é formada, sendo disso exemplo a Crista Médio-Atlântica, enquanto que, por outro lado, nas fronteiras de placas convergentes (zonas de subducção) as placas são de novo “recicladas” de volta para o manto, sendo disso exemplo o bem conhecido “anel de fogo do Pacífico”. Outro tipo de fronteira entre placas tectónicas é o limite transformante, ao longo do qual não há produção nem consumo de litosfera, ocorrendo apenas deslizamento horizontal de uma placa em relação à outra (Figura 2).

O arquipélago dos Açores está localizado numa região muito peculiar que compreende a Junção Tripla dos Açores, definida pela intersecção da Crista Médio-Atlântica com as placas Eurasiática e Africana. A presença destas importantes estruturas tornam o enquadramento geodinâmico do arquipélago deveras singular, sendo responsável pelo elevado nível de sismicidade registado no arquipélago, assim como pela atividade vulcânica que aqui ocorre.

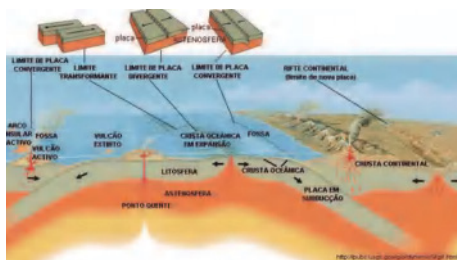


Figura 2

A ilha de São Miguel é a maior do arquipélago.

Na sua zona central encontra-se uma das regiões mais ativas do ponto de vista sísmico, a designada zona sismogénica do Fogo-Congro (Figura 3, caixa a negro). A sismicidade localizada nesta região é, usualmente, caracterizada por um padrão disperso que abrange uma área consideravelmente vasta. De facto, existem relatos históricos que reportam uma atividade sísmica recorrente, essencialmente sob a forma de enxames sísmicos. Os

enxames sísmicos correspondem a sequências de eventos sísmicos de baixa magnitude ($M_b \leq 3$), não ocorrendo um evento dominante de maior magnitude, e a sua distribuição temporal e espacial é muito restrita. Este tipo de sismicidade acontece essencialmente em regiões vulcânicas e/ou geotérmicas, podendo estar associada à movimentação de magma a pequena profundidade ou à circulação de fluidos hidrotermais através de fissuras. Em 2005, registou-se um excepcional enxame sísmico na região central de São Miguel, com mais de 40.000 sismos registados em apenas 6 meses.

A intensa atividade registada naquela zona levanta questões quanto à sua origem. Para dar resposta a essa questão, foram realizados diversos trabalhos, um deles visando uma

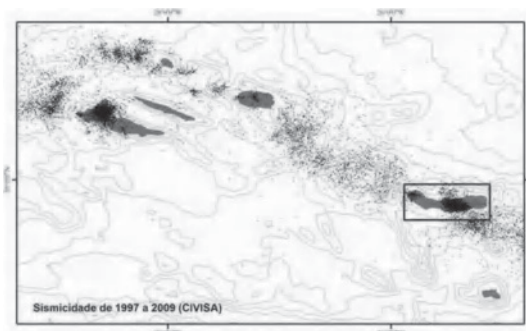


Figura 3

detalhada análise do campo de tensões responsável pela ocorrência da referida sismicidade.

Um campo de tensões corresponde a um conjunto de forças/tensões que atuam sobre um meio, sendo responsáveis pela sua deformação. Quando a força/tensão exercida sobre uma rocha ultrapassa o seu limite de elasticidade, há rutura da rocha e o sismo ocorre, havendo libertação de energia. Parte dessa

energia é libertada sob a forma de calor e a restante sob a forma de ondas sísmicas. É a energia das ondas sísmicas que induz movimento às partículas do meio, permitindo assim a sua propagação. Dependendo da magnitude do sismo e da sua localização, este movimento das partículas é perceptível pela população. A maioria da sismicidade que ocorre na zona central de São Miguel é impercetível para a população, isto porque a magnitude média dos sismos ali ocorridos é inferior a 2,5 (magnitude local de Richter, M_L), designando-se assim de microssismicidade.

Os resultados obtidos permitiram concluir que a sismicidade naquela zona da ilha tem duas origens: uma na tectónica regional, resultante da situação geodinâmica do arquipélago, na qual o Rift da Terceira apresenta um papel preponderante no contexto da ilha de São Miguel; e uma mais local, grandemente influenciada pela presença dum sistema hidrotermal na região do Fogo-Congro.

O planeta Terra suporta uma população cada vez mais numerosa. O Homem ocupa o planeta numa aparente harmonia com o mundo natural que o rodeia, mas sujeito a perigos que comprometem, frequentemente, o frágil equilíbrio entre a humanidade e a natureza. Com a expansão das áreas urbanas, vias de comunicação e outras infra-estruturas, torna-se essencial que haja um planeamento territorial sólido e estruturado, que considere as condicionantes físicas do território com vista a uma ocupação sustentável e que potencie a mitigação do risco.

Os movimentos de vertente, vulgarmente designados por derrocadas e quebradas nos Açores, são um perigo geológico e correspondem ao movimento de uma massa de rocha e/ou solo instabilizada, cujo centro de gravidade do material afectado progride para jusante e para o exterior. Estes fenómenos podem ser classificados com base na sua morfologia e no seu mecanismo em: i) desabamento; ii) balançamento; iii) deslizamento; iv) expansão lateral; e v) escoada.

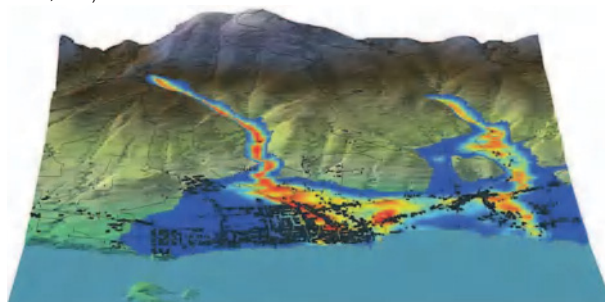


Figura 1 - Resultado do modelo de fluxo probabilístico utilizado para reconstruir a escoada detritica de Vila Franca do Campo desencadeada a 22 de Outubro de 1522.

Na sua grande maioria são vários os factores que podem contribuir para o seu desencadeamento. Tentar apontar qual deles é responsável pela ruptura (e.g. precipitação, sismo, erupção, erosão ou acção antrópicas) pode ser, não só difícil, como redutor. De facto, torna-se mais apropriado discutir os processos causais, incluindo as condições e os processos que originaram um movimento de vertente, do que unicamente o factor desencadeante, esquecendo toda a complexidade e a evolução natural de um sistema dinâmico e muitas vezes de difícil compreensão face às inúmeras condicionantes que o influenciam.

