



# ARQUIPELAGO

LIFE AND MARINE SCIENCES

## THE SEA OF THE AZORES: SCIENTIFIC FORUM FOR DECISION SUPPORT

G.P. Carreira, R.M. Higgins, F. Cardigos & F. Porteiro (Eds)

## **ARQUIPELAGO**

Life and Marine Sciences

### SCOPE

*ARQUIPELAGO* - Life and Marine Sciences, publishes annually original scientific articles, short communications and reviews on the natural and marine environment of Atlantic oceanic islands and seamounts.

### PUBLISHER

University of the Azores  
Rua da Mãe de Deus, 13A  
PT – 9501-801 Ponta Delgada, Azores, Portugal.

### EDITOR

Helen Rost Martins  
Phone: + 351 292 207 400 / 428 - Fax: +351 292 207 811  
E-mail: hmartins@uac.pt

### INTERNET RESOURCES

<http://www.arquipelago.info>  
Journal information, instructions to authors and free access to all papers.

### FINANCIAL SUPPORT

OMA – Observatório do Mar dos Açores, Horta

### EDITORIAL SECRETARIAT

Helen R. Martins, Ruth Higgins, José Gomes Pereira, Emmanuel Arand.

### EDITORIAL COMMITTEE

Paulo V. Borges, Angra do Heroísmo; José Azevedo, Ponta Delgada; João Gonçalves, Horta.

### ADVISORY BOARD

Miguel A. Alcaraz, Barcelona, Spain; Alan B. Bolten, Gainesville, Florida, USA; António B. de Sousa, Lisboa, Portugal; Richard D.M. Nash, Bergen, Norway; Erik Sjögren, Uppsala, Sweden; Charles H.J.M. Fransen, Leiden, Netherlands; George R. Sedberry, Georgia, USA; Hanno Schäfer, München, USA; Tony Pitcher, Vancouver, Canada.

### **Indexed in:**

*Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts (ASFA), Biological Abstracts, BIOSIS Previews, Zoological Record, ISI Web of Knowledge, Directory of Open Access Journals (DOAJ)*

Cover image: European fanworm *Sabella spallanzanii* by Marco Aurélio Santos

***This supplement should be cited as follows:***

Carreira, G.P., R.M. Higgins, F. Cardigos & F.M Porteiro (Eds). 2014. The sea of the Azores: scientific forum for decision support. *Arquipelago*. Life and Marine Sciences. Supplement 8.

Carreira, G.P., R.M. Higgins, F. Cardigos & F.M Porteiro (Eds) 2014. Conhecer o mar dos Açores: fórum científico de apoio à decisão. *Arquipelago*. Life and Marine Sciences. Supplement 8.

EDITORS

*Gilberto M. P. Carreira*

Direção Regional dos Assuntos do Mar  
Secretaria Regional do Mar, Ciência e Tecnologia  
Colónia Alemã - Apartado 140  
9900-014 Horta  
Phone: + 351 292 240 564  
Fax: + 351 292 240 900  
E-mail: gilberto.mp.carreira@azores.gov.pt

*Ruth M. Higgins*

IMAR-DOP, University of the Azores  
Rua Professor Doutor Frederico Machado  
9901-862 Horta  
Phone: +351 292 200 400  
Fax: +351 292 200 411  
E-mail: ruth@uac.pt

*Frederico Cardigos*

IMAR-DOP, University of the Azores  
Rua Professor Doutor Frederico Machado  
9901-862 Horta  
Phone: +351 292 200 400  
Fax: +351 292 200 411  
E-mail: fcardigos@gmail.com; frederico@uac.pt

*Filipe J. M. Porteiro*

Direção Regional dos Assuntos do Mar  
Secretaria Regional do Mar, Ciência e Tecnologia  
Colónia Alemã - Apartado 140  
9900-014 Horta  
Phone: + 351 292 240 569  
Fax: + 351 292 240 900  
E-mail: filipe.jm.porteiro@azores.gov.pt

ORGANIZATION



**Governo dos Açores**



CONTENTS	PAGE
WORKSHOP PROGRAMS / PROGRAMAS DOS WORKSHOPS	v
FOREWORD / PREFÁCIO	xii

---

The Sea of the Azores: Scientific Forum for Decision Support I, 12-19 January 2011

GUI M. MENEZES, EVA GIACOMELLO & ALEXANDRA ROSA	
Monitoring demersal and deep-water fishes in the Azores	3
Campanhas de monitorização das espécies demersais e de profundidade nos Açores	4
VERÓNICA C. NEVES	
Present status of the Roseate Tern in the Azores	7
O estatuto de conservação actual do Garajau Rosado nos Açores	7
ALISON L. NEILSON, ROSALINA GABRIEL, ANA MOURA ARROZ & ENÉSIMA MENDONÇA	
How do we understand the sea? Perspectives from the Azores and Newfoundland	9
Como compreendemos o mar? Perspetivas dos Açores da e Terra Nova	10
LUZ PARAMIO; F. VELOSO GOMES; F. LOPES ALVES & J. PORTEIRO	
Governance for Ocean Sustainability: Challenges for Azores	13
Governança para a Sustentabilidade do Oceano: Desafios para os Açores	14
MÁRIO RUI PINHO	
Fisheries Stock assessment in the Azores	15
Avaliação de Recursos pesqueiros nos Açores	16

The Sea of the Azores: Scientific Forum for Decision Support II, 2-5 June 2012

ANA RITA S.G.C. ABECASIS	
Understanding local views on marine conservation: a case study	21
Percepções locais sobre conservação marinha: um caso-estudo nos Açores	23
PEDRO AFONSO; FRÉDÉRIC VANDEPERRE; JORGE FONTES & FILIPE PORTEIRO	
Conservation of Pelagic Elasmobranchs in the Azores	25
Conservação de Elasmobrânquios Pelágicos nos Açores	28
PATRÍCIA AMORIM & FERNANDO TEMPERA	
Marine Habitat mapping in the Azores: Project MeshAtlantic	31
Mapeamento dos habitats marinhos nos Açores: Projecto MeshAtlantic	34
MARIA DO CARMO BARRETO, ANA M.L. SECA, VERA GOUVEIA & ANA I.A.A. NETO	
Pharmacological potential of azorean macroalgae	39
Potencial farmacológico de macroalgas dos Açores	40

The Sea of the Azores: Scientific Forum for Decision Support

MIRKO DE GIROLAMO, CHRISTOPHER K. PHAM, E. SILVA, CARLA NUNES, JOÃO RODEIA & EDUARDO ISIDRO	
The project CRACAS: advances in genetic tools and hatchery techniques	43
O projecto CRACAS: avanços nas ferramentas genéticas e de cultivo larval	44
DANIELA GABRIEL, MANUELA I. PARENTE & SUZANNE FREDERICQ	
The algal diaspora	47
A diáspora das algas	48
EVA GIACOMELLO, GUI MENEZES & CONDOR CONSORTIUM	
The algal diaspor Condor seamount: three years of scientific research	47
O monte submarino Condor: três anos de investigação	48
JOSÉ N. GOMES-PEREIRA, FERNANDO TEMPERA & FILIPE PORTEIRO	
Faunal communities from Faial-Pico channel southern slope depicted from submersible platforms	55
Comunidades faunísticas do sul do canal Faial-Pico com base em submersíveis	56
ALISON L. NEILSON	
Plan for Maritime Spatial Planning of the Azores and the implementation of the Policy Framework "Marine Strategy": Why and how to engage the public	59
Plano de Ordenamento do Espaço Marítimo dos Açores e a implementação da Diretiva-Quadro Estratégia Marina: Por que e como envolver o público	60
HUGO PARRA, ALEXANDRA ROSA, GUI MENEZES, FERNANDO TEMPERA & TELMO MORATO	
Habitat predictive modeling of demersal fish species of the Azores	63
Modelação preditiva da distribuição de espécies de peixes demersais dos Açores	64
CHRISTOPHER K. PHAM; ANGELA CANHA; HUGO DIOGO; JOÃO G. PEREIRA; RUI PRIETO & TELMO MORATO	
Total marine fisheries catch for the Azores (1950-2010)	67
Capturas totais das pescarias dos Açores (1950-2010)	68
MARA SCHMIING, PEDRO AFONSO & RICARDO S. SANTOS	
Coastal Marine Protected Areas in the Azores: – opportunities, benefits and limitations	69
As Áreas Marinhas Protegidas Costeiras dos Açores – oportunidades, benefícios e limitações	70
MARIA A. VENTURA, RITA GRILO & ANA C. COSTA	
Underwater trail design in Marine Protected Areas of the Azores	73
Desenho de trilhos sub-aquáticos em áreas marinhas protegidas nos Açores	74