No entanto, o risco associado aos movimentos de vertente não está somente ligado à perigosidade natural de um determinado ambiente físico. De facto o risco é frequentemente incrementado pelo uso incorrecto do território. Por todo o mundo, e nos Açores em particular, zonas propensas à ocorrência de movimentos de vertente têm sido ocupadas pelo Homem. Tal invasão é justificada não só pela beleza natural que muitos desses locais podem oferecer a uma sociedade que cada vez mais procura o contacto com a natureza, mas também a um crescente e acelerado crescimento económico, acompanhado em algumas regiões pelo crescimento exponencial e insustentável da população. Face a esta conjuntura e à falta de um planeamento/ordenamento do território

sustentado criaram-se situações de vulnerabilidade que aumentaram, em muito, o risco a movimentos de vertente.

Nos Açores, são vários os indícios geomorfológicos e as referências documentais relativas à ocorrência de movimentos de vertente ao longo da História, que reflectem o peculiar enquadramento geográfico e geodinâmico do arquipélago. Casos há que pela sua magnitude podemos considerar terem mudado o rumo da História da região e de serem responsáveis pelo aparecimento de algumas tradições



Figura 2 - Impacte dos movimentos de vertente desencadeados a 31 de Outubro de 1997 na Ribeira Quente

religiosas que perduram até aos dias de hoje. Exemplo disso é a escoada detrítica desencadeada a 22 de Outubro de 1522 pelo sismo mais destruidor ocorrido na região (intensidade X, na escala EMS-98). Este evento, correspondente à maior catástrofe natural ocorrida nos Açores, soterrou Vila Franca do Campo, até então capital, e foi responsável pela morte de aproximadamente 5.000 pessoas. Pelo seu impacte esteve na origem da tradição dos romeiros, também conhecida como Visita às Casas de Nossa Senhora, que é considerada como uma manifestação religiosa única e que perdura até aos dias de hoje.

Desde o início do séc. XX, de entre centenas de eventos de instabilidade geomorfológica



Figura 3 - Impacte de um evento de instabilidade geomorfológica em vias de comunicação

catalogados com carácter danoso que afectaram a ilha São Miguel, encontram-se 25 eventos responsáveis por 73 vítimas mortais. De entre os eventos, pelo seu impacte socioeconómico, destaca-se o evento de instabilidade geomorfológica desencadeado por precipitação muito intensa a 31 de Outubro de 1997. No

total causou 29 vítimas mortais na freguesia da Ribeira Quente, deixou desalojadas cerca de 55 pessoas e provocou perdas na ordem dos 21,3 milhões de euros.

O número crescente de eventos de instabilidade geomorfológica com carácter danoso nos Açores tem demonstrado a necessidade de se desenvolverem ferramentas para efeitos de planeamento e resposta a situações de emergência. Para tal, têm contribuído alguns trabalhos desenvolvidos no Centro de Vulcanologia e Avaliação de Riscos Geológicos e no Centro de Informação e Vigilância Sismovulcânica dos Açores. Acresce ainda a importância de se definirem e implementarem políticas públicas no âmbito do ordenamento do território e protecção civil, bem como métodos de fiscalização rigorosa quanto à sua aplicação que visem uma gestão preventiva do risco.

Um sismo ocorre como resultado da libertação repentina de uma certa quantidade de energia de deformação elástica acumulada ao longo do tempo na crosta terrestre. Essa energia é libertada por rotura súbita numa zona frágil - falha ativa - dos materiais que constituem a crosta. Durante a rotura ocorre um deslizamento brusco de um lado da falha relativamente ao outro. A área a partir da qual se desencadeia a rotura é designada de fonte sismogénica e a energia é daí libertada sob a forma de ondas sísmicas que se propagam em diferentes direções, provocando movimentos vibratórios no solo. Importa referir que um sismo é um fenómeno não previsível e a sua ocorrência tende a repetir-se nas mesmas áreas do globo, às quais se atribui, pelas suas características, a designação de zonas sismogénicas.



Figura 1 - Vala para estudos de paleossismologia a interseção da falha das Lajes, ilha Terceira. Imagem de pormenor da zona de falha e respetiva interpretação esquemática.

A singularidade das características geológicas do arquipélago dos Açores, numa zona de fronteira de placas tectónicas com propensão para a ascensão de magma à superfície, reflete-se na sua atividade sísmica e vulcânica. Com efeito, desde os primórdios do povoamento, no segundo quartel do séc. XV, que as ilhas dos Açores têm sido assoladas por atividade sísmica frequente, com alguns eventos devastadores responsáveis por elevado número de mortes e avultados danos materiais.

A atividade sísmica da região é maioritariamente caracterizada por eventos sísmicos de pequena profundidade e magnitude baixa a moderada. Ocorrem frequentemente sob a forma de enxames sísmicos, resultando em crises sísmicas com centenas ou milhares de eventos, a maioria com magnitudes abaixo do limiar da sensibilidade humana. Ocasionalmente, ocorrem sismos de elevada intensidade e magnitude.



Figura 2 - Medição da atitude (direção e inclinação) de um plano de falha com o auxílio de uma bússola de geólogo.

A existência de falhas ativas contíguas a áreas urbanas é uma constante no arquipélago dos Açores. Torna-se assim premente avaliar o perigo a que a população está potencialmente exposta, justificando-se a necessidade do desenvolvimento de estudos de detalhe. As baixas taxas de deformação tectónica (longos períodos de acumulação lenta de tensão na crosta terrestre) que caracterizam a região refletem-se num intervalo de recorrência para grandes sismos

geralmente superior ao período abrangido pelos registos documentais, de modo que a informação histórica disponível se mostra insuficiente para a análise da perigosidade sísmica.

Um projeto em curso promovido pelo Centro de Vulcanologia e Avaliação de Riscos Geológicos da Universidade dos Açores visa a caracterização detalhada de algumas destas falhas ativas, assente no reconhecimento e análise das marcas deixadas por paleoeventos sísmicos (pré-históricos e históricos) no registo geológico, junto da superfície topográfica. Este tipo de análise, denominado de paleossismologia, implica a abertura de valas, perpendicularmente à expressão morfológica que as falhas apresentam na paisagem (degrau morfológico), e a análise minuciosa dos traços deixados pelos sísmos do passado no subsolo, constituindo assim um meio exclusivo de aquisição de dados que permite uma avaliação rigorosa da perigosidade sísmica.

Estabelecendo a ponte entre a escala cronológica humana e a escala cronológica dos fenómenos geológicos, a paleossismologia surge como uma ferramenta essencial na complementaridade dos registos da

atividade sísmica numa dada região, ao permitir uma avaliação mais rigorosa e fiável da perigosidade sísmica regional. Tal abordagem permite o cálculo de parâmetros como a determinação de intervalos de recorrência entre sísmos de magnitude significativa ($M \geq 6$, numa escala de 1 a 9), o tempo decorrido desde o último evento sísmico e uma estimativa da magnitude do sísmo máximo que determinada falha tem o



Figura 3 - Exemplo de algum material essencial ao desenvolvimento de estudos de paleossismologia.

potencial de gerar. Estes elementos, essenciais à avaliação da perigosidade sísmica, complementam a informação macrossísmica (efeitos nas infraestruturas documentados) de eventos históricos.