---

WORKSHOP PROGRAMS / PROGRAMAS DO FÓRUM (SPEAKERS/PALESTRANTES)

**The Sea of the Azores: Scientific Forum for Decision Support - 1<sup>st</sup> Edition**  
**Horta, 19-20 of January, 2011**

(Governance for Ocean Sustainability: Challenges for the Azores) (\*)

LUZ PARAMIO

*Wednesday, 19 of January*

---

**Session 1: Opening and Introductory Communications**

09:00 Documentation deliverance (Entrega de documentação)

10:40 Long term monitoring of Risso's dolphins in the Azores: results, implications for management, and future steps (Monitorização de longo termo em populações de golfinho de Risso: Resultados, implicações para a gestão e passos futuros)

KARIN HARTMAN

09:15 Opening (Abertura dos trabalhos)

10:50 Coffe break

09:30 Preâmbulo (Foreword)  
RICARDO SERRÃO SANTOS

11:20 Debate

09:45 Coffee break (Pausa para café)

**Session 3: Geology and Marine Topography**  
*Moderated by Paulo Menezes*

**Session 2: Marine Spatial Planning**  
*Moderated by Miguel Cymbron*

10:00 Ordenamento do Espaço Marítimo (Marine spatial planning)  
HELENA CALADO

11:40 A geologia no mar dos Açores (Marine geology of the Azores)

JOSÉ PACHECO

10:10 Desenho, monitorização e gestão adaptativa de uma Rede Regional de Áreas Marinhas Protegidas em ambientes costeiros (Design, Monitoring and Management of a Network of Coastal Marine Protected Areas)

10:30 Mapeamento de fundos marinhos: ferramentas para a identificação de habitats prioritários (Mapping the sea bottom: tools for identification of priority habitats)

FERNANDO TEMPERA

PEDRO AFONSO

12:00 Debate

12:30 Lunch

10:20 Padrões de distribuição da biodiversidade marinha no apoio à avaliação das áreas marinhas prioritárias para conservação (Patterns of marine biodiversity distribution supporting the assessment of priority areas for conservation)

**Session 4: Biodiversity and Habitats**  
*Moderated by Frederico Cardigos*

ANDREA BOTELHO

14:00 Research on macroalgae dominated communities in the Azores: present status, applications, and future developments (Investigação em comunidades dominadas por macroalgas: estado actual, aplicações e desenvolvimentos futuros)

ANA NETO

The Sea of the Azores: Scientific Forum for Decision Support

- 14:10 Montes submarinos dos Açores oferecem um potencial para a conservação da biodiversidade pelágica (The Azorean seamounts and its potential for the conservation of pelagical biodiversity)  
TELMO MORATO
- 14:20 Marine BioIsle: Contribuição para o estudo da biodiversidade e recursos genéticos (Marine BioIsle: Contribution for the status of biodiversity and genetic resources)  
ANA COSTA
- 14:30 Conservação do Garajau Rosado nos Açores (Present status of the Roseate Tern in the Azores) (Present status of the Roseate Tern in the Azores) (\*)  
VERÓNICA NEVES
- 14:40 *Megabalanus azoricus* (Pilsbry, 1916): bases científicas para a sua gestão (*Megabalanus azoricus* (Pilsbry, 1916): Scientific basis for its management)  
MARIA DIONÍSIO
- 14:50 Biodiversidade do oceano profundo: comunidades bentónicas de corais (Biodiversity of the deep ocean: coral benthic communities)  
FILIPE PORTEIRO
- 15:00 Associação dos cetáceos com o habitat dos Açores (Associations between cetaceans and the Azorean habitats)  
MÓNICA SILVA
- 15:10 Base de dados do POPA – para que serve a informação recolhida em 12 anos de trabalho? (POPA database: what is the relevance of all the information collected in 12 years of field work?)  
MIGUEL MACHETE
- 15:20 Microbial biodiversity and ecosystem functioning of deep-sea sediments associated to the Condor seamount (Azores) (Biodiversidade e funcionamento do ecossistema dos sedimentos do oceano profundo associados com o monte submarino Condor)  
LUCIA BONGIORNI
- 15:30 A Influência dos Montes Submarinos Oceânicos na Produção Primária, na Respiração e na Estrutura da Comunidade Microbiana (The role of the oceanic seamounts on the primary production, respiration and on the microbial community structure)  
ANA MENDONÇA
- 15:40 Sequencing and analysis of a multiple tissue-specific transcriptome from the black scabbardfish, *Aphanopus carbo* (Perciformes: Trachiuridae) using 454 technology (Sequenciação e análise de um transcriptoma específico para multitecidos do peixe-espada-preto, *Aphanopus carbo* (Perciformes: Trachiuridae) através de tecnologia 454)  
SERGIO STEFANNI
- 15:50 Coffe Break
- 16:20 Debate
- Session 5: Threats**
- 16:50 Restauração dos habitats de nidificação das aves marinhas nos Açores (Nesting habitats restoration for the Azorean seabirds)  
JOËL BRIED
- 17:00 Ambientes quimiossintéticos (ou profundos) dos Açores, estudo do habitat e tecnologias de monitorização (Chemosynthetic environments of the Azores, habitat study and technologies for monitoring)  
ANA COLAÇO
- 17:10 Efeitos da acidificação dos oceanos nas comunidades corais de águas frias (Ocean acidification effects on the cold water coral communities)  
MARINA CARREIRO SILVA

The Sea of the Azores: Scientific Forum for Decision Support

17:20 *Caulerpa*, a ameaça verde (*Caulerpa*, the green threat)

JORGE FONTES

17:30 Exposição dos peixes comerciais dos Açores à contaminação por metais pesados (Azorean commercial fish exposition to the contamination by heavy metals)

INÊS MARTINS

17:40 Debate

18:00 End

*Thursday, 20 of January*

---

**Session 7: Public information and marine archaeology**

09:30 How do we understand the sea? Perspectives from the Azores and Newfoundland (Como compreendemos o mar? Perspectivas dos Açores e da Terra Nova) (\*)

ALISON NEILSON

09:40 Projecto CEPROPESCA – Certificação e Promoção de Pescarias e Produtos da Pesca dos Açores (CEPROPECA project – Certification and promotion of fisheries and fishing products from the azores)

CARLA DÂMASO

09:50 Rede de educação marinha dos Açores – desafios à decisão (Network of marine education in the Azores: Challenges for decision)

CARLA GOMES

10:00 Projeto Casa – Carta arqueológica subaquática dos Açores (Casa project: Marine archaeological chart of the Azores)

ANA CATARINA GARCIA

10:00 Debate

**Session 8: Marine physics and chemistry**

10:30 REMORA - Rede de Monitorização Oceanográfica para a região dos Açores (Monitoring oceanographic network for the Azores)

ANA MARTINS

10:40 Clima, Meteorologia e Oceanografia Operacional no Mar dos Açores (Climate, meteorology and operational oceanography in the sea of the Azores)

EDUARDO BRITO DE AZEVEDO

10:50 Effects of increasing carbon dioxide on marine phytoplankton (Efeitos do aumento do dióxido de carbon no fitoplâncton marinho)