Os dados recolhidos permitem a análise quantitativa do potencial sísmogénico de determinadas falhas ativas e a sua integração numa perspetiva de avaliação do perigo para efeitos de elaboração de cartas de risco, ferramenta fundamental no estabelecimento de um planeamento territorial adequado a uma região ativa do ponto de vista sísmico e vulcânico.

Importa ter presente que, tratando-se de uma região ativa, a acumulação de tensões em cada falha faz-se permanentemente, remetendo-nos a cada dia para uma situação mais próxima do limiar de rotura de cada falha ativa que afeta a região e, portanto, mais próxima da possibilidade de virem a registar-se sísmos com capacidade destrutiva.

Caldeiras vulcânicas dos Açores

Processos de formação e erupções associadas

Adriano Pimentel

3 de maio de 2015



Pimentel A., Pacheco J., Self S. (2015). *Bulletin of Volcanology*, 77: 42 (1-26)

As caldeiras são grandes depressões subcirculares de dimensões quilométricas e vertentes íngremes, que normalmente se localizam no topo dos vulcões centrais. Distinguem-se das crateras vulcânicas pelas suas dimensões superiores e processos de formação.

A génese das caldeiras está associada ao colapso total ou parcial do edifício vulcânico em resultado do rápido esvaziamento do reservatório magmático no decurso de erupções explosivas violentas. As erupções formadoras de caldeiras emitem, geralmente, grandes



Figura 1 - Caldeira do vulcão das Sete Cidades, ilha de São Miguel, vista do espaço (Imag. ESA).

volumes de materiais piroclásticos (fragmentos rochosos de origem vulcânica) para a atmosfera. Estes podem ser transportados pelo vento por dezenas ou mesmo centenas de quilómetros e, posteriormente, depositados como produtos de queda ou fluir ao longo das encostas do vulcão como produtos de fluxo e depositar ignimbritos. Um dos exemplos mais recentes da formação de uma caldeira ocorreu em 1991 no Mt. Pinatubo (Filipinas), onde se formou uma caldeira com 2 km de diâmetro durante uma violenta erupção explosiva. Esta causou centenas de vítimas e a destruição de vários povoados circundantes, tendo

paralelamente um impacto considerável no clima, com o decréscimo das temperaturas globais em 0,5°C.

Nos Açores, as caldeiras são um dos elementos mais marcantes das paisagens, em especial as que se encontram parcialmente ocupadas por grandes lagoas, como são os casos das Furnas, Fogo e Sete Cidades, em São Miguel. O estudo dos processos de formação das caldeiras dos Açores tem sido uma das linhas de investigação desenvolvidas pelo Instituto de Investigação em Vulcanologia e Avaliação de Riscos (IVAR), anterior Centro de Vulcanologia e Avaliação de Riscos Geológicos (CVARG).

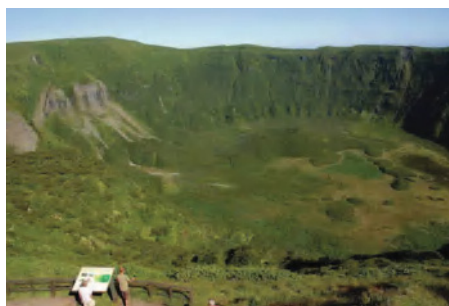


Figura 2 - Vista do interior da caldeira do vulcão Central, ilha do Faial @ Rui Coutinho.

Na sequência de trabalhos realizados, tem-se verificado que as caldeiras

açorianas não se formaram de uma só vez, mas resultam da coalescência de vários colapsos parciais dos edifícios em consequência de diferentes erupções explosivas de magnitude moderada. As caldeiras formadas por este processo são conhecidas como caldeiras de incremento (*incremental calderas* em inglês).

A caldeira das Sete Cidades (Fig. 1) corresponde a um dos exemplos clássicos de uma caldeira de incremento, num estágio avançado de desenvolvimento. A sua morfologia atual de contorno subcircular, e diâmetro médio de 5 km, resulta de pelo menos três fases

distintas de formação ocorridas há 36.000, 29.000 e 16.000 anos. Estas foram caracterizadas por colapsos parciais do edifício, e conseqüente alargamento da caldeira, em resultado de violentas erupções explosivas, marcadas pela produção de importantes volumes de produtos piroclásticos de queda e fluxo de natureza traquítica.

A última erupção vulcânica associada à formação de uma caldeira nos Açores ocorreu há apenas 1000 anos no vulcão Central, ilha do Faial. Esta erupção foi responsável pela formação da atual caldeira com cerca de 2 km de diâmetro e 400 m de profundidade (Fig. 2). O estudo detalhado dos produtos emitidos durante esta erupção explosiva, realizado no âmbito de uma tese de doutoramento do CVARG, permitiu reconstituir a sequência de eventos que levou ao colapso do topo do edifício vulcânico.

A erupção em causa corresponde ao último grande evento explosivo do vulcão Central. Tratou-se de uma erupção de natureza traquítica e magnitude moderada com três fases distintas. A primeira fase foi caracterizada por uma série de explosões freatomagmáticas,



Figura 15 - Depósitos vulcânicos produzidos durante a erupção de há 1000 anos do vulcão Central. (a) Alternância entre leitos de cinzas finas e grosseiras. (b) Detalhe do depósito de pedra-pomes de queda. (c) Aspeto geral do ignimbrito, onde se observam troncos carbonizados.

devido ao contacto entre o magma em ascensão pela conduta e um aquífero ou charco no topo do vulcão. Durante esta fase formaram-se colunas eruptivas instáveis, que colapsaram e originaram produtos piroclásticos de fluxo, tendo-se depositado uma sequência de leitos de cinzas finas e grosseiras (Fig. 3a). Numa segunda fase, a erupção tornou-se mais estável com o alargamento da conduta e a formação de uma coluna eruptiva sub-Pliniana, que depositou um

espesso leito de pedra-pomes de queda (Fig. 3b). A fase final da erupção foi marcada pelo colapso da coluna eruptiva sub-Pliniana e a produção de extensos produtos piroclásticos de fluxo que cobriram parcialmente a metade norte do Faial com um ignimbrito (Fig. 3c). Paralelamente, à medida que o magma foi sendo extraído do reservatório magmático, o topo do edifício tornou-se instável, tendo colapsado parcialmente e dado origem à caldeira que se observa no vulcão Central. Para além do esvaziamento do reservatório, o colapso do edifício foi também favorecido pelas falhas distensivas que atravessa toda a ilha.