JOANA BARCELOS E RAMOS

11:00 Coffe break

**Session 5: Threats (cont.)**

11:30 Santa Maria Tracking Station - uma ferramenta de apoio à decisão (Santa Maria Tracking Station – a supporting tool for policy makers)

RICARDO CONDE

**Session 9: Economics**

*Moderated by Rogério Ferraz*

12:00 Taxas de Câmbios entre Áreas Disciplinares para apoiar a Valoração, Planeamento e Gestão dos Recursos Marinhos: Uma aplicação aos recursos marinhos do grupo ocidental dos Açores (Change rates between knowledgeable areas, in order to support the evaluation, planning and management of the marine resources of the western group of islands in the Azores)

TOMÁS DENTINHO

12:10 Sumário dos projectos de investigação em aquicultura desenvolvidos no DOP e perspectivas futuras (A summary of the research projects in aquaculture)

The Sea of the Azores: Scientific Forum for Decision Support

developed in DOP and future perspectives) EDUARDO ISIDRO	communities of the deep sea hydrothermal vents: the example of the <i>Bathymodiolus azoricus</i> RAÚL BETTENCOURT
12:20 Avaliação de recursos pesqueiros nos Açores (Fisheries Stock assessment in the Azores) (*) MÁRIO RUI PINHO	12:30 Do Mar à Terra: Análise económica da pesca comercial Açoriana (From land to sea: economic analysis of the Azorean commercial fishery) NATACHA CARVALHO
12:30 Campanhas de monitorização das espécies demersais nos Açores (Monitoring demersal and deep-water fishes in the Azores) (*) GUI MENEZES	13:00 Lunch 14:15 Debate
12:40 O potencial biotecnológico dos recursos genéticos associados às comunidades faunísticas das fontes hidrotermais de ambiente marinho profundo: O exemplo de <i>Bathymodiolus azoricus</i> (The biotechnological potential of the genetic resources associated with the faunal	15:00 Coffe break 15:30 End

**The Sea of the Azores: Scientific Forum for Decision Support – 2<sup>nd</sup> Edition**

**Horta, 9-10 of July, 2013**

*Monday, 9 of July*

---

**Session 1: Opening and Introductory Communications**

09:15 Documentation deliverance

09:30 Preâmbulo (Foreword)

RICARDO SERRÃO SANTOS

JOSÉ CONTENTE

09:45 Coffee break

**Session 2: Biodiversity and Habitats**

*Moderated by Ricardo Serrão Santos*

10:15 Comunidades faunísticas do sul do Canal Pico-Faial com base em submersíveis (Funal communities of the southern Pico-Faial Chanel, based on submersible imagery)

JOSÉ NUNO PEREIRA

10:30 Coffe break

11:00 O monte submarino Condor: três anos de investigação (Condor seamount: three years of scientific research) (\*)

EVA GIACOMELLO

11:15 Mapeamento de Habitats Marinhos nos Açores – projeto MeshAtlantic (Marine Habitat mapping in the Azores: Project MeshAtlantic) (\*)

PATRICIA AMORIM

11:30 As áreas de distribuição no mar das cagaras nidificantes dos Açores (Spatial marine distribution of the cory Searwaters nesting in the Azores)

MARIA MAGALHÃES

11:45 The algal diaspora (A diaspora das algas) (\*)

DANIELA GABRIEL

12:00 Proliferation of algae: impacts and consequences of potential invasions (A proliferação das algas: Impactos e consequências das espécies potencialmente invasoras)

JOÃO MONTEIRO

12:15 Debate

11:20 Lunch

**Session 3: Fisheries**

*Moderated by Rogério Ferraz*

14:00 Total marine fisheries catches for the Azores (1950-2010) (Capturas totais das pescarias dos Açores (1950-2010) (\*)

CHRISTOPHER PHAM

14:15 Habitat predictive modelling of demersal fish species in the Azores (Modelação preditiva da distribuição de espécies de peixes demersais dos Açores) (\*)