O estudo realizado permitiu ainda concluir que o processo de formação da caldeira do vulcão Central representa o estágio inicial de desenvolvimento de uma caldeira de incremento, à semelhança do que já aconteceu noutros vulcões açorianos.

O Vulcão das Furnas corresponde a um vulcão central com caldeira (figura 1), tendo entrado em erupção pela última vez em 1630. A sua atividade eruptiva tem apresentado um carácter essencialmente explosivo, emitindo material de natureza traquítica (s.l.). Embora a maioria da sua atividade eruptiva se desenvolva no interior da caldeira, onde ocorreram pelo menos 10 erupções nos últimos 5000 anos, foram ainda identificados centros eruptivos no seu exterior, resultantes de atividade estromboliana.

Apesar do seu estado de repouso atual, são diversas as manifestações de vulcanismo secundário que podem ser detetadas à superfície deste vulcão. Algumas destas manifestações como a presença de campos fumarólicos, de nascentes termais e de nascentes gasocarbónicas são facilmente observáveis. No entanto, a identificação de zonas de desgaseificação difusa através dos solos, isto é, da emissão de gases de forma permanente, não focalizada e invisível, só é possível através da utilização de equipamento específico.



Figura 1 - Caldeira do Vulcão das Furnas

No Vulcão das Furnas, os principais gases emitidos por desgaseificação difusa são o radão (^{222}Rn) e o dióxido de carbono (CO_2).

O estudo do radão pode fornecer informações importante sobre o estado de atividade de determinado sistema vulcânico. O radão é um gás radioativo natural, incolor e inodoro, que resulta da cadeia de decaimento do urânio (^{238}U) e tem um período de semi-vida de apenas 3,82 dias, após o qual decai. Assim, o radão medido à superfície resulta, normalmente, da presença de uma fonte em níveis mais superficiais no sistema vulcânico

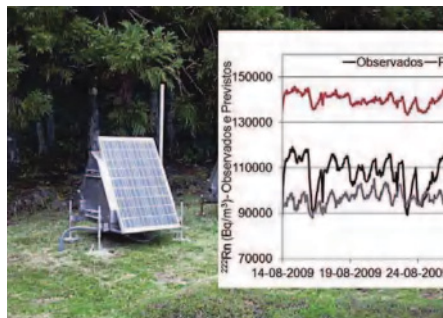


Figura 2 - Estação de monitorização contínua de radão no solo do CVARG/CIVISA e gráfico com os dados registados pelo equipamento (observados), com os dados calculados através da aplicação do modelo elaborado (previstos) e com os dados filtrados (resíduos)

ou das rochas e do solo existentes nas imediações do ponto de amostragem.

No entanto, quando na presença de um agente de transporte eficiente, como o dióxido de carbono ou temperaturas anómalas, o radão presente em níveis mais profundos e até no magma pode atingir a superfície. Anomalias de

radão associadas a erupções vulcânicas foram observadas em vulcões como: o Karymsky (Rússia), o Kilauea (E.U.A.), o Popocatepetl (México) e o Etna (Itália).

As anomalias de radão num sistema vulcânico podem estar relacionadas com processos que ocorrem em profundidade como: a) um incremento da permeabilidade do sistema resultado, por exemplo, de um incremento da atividade sísmica; b) um aumento da velocidade de migração de gases devido, por exemplo, à presença de gases de arraste (gases que quando ascendem transportam o radão até à superfície); c) um aumento da temperatura que pode conduzir à libertação do radão dissolvido no sistema hidrotermal ou presente nas rochas ou d) um aumento da emissão de radão devido a uma intrusão magmática. No entanto, as variações de radão no solo podem também ser influenciadas por variáveis externas, como variações de parâmetros meteorológicos, que podem interferir com a libertação e transporte de radão nas zonas mais superficiais. Assim, identificar, compreender e filtrar a influência das variáveis externas é fundamental para que se possa identificar eventuais anomalias relacionadas com processos que ocorrem em profundidade.

Aproveitando o atual período de repouso do Vulcão das Furnas, foi realizado um ensaio de monitorização contínua de radão no solo. Este ensaio decorreu entre 2005 e 2011, em três pontos de amostragem distintos, e teve como principais objetivos estudar a variação temporal do radão no Vulcão das Furnas e definir o ruído de fundo para este vulcão, isto é, perceber as variações de radão que são consideradas normais. Aos dados obtidos foram aplicadas duas metodologias estatísticas, a análise de regressão multivariada e a análise espectral. A aplicação destas metodologias permitiu identificar as variáveis externas que têm influência na variação do radão no solo e a criação de modelos que

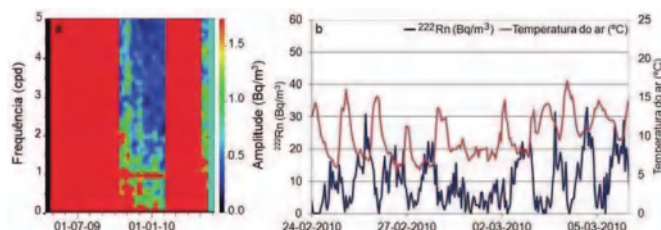


Figura 16 - Variações diárias e sazonais da série temporal do radão: a- espectrograma onde se observa um comportamento distinto nos períodos “Inverno”/“Verão” e variações cíclicas diárias no período de “Inverno” e b- variações diárias das séries temporais de radão e da temperatura do ar.

permitem filtrar essa influência (figura 2). Verificou-se que a influência das variáveis externas pode ser considerável podendo explicar, em alguns casos, até 73,6% das variações observadas. Foi ainda possível identificar um

comportamento sazonal das variações de radão no solo, cujos valores são mais elevados no período de “Verão” do que no período de “Inverno” (figura 3a). Durante o período de Inverno foi também possível identificar variações cíclicas diárias (figura 3b), associadas às variações da temperatura do ar, da humidade relativa do ar e da velocidade do vento.

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito de um projeto de doutoramento financiado pela Direção Regional da Ciência e Tecnologia (DRCT) e os principais resultados foram discutidos e publicados recentemente a nível internacional no “*The European Physical Journal Special Topics*”.

Fajãs detriticas costeiras com sistemas lagunares constituem locais de elevada riqueza geológica, biológica e paisagística. É do conhecimento geral que a formação de fajãs detriticas costeiras está intrinsecamente ligada à evolução de vertentes litorais alcantiladas, típicas em ilhas vulcânicas, e aos processos de desmonte associados a esta evolução (e.g. 'quebradas').

Não obstante este conhecimento, pouco se conhece acerca dos processos que concorrem para a génese de fajãs detriticas costeiras que exibem sistemas lagunares, nomeadamente qual o papel que a interação entre processos de colapso gravítico das vertentes e os processos inerentes à dinâmica costeira assumem nessa génese, e como é que essa interação se processa.