HUGO PARRA

14:30 Mapping bottom and pelagic longline fishing effort using VMS data in the Azores and insights on fishing impacts (Mapeamento de esforço de pesca de palangre pelágico e de fundo através da análise de dados provenientes de VMS nos Açores)

TELMO MORATO

14:45 Guia do Consumidor do Pescado dos Açores – Critérios para atribuição de um código de cores às espécies de pescado dos Açores (Consumer guide of the Azorean seafood – criteria for the attribution of a species colour code)

CARLA DÂMASO

15:00 Conservação de elasmobrânquios pelágicos nos Açores (Conservation of Pelagic Elasmobranchs in the Azores) (\*)

PEDRO AFONSO

15:15 Debate

15:30 Coffe break

**Session 4: Marine Spatial Planning**

*Moderated by João Melo*

16:00 As Áreas Marinhas Protegidas Costeiras dos Açores – oportunidades, benefícios e limites (Coastal Marine Protected Areas in the Azores: – opportunities, benefits and limitations) (\*)

MARA SCHMIING

16:15 Trilhos subaquáticos em áreas marinhas protegidas nos Açores (Underwater trail design in Marine Protected Areas of the Azores) (\*)

MARIA ANUNCIACÃO VENTURA

16:30 An ecosystem evaluation framework for global seamount conservation and management (Avaliação ecossistémica para a conservação e gestão global dos montes submarinos)

GERALD TARANTO

16:45 A multi-criteria approach to select potential aquaculture sites: the case study of the Azores (Uma abordagem multicritério para seleccionar sítios potenciais para aquaculture: o caso de estudo dos Açores)

HELENA CALADO

17:00 Plano de Ordenamento do Espaço Marítimo dos Açores e a implementação da Diretiva-Quadro Estratégia Marinha: Por que e como envolver o público (Plan for Maritime Spatial Planning of the Azores and the implementation of the Policy Framework "Marine Strategy": Why and how to engage the public) (\*)

ALISON NEILSON

17:15 Debate

**Session 5: Oceanography, Meteorology and Climate Change**

*Moderated by Helder Silva*

17:30 Changes in phytoplankton community structure under varying nutrient and carbon dioxide concentrations (Mundanças

nas comunidades fitoplanctónicas, estrutura e concentrações de dióxido de carbono)

JOANA BARCELOS E RAMOS

17:45 Estratégia conjunta de observação e apoio meteo-oceanográfico na região da Macaronésia (Jointly strategy for the observation and support meteo-oceanographic in Macaronesia)

EDUARDO BRITO DE AZEVEDO

18:00 OceanA-Lab: um laboratório natural para estudos de acidificação dos oceanos nos Açores (OceanA-Lab: a natural laboratory to study the ocean acidification in the Azores)

MARINA CARREIRO SILVA

18:15 *Debate*

*Tuesday, 10 of July*

---

**Session 6: Biotechnology**

09:15 Do mar dos Açores a novos fármacos antiparasitários (From the Azorean sea towards new anti-parasitic medicines)

MARTA MACHADO

09:30 Potencial farmacológico de macro-algas dos Açores (Pharmacological potential of Azorean macroalgae) (\*)

MARIA DO CARMO BARRETO

09:45 Uma plataforma para o estudo de enzimas em recursos genéticos marinhas (A platform for the study of enzymes in marine genetic resources)

NELSON SIMÕES

10:00 Enzimas bacterianas de origem marinha e com potencial biotecnológico: onde encontrá-las? (Bacteria enzymes of marine origin and its biotechnological potential: where to find them?)