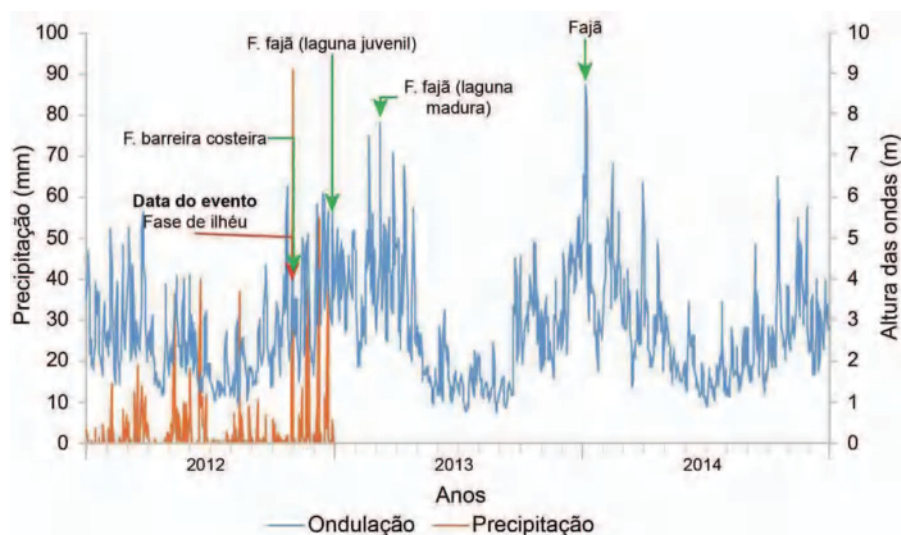
A importância deste tipo de fajãs resultou na criação de legislação específica para a proteção e conservação destas estruturas e do que elas envolvem (Decreto Legislativo Regional 32/2000/A, de 24 de Outubro). Assim, desde 2016 as fajãs de São Jorge fazem parte das reservas da Biosfera da UNESCO.

A 30 de outubro de 2012, no decorrer de um fenómeno meteorológico extremo, ocorreu um colapso gravítico de um sector da costa oeste da ilha do Corvo, que resultou na acumulação de detritos formando um ilhéu com o extremo mais distante a cerca de 700 m da ilha. O que sucedeu aos detritos resultantes deste colapso proporcionou à comunidade científica, uma oportunidade única para investigar a génese de fajãs com lagunas costeiras.



Nos dias (e meses) que se seguiram ao evento, o ilhéu de detritos formado no domínio litoral da ilha do Corvo migrou em direção a esta, resultando na formação de uma barreira detritica, com uma orientação este-oeste. O extremo oeste desta barreira migrou para norte, acabando por conectar-se à costa da ilha do Corvo, aprisionando uma porção de mar, formando uma laguna. Esta laguna, com cerca de 74 000 m² (cerca de 7 campos de futebol) possuía uma embocadura de maré, semelhante à que se encontra na Fajã da Caldeira de Santo Cristo (São Jorge). Após alguns meses, o tamanho da laguna reduziu significativamente sendo depois identificado não uma laguna, mas várias lagunas de

menor dimensão. Aquando da passagem do furacão “Cristina” pelos Açores, os sedimentos migraram de forma abrupta em direção à costa, resultando no desaparecimento das lagunas, ocorrendo só esporadicamente a formação de pequenos charcos resultantes da precipitação e de águas de escorrência da encosta. A esta nova acumulação de sedimentos no sopé da arriba deu-se o nome de “Fajã dos Milagres”. Estas observações foram possíveis com base no recurso a fotos que foram gentilmente cedidas por habitantes locais e entidades públicas, e também pela utilização de imagens de satélite, estas últimas permitindo colmatar os períodos em que não foram recolhidas fotos no local. Com base em todo o acervo de imagens foram efetuadas reconstruções gráficas com recurso a um sistema de informação geográfica. Também, e para compreender o papel que da agitação marítima e as correntes associadas tiveram na modelação da “Fajã dos Milagres”, bem como as variações meteorológicas registadas ao longo da evolução da fajã, foram solicitados os dados ao Instituto Português do Mar e Atmosfera (IPMA) e Instituto Hidrográfico (IH) que os cederam de forma pronta e gentil.



Com base nas reconstruções, nos dados de agitação marítima, nos meteorológicos e na análise da geomorfologia do local (em especial a batimetria), concluiu-se que a formação de fajãs com lagunas não é um resultado fortuito de uma rutura de vertente (e.g. 'quebrada'), mas sim o resultado da ação forçadora e modeladora das ondas do mar e correntes associadas sobre os sedimentos dos depósitos de detritos acumulados no domínio litoral. Tendo em conta as nossas observações, foram definidas cinco fases evolutivas: a fase de ilhéu; fase de barreira costeira (braço); fase de fajã com sistema lagunar juvenil; fase de fajã com sistema lagunar maduro; e finalmente fase de fajã (sem sistema lagunar). Transpondo as observações e ilações efetuadas para a Fajã dos Milagres, a Fajã da Caldeira de Santo Cristo encontra-se atualmente na fase de fajã com sistema lagunar juvenil e a Fajã dos Cúberes encontra-se na fase de fajã com sistema lagunar maduro.

Fumarolas

Janelas para o interior da Terra

Fátima Viveiros

7 de outubro de 2018



Caliro S., Viveiros F., Chiodini G., Ferreira, T. (2015). *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 168: 43-57.

No arquipélago dos Açores é possível encontrar diversas manifestações de vulcanismo secundário, ou seja, indicadores da atividade dos vulcões que formam as ilhas dos Açores. As fumarolas (vulgarmente conhecidas como “caldeiras”) e as nascentes termais e de água gasocarbónica constituem as emissões visíveis destes fenómenos de desgaseificação e são, sem dúvida, imagens de marca das nossas ilhas com grande interesse turístico.

Para além de atração turística, as fumarolas podem fornecer informações preciosas sobre os processos que ocorrem no interior da Terra e têm sido alvo de vários estudos científicos por parte dos investigadores do IVAR (Instituto de Investigação em Vulcanologia e Avaliação de Riscos da Universidade dos Açores) e do CIVISA (Centro de Informação e Vigilância Sismovulcânica dos Açores). As fumarolas dos Açores apresentam temperaturas máximas próximas de 100°C e os principais gases libertados são o vapor de água (mais de 90% dos gases), o dióxido de carbono e o sulfureto de hidrogénio, este último responsável pelo cheiro particular a enxofre reconhecido pela população. Podem-se medir também em quantidades menores o hidrogénio, o hélio, o oxigénio, o árgon, o metano, o azoto, o monóxido de carbono e o radão.



Figura 1 - Fumarola do Asmodeu localizada no Vulcão das Furnas. Em agosto de 2017 esta fumarola foi palco de uma explosão hidrotermal.

Os estudos desenvolvidos ao longo das últimas décadas têm tido ampla aplicação, nomeadamente:

- Na **monitorização dos vulcões ativos** para identificar variações que possam estar relacionadas com alterações no sistema em profundidade e que possam auxiliar na previsão de uma futura erupção vulcânica.
- Na **deteção de eventuais gases tóxicos** que possam ser libertados e prejudiciais para os seres vivos. Nas fumarolas dos Açores os principais gases libertados em quantidades suficientes para ter impacto para o ser humano são o dióxido de carbono, o sulfureto de hidrogénio e o radão. Deve-se, contudo, referir que os gases libertados das fumarolas para a atmosfera diluem-se no ar e não se acumulam, normalmente, em concentrações consideradas perigosas ao ar livre. A delimitação de áreas de segurança em torno das fumarolas prende-se essencialmente com as elevadas temperaturas que, em caso de contacto direto, podem causar queimaduras graves e colocar inclusivamente em risco a vida humana.
- Na **quantificação dos gases emitidos para a atmosfera**, alguns dos quais são gases que contribuem para o efeito de estufa, como é o caso do dióxido de carbono e do metano.

No caso do Vulcão das Furnas foram estimados serem libertadas cerca de 50 toneladas por dia de dióxido de carbono dos campos fumarólicos ali existentes, e esta contribuição natural deve ser considerada em termos de impacto nas alterações climáticas.

- Na **exploração dos recursos geotérmicos** ao possibilitar estimar as temperaturas de alimentação dos sistemas em profundidade e que podem ter aplicações em termos de reconhecimento de áreas com potencial para a exploração geotérmica. As temperaturas máximas medidas à superfície das fumarolas rondam os 100°C, mas através do conhecimento de equilíbrios químicos dos gases libertados é possível inferir que estes se formaram a temperaturas mais elevadas. Por exemplo, no Vulcão das Furnas existem fumarolas que resultam de sistemas em profundidade com temperaturas em torno de 270°C e no Vulcão do Fogo as temperaturas máximas inferidas para o sistema geotérmico que alimenta as fumarolas das Caldeiras da Ribeira Grande e da Caldeira Velha são de 259°C. De facto, a utilização de energias renováveis, como a energia geotérmica, constitui um grande desafio da Sociedade atual pela urgente necessidade de substituir os combustíveis fósseis e reduzir a pegada do carbono, mantendo os consumos energéticos atuais. A utilização da informação indireta obtida nas fumarolas é fundamental não só para selecionar áreas com maior calor e, conseqüentemente, com maior potencial de exploração, mas também para avaliar se a exploração do recurso geotérmico causa alterações nos sistemas naturais existentes.



Figura 2 - Campo fumarólico das Furnas do Enxofre (Ilha Terceira)

- Na **compreensão dos processos da origem da Vida na Terra**, pois é possível encontrar inúmeros seres vivos associados aos ambientes extremos de temperatura e composição dos gases que se encontram nas fumarolas. Estes ambientes constituem laboratórios naturais de excelência que permitem inferir condições para a origem da Vida no planeta. Para além destes estudos, existem também linhas de investigação atuais que pretendem utilizar os campos fumarólicos como análogos para inferir da possível existência de Vida extraterrestre. Os investigadores do IVAR-CIVISA têm participado em alguns desses estudos com colegas da área da Astrobiologia para estudar indicadores de Vida no planeta Marte. A Astrobiologia é uma Ciência que visa compreender a origem e evolução da Vida quer na Terra, quer em outras partes do Universo.

Os lagos localizados em regiões vulcânicas ativas podem sofrer modificações morfológicas e físico-químicas mais ou menos acentuadas em resultado de diversos fatores, que estão associados à interação, direta ou indireta, com os sistemas magmáticos.

Nos Açores existem cerca de 88 lagos, distribuídos pelas ilhas de São Miguel, Terceira, Graciosa, Pico, Flores e Corvo, e alguns estudos anteriores sugerem que a composição química de algumas destas massas de água é também influenciada pelo vulcanismo.

A comunidade científica internacional tem vindo a dar uma crescente importância ao estudo de lagos vulcânicos, até porque o estudo destas massas de água pode constituir uma ferramenta útil no âmbito da monitorização multiparamétrica de possíveis eventos vulcânicos. Adicionalmente, como o dióxido de carbono (CO_2) é um dos principais gases libertados em regiões vulcânicas, a quantificação do fluxo de CO_2 a partir da superfície de lagos vulcânicos, assim como a identificação de zonas preferenciais de desgaseificação, é um tema emergente e com impacto em termos de alterações climáticas.

O Instituto de Vulcanologia e Avaliação de Riscos (IVAR) da Universidade dos Açores tem



Figura 1 - Medição de fluxo de CO_2 com recurso a estação portátil com câmara de acumulação flutuante

vindo a desenvolver desde há mais de uma década investigação sobre a interação entre os lagos e o vulcanismo nos Açores. Mais recentemente, o IVAR desenvolveu um projeto com o objetivo de proceder à quantificação exaustiva da desgaseificação difusa nos lagos vulcânicos existentes no arquipélago, tendo já procedido a trabalhos de campo em 45 destas massas de água. No decurso dos trabalhos de campo foram efetuadas amostragens de água a várias profundidades, assim como medições do fluxo de CO_2 libertado à superfície destes lagos, estas últimas de acordo com uma rede densa, que totaliza já 16.119 pontos de amostragem.

As medições de fluxo de gás são efetuadas com recurso a um equipamento portátil (Figura 1) e os dados obtidos são tratados com vários métodos estatísticos de forma a quantificar o total de gás libertado para a atmosfera, assim como a sua origem que, para além de vulcânica, pode também estar relacionada com processos biológicos

A Lagoa das Furnas, na ilha de São Miguel, constitui um exemplo interessante dos resultados deste projeto pioneiro na região. Nesta lagoa, efetuaram-se duas campanhas de amostragem de fluxo de CO_2 ao longo da superfície do lago, uma depois do período quente do ano (verão) e outro no período frio (inverno), perfazendo respetivamente, 1537 e 2577 medições de fluxo de CO_2 (Figura 2). Os resultados obtidos permitiram identificar duas origens diversas para o gás libertado, um origem biogénica e outra claramente vulcânica. Esta origem proveniente de profundidade está associada à desgaseificação visível à superfície do lago, pois nalguns locais os observadores mais atentos podem ver inclusivamente a libertação de bolhas de gás à superfície (Figura 3).

A quantidade total de CO₂ que é emitido para a atmosfera a partir da superfície da Lagoa da Furnas foi estimada entre 52 t d⁻¹(toneladas por dia) e 600 td⁻¹. A diferença observada entre as duas campanhas de amostragem deve-se, no caso dos valores mais baixos, à coluna de água se encontrar estratificada em resposta ao gradiente de temperatura, o que implica que o CO₂ acaba por ficar retido em profundidade no período de verão. Os resultados obtidos na Lagoa das Furnas permitem incluir esta massa de água no grupo de lagos vulcânicos que em todo o mundo emitem uma maior quantidade de CO₂ para a atmosfera por área (Andrade et al., 2016).