RAÚL BETTENCOURT

10:15 O projecto CRACAS: avanços nas ferramentas genéticas e de cultivo larval

The Sea of the Azores: Scientific Forum for Decision Support

(The project CRACAS: advances in genetic tools and hatchery techniques) (*) MIRKO DE GIROLAMO	RITA COSTA ABECASSIS 12:15 Debate
10:00 Debate	12:15 Lunch
10:00 Coffe break	
<b>Session 7: Popular Marine Science</b> <i>Moderated by Jorge Bruno</i>	<b>Session 8: Debate Section</b> <i>Moderated by Frederico Cardigos, José Azevedo, Vanessa Santos</i>
11:15 Centros de Ciência e a Criação de Sinergias para o Oceano (Science centers and synergies for the ocean) CARLA GOMES	14:00 Plano de Ordenamento do Espaço Marítimo dos Açores e Diretiva Quadro Estratégia Marítima (Marine Spatial Planning of the Azores and the Marine Strategy Square Framework Directive)
11:30 CORDOMAR: O contributo da História para o conhecimento do mar dos Açores (CORDOMAR: the contribution of History to the knowledge of the sea of the Azores) MÁRIO VIANA	14:30 Observação Turística de Cetáceos (Whalewatching)
11:45 Resident and expert opinions on marine related issues: implications for the ecosystem approach (Percepção de especialistas e de residents em assuntos do mar: Implicações para a abordagem ecossistémica) ADRIANA RESSURREIÇÃO	15:00 Mergulho com tubarões (Diving with sharks)
12:00 Understanding local views on marine conservation: a case study in the Azores (Percepções locais sobre conservação marinha: um caso-estudo nos Açores) (*)	15:30 Coffe break
	16:00 Exploração de minerais (Mineral exploitation)
	16:30 Regime jurídico do acesso e utilização de recursos naturais da RAA para fins científicos – Decreto Legislativo Regional n.º9/2012/A de 20 de março (New legislation on the access and use of natural resources for scientific aims)

(\*) Abstracts included in this volume.

## PREFÁCIO

Ricardo Serrão Santos

O fórum “Conhecer o mar dos Açores” é um evento regular anual, organizado pela Direcção Regional dos Assuntos do Mar, cujo objectivo é auscultar, consultar e fazer interagir entre si os cientistas, empresários, organizações não-governamentais, e todos os outros agentes do sector do mar, procurando dotar a Administração Pública Regional com elementos de base que permitam a prossecução de políticas públicas de e para o mar, baseadas na melhor informação disponível.

Vivemos hoje um momento crítico da vida nos oceanos. No século passado, assistimos ao surgimento de condições únicas para que se registasse o maior salto qualitativo de sempre no conhecimento humano das zonas marítimas do planeta. No entanto, pode vir a acontecer que o processo de aquisição desse conhecimento venha a ser prejudicado por uma destruição antecipada de habitats, de espécies e pela degradação ambiental.

As maiores ameaças ao ambiente marinho advêm da atividade humana, como sejam a sobre-exploração dos recursos vivos, as alterações físicas ao ambiente, que conduzem a alterações na estrutura dos habitats e das espécies a eles associadas, a poluição, resultante da contaminação permanente do ambiente marinho por produtos químicos tóxicos ou por resíduos sólidos, a introdução de espécies alienígenas, que resulta da transferência de organismos não nativos entre regiões geográficas, e as mudanças globais resultantes das alterações do clima.

Somos hoje 7 mil milhões de habitantes na Terra e, em 2040, chegaremos aos 9 mil milhões. O planeta encontra-se num estado de emergência. Existe uma procura crescente de recursos naturais à escala global, havendo o perigo de virem a registar-se níveis de procura superiores à nossa capacidade de produção. Em parte, os níveis actuais de procura são já conseguidos através da exploração de recursos e de uma repartição da riqueza disponível nem sempre equitativa.

A nossa economia continua ainda a basear-se na utilização massiva de fontes energéticas de origem fóssil, as quais poderão vir a durar ainda demasiado tempo. Digo isto porque o desaparecimento absoluto desses recursos energéticos fósseis poderá vir a ser menos preocupante, se o compararmos às consequências ambientais que advirão de os utilizar, já que tal poderá conduzir, no médio prazo, devido à continuada produção de gases de estufa que a sua utilização implica, a um planeta completamente distinto daquele que nos habituámos a conhecer.