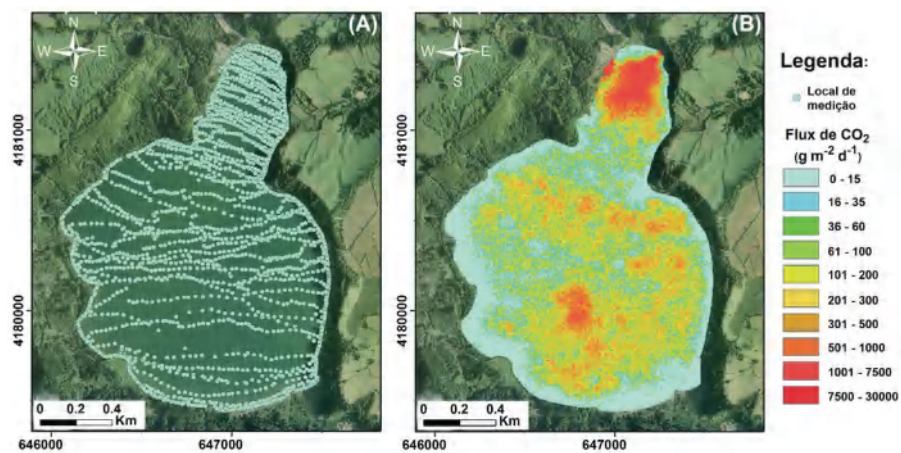


Figura 2 - (A) Rede de amostragem e (B) mapa de fluxo de CO₂ na Lagoa das Furnas referente à 2ª amostragem

Os resultados deste estudo podem contribuir para a vigilância sismo-vulcânica nos Açores, pois incrementos nos valores agora conhecidos podem constituir evidências da eventual ocorrência de alterações em profundidade associadas à atividade vulcânica.

Apostar na energia geotérmica na Região Autónoma dos Açores

António Trota

20 de outubro de 2019



A procura de energia, nas suas mais diversas formas, tem, a nível global, crescido nas últimas décadas. A transição para as energias mais limpas, as renováveis (hídrica, solar, eólica, geotérmica), em detrimento das fontes fósseis tem sido, a nível global, crescente e sustentada. Em 2018, cerca de 18,1% da energia consumida a nível mundial foi de fontes renováveis. Pese embora a forte aposta nas renováveis, infelizmente, em 2018 verificou-se um aumento de 1,7% das emissões de CO₂ que, em grande parte, pode ser atribuído ao aumento de 11%, a nível mundial, dos apoios aos combustíveis fósseis. Esperamos que seja apenas uma fase transitória e pontual. O consumo energético em energias renováveis em 2018 atingiu a cifra de 630 Peta joules, sendo cerca de metade em produção elétrica e a outra metade em calor. O grosso da produção renovável em 2018 foi maioritariamente proveniente das energias hídrica, eólica e solar. A nível mundial, a energia geotérmica contribui com uma pequena percentagem para a produção das energias renováveis. Excluindo as bombas de calor, a potência elétrica geotérmica instalada em 2018 foi de 13,3 GW (para um total das renováveis de 2378 GW), sendo que nos usos diretos geotérmicos a potência instalada é de 26 GW. Pese embora a reduzida expressão da produção geotérmica a nível mundial, nos Açores o cenário é distinto.



Devido ao seu enquadramento geodinâmico e vulcânico, a maior parte das ilhas açorianas apresenta elevados fluxos de calor, com fortes gradientes geotérmicos. Entre outras consequências, o elevado gradiente geotérmico permite, com furos relativamente profundos (entre 500 a 1000 metros), alcançar temperaturas acima de 230° nos reservatórios geotérmicos naturais. A potência elétrica geotérmica atual instalada nos Açores é de 26,3 MW, distribuída por São Miguel (CGRG, 13 MW, e Pico Vermelho, 10 MW) e Terceira (Pico Alto, 3,5 MW); não existem dados disponíveis para a avaliação da potência térmica associada aos usos diretos. A potência elétrica renovável instalada nos Açores é de 78 MW enquanto a potência máxima (energia produzida), entre janeiro e abril de 2019, foi de 127,1 MW. A contribuição da energia geotérmica (elétrica) para o consumo elétrico nos Açores entre janeiro e abril de 2019 foi de 26,2%, sendo que em São Miguel, a percentagem foi de 41,5%. A produção geoeletrica é estável (disponibilidade acima dos

95%), fiável, funcionando na base do sistema de produção. Desconhecem-se, em rigor, os recursos geotérmicos dos Açores, nomeadamente os de baixa entalpia (abaixo dos 100°C). Essa avaliação, a desenvolver no âmbito dos trabalhos de prospeção geológica, deverá permitir, entre outros aspetos, a identificação e avaliação preliminar dos reservatórios geotérmicos naturais, permitindo a sua preservação e ou exploração sustentada, orientando os investimentos (públicos e privados) para as zonas mais promissoras. A exploração de águas quentes para fins terapêuticos e de lazer, associadas às manifestações dos sistemas hidrotermais, tem vindo a crescer fortemente nos Açores, nomeadamente na ilha de São Miguel. No entanto, o potencial disponível é muito elevado e só uma pequeníssima parte está a ser aproveitada.



Enquanto nos casos dos recursos geotérmicos de alta e baixa entalpia estamos cingidos à proximidade do recurso (proximidade ao reservatório), no âmbito da muito baixa entalpia, o recurso está presente em qualquer lado. As bombas de calor geotérmicas, pelo uso do calor da Terra através de sondas geotérmicas (instaladas entre a superfície e aproximadamente os 200 metros) permitem o fornecimento alternado de calor e frio às habitações, usando a mesma instalação; isto é, no Inverno retiramos calor da Terra e no Verão devolvemos o calor à Terra. Até à presente data, não existem sistemas destes instalados nos Açores. Entre as alterações necessárias a implantar para a mudança de paradigma, isto é, o aumento significativo da utilização da energia geotérmica nos Açores, nomeadamente de baixa a muito baixa entalpia, destacam-se: conhecimento aprofundado dos recursos existentes; sistemas de captação mais eficazes; sistemas de transporte, distribuição e utilização da água mais eficientes, potenciando o uso da água em cascata; alterações nos processos de licenciamento, permitindo maior celeridade, sem perda de rigor processual; formação técnica de projetistas e instaladores. O uso de recursos endógenos, entre outros, defende os Açores da instabilidade frequente do mercado mundial da energia e das alterações climáticas.

O projeto QUAKEWATCH – “Sistema de Informação e Vigilância Sísmica para Mitigação do Risco Sismovulcânico nos Açores”, financiado pelo Programa Operacional dos Açores 2020, através do Eixo Prioritário 5 - Alterações Climáticas e Gestão de Riscos, decorreu entre 2017 e 2019 e visou a prevenção do risco sismovulcânico, através do melhoramento e operacionalização da Rede de Monitorização Sísmica do Centro de Informação e Vigilância Sismovulcânica dos Açores (CIVISA) e da afetação permanente de uma equipa multidisciplinar à monitorização, assim como o desenvolvimento de sistemas e interfaces de informação e de alerta para a criação de capacidade de comando e controlo na área de proteção civil.

Desde o povoamento do arquipélago dos Açores, são inúmeros os indícios geológicos e geomorfológicos e as referências documentais relativas à ocorrência de eventos geológicos com carácter danoso, nomeadamente sismos, erupções vulcânicas, degaseificação, movimentos de vertente e tsunamis, que refletem o peculiar enquadramento geográfico e geodinâmico do arquipélago. Neste contexto, são muitos os documentos que relatam mortes de pessoas e animais, destruição de culturas, estradas e infraestruturas, demonstrando o impacte socioeconómico que os perigos geológicos têm na região. Casos há em que alguns eventos, pela sua magnitude e/ou intensidade dos seus danos, se pode considerar terem mudado o rumo da História dos Açores (ex. sismo de 22 de outubro de 1522 que subverteu Vila Franca do Campo).

A complexidade estrutural da região, bem patente na diversidade de estruturas geomorfológicas e tectónicas, tem promovido a elaboração de vários modelos orientados para a análise evolutiva da Junção Tripla dos Açores, não existindo um consenso sobre qual o mais adequado à realidade. Não obstante, certo é que os sismos constituem uma das maiores ameaças naturais ao desenvolvimento sustentável do arquipélago dos Açores, tendo este sido afetado desde o seu povoamento, em meados do séc. XV, por 31 eventos destruidores, dos quais 12 ocorreram no séc. XX.



Figura 1 - Centro de Operações de Emergência do CIVISA

Neste contexto, o projeto QUAKEWATCH teve por base a promoção do melhoramento das políticas públicas em áreas como as da proteção civil, segurança e ordenamento do

território e, com base nos seus resultados, contribuir para a sustentabilidade económica e o bem-estar social dos Açores.

Com a expansão das áreas urbanas e a construção desmesurada de novas urbanizações, vias de comunicação e outras infraestruturas, torna-se essencial que haja um planeamento territorial sólido e estruturado, que considere as condicionantes físicas do território com vista a uma ocupação sustentável e à mitigação do risco associado a fenómenos naturais. Fruto da elevada reincidência e/ou do impacte que os perigos sismovulcânicos têm tido na economia e na sociedade açoriana, o seu estudo e acompanhamento deverá ser considerado como imperativo numa sociedade que pretende estar em harmonia com o meio natural em que se insere. Para tal, no âmbito do projeto, foram implementadas e melhoradas várias estações sísmicas no que concerne aos sismómetros, sistemas de alimentação e de transmissão. Tais ações abonam na qualidade e na completitude das séries temporais dos dados de monitorização que, por sua vez, permitem caracterizar e melhorar o nível de conhecimento da atividade sísmica do arquipélago dos Açores, de forma a estabelecer níveis de referência para as diferentes regiões sismogénicas. Por outro lado, no que respeita à assessoria técnico-científica que o CIVISA presta ao Serviço Regional de Proteção Civil e Bombeiros dos Açores (SRPCBA), foi possível desenvolver/atualizar os sistemas de aviso e alerta, aplicações informáticas e protocolos de comunicação entre as instituições, para suporte à tomada de decisão.



Figura 2 - Cave sísmica (esq.) e sismómetro de banda larga (dir.) pertencentes à Rede Sísmica Permanente do CIVISA

O CIVISA possui atualmente uma rede permanente de monitorização sísmica constituída por 37 estações (33 estações analógicas de curto período e quatro estações digitais, das quais uma de curto período e três de banda larga), distribuídas por todas as ilhas dos grupos oriental e central. A transmissão de dados, intra e inter-ilhas, é efetuado de forma complementar por uma rede de radiocomunicações que integra uma rede de rádios UHF, do CIVISA, e equipamentos digitais com tecnologia IP, pertencentes à Rede Integrada de Telecomunicações de Emergência da Região Autónoma dos Açores (RITERAA).

O Complexo Científico no polo universitário de Ponta Delgada da Universidade dos Açores numa representação de um registo fotográfico, preserva os traços da sua arquitetura. A entrada principal do edifício é destacada a cinzento vulcânico em harmonia com as linhas verticais e horizontais sobre um fundo verde que se vincula à natureza dominante.

No livro o frulho, uma ave endémica dos Açores, a montanha do Pico e as fumarolas no Vale das Furnas figuram as secções Ciências da Vida, Ciências do Ambiente e Ciências da Terra.

Camila Cota

É com o maior gosto que vemos agora publicado em livro os artigos do UAciência que, entre 2012 e 2019, investigadores da Universidade dos Açores publicaram no Açoreano Oriental/Açores Magazine e Açores TSF.

O mérito deste trabalho foi reconhecido pela Ciência Viva que atribuiu em 2015 o Prémio Ciência Viva Media ao UAciência, a que o investigador Armindo Santos Rodrigues e a jornalista Ana Melo dão vida. Os artigos partem de um tema central, construído a partir de trabalho publicado em revista científica da especialidade, e são escritos numa linguagem clara e adequada, ilustrados com fotografias apelativas e dirigido a um público não especializado.

O Prémio Ciência Viva Media foi criado em 2012 para distinguir anualmente um trabalho de mérito excecional na divulgação da ciência e da tecnologia num órgão de comunicação social português. Juntamente com o Grande Prémio Ciência Viva e o Prémio Ciência Viva Educação, destinam-se a contribuir para a melhoria da qualidade da comunicação pública de ciência e do jornalismo científico, essenciais para o acesso de todos os cidadãos ao conhecimento e cultura científica.

Com o UAciência o conhecimento produzido pelos cientistas passou a ser acessível aos cidadãos de forma direta e clara nas escolas, nas empresas, nas mesas dos cafés ou nos instrumentos eletrónicos que são cada vez mais uma janela para o mundo. A expansão para a rádio é um exemplo feliz da dinâmica deste projeto, tirando partido de diferentes media e canais de comunicação para fazer chegar a cultura científica a todos.

A versão que agora se publica é um contraponto ao carácter efémero – mas sempre muito importante - da comunicação social. Deixará um registo no formato que até agora melhor tem sobrevivido à mudança dos tempos para que outros se inspirem: o livro.

Rosalia Vargas

Presidente da Ciência Viva



**GOVERNO
DOS AÇORES**