Um estudo recentemente publicado na revista científica *Nature* aponta para um planeta que se encontra à beira do seu ponto crítico. Os dados sugerem que haverá futuramente uma redução drástica na biodiversidade e dos serviços dos ecossistemas para a humanidade.

Ainda assim, apesar de todos os perigos decorrentes de uma utilização incorrecta do espaço marítimo, os oceanos são também uma fonte incontornável de imensa riqueza, com um enorme potencial económico, o qual não podemos nem deveremos descurar. Conciliar as atividades económicas com a

sustentabilidade dos recursos marinhos e com o seu bom estado ambiental é o nosso grande desafio para o século XXI, um século que se inicia em crise das nações, das economias, e dos recursos naturais.

A obtenção de benefícios socioeconómicos a partir do meio marinho terá, no entanto, de ser racional e de se alicerçar em bases científicas sólidas, que possam ajudar à condução de políticas públicas que implementem ferramentas de gestão baseadas numa abordagem ecossistémica do meio marinho. Dessa forma, creio, será ainda possível promovermos a gestão dos usos humanos do mar, minimizando os seus impactos ambientais.

Apesar de, nos Açores, sermos apenas cerca de 250 mil habitantes, não devemos esquecer a nossa responsabilidade em colaborar com a resolução das grandes questões relacionadas com o mar, não só elas nos afetam e influenciam directamente (a final de contas, somos a região mais marítima do país), como podemos ser agentes de reflexão construtiva e de criação de soluções.

Os Açores não são apenas ilhas, são um grande espaço marítimo. Ou, como dizia Nemésio, “Descontadas as argalhas de uma vida que se circunscreve a nove ilhas, nove minúsculos e pouco seguros apoios da frágil planta humana, a alma do ilhéu exprime-se pelo mar. O mar é não só o seu conduto terreal como o seu conduto anímico. As ilhas são o efémero e o contingente: só o mar é eterno e necessário.” Temos assim muito mar de que tomar conta, há que conhecê-lo, geri-lo, aproveitá-lo e conservá-lo.

Nunca como agora se colocou a necessidade de procurar gerir e articular os múltiplos usos do meio marinho que emergem um pouco por toda a parte. Os Açores não são excepção. Algumas das atividades que já competem por espaço marítimo dos Açores não são novas. São elas a pesca, comercial e recreativa; a observação turística de cetáceos, tubarões e aves marinhas; o mergulho amador; a pesca grossa (“big game fishing”) e outras formas de pesca turística. Em fase de prospecção e de desenvolvimento, e intimamente associada à investigação científica, relevo em particular a prospecção biotecnológica em organismos marinhos, de que destaco os organismos associados aos campos hidrotermais de base quimiossintética, a energia das ondas, entre outros. No horizonte da economia, mas a um passo de se concretizar, merecerá especial atenção o emergente interesse pela exploração mineral em montes submarinos e em campos hidrotermais, já que estas estruturas geológicas podem revelar-se ricas em minerais nobres, como o cobre, ou outros metais raros, muito procurados pela indústria de alta tecnologia. A investigação científica constitui, ela própria, um uso importante do espaço marítimo e uma atividade socioeconómica que tem ganho grande projeção nos Açores, desde a fundação da Universidade dos Açores. Para além da investigação de carácter científico fundamental, ocorre também um forte interesse de investimento em parcerias no âmbito de programas de desenvolvimento tecnológico.

A gestão dos usos do espaço marítimo é uma matéria complexa e multidisciplinar e, do ponto de vista organizativo, multissectorial. Assim, uma gestão adequada do nosso espaço marítimo terá necessariamente de assentar em três pilares fundamentais: uma governança dos oceanos eficiente, informada e subsidiária; uma investigação científica atenta e útil; e um desenvolvimento tecnológico criativo e audaz. Este três pilares, mais do que desafios, constituem as verdadeiras oportunidades a abraçar, se queremos voltar a “ganhar as graças do mar”. Para isso, será necessário continuarmos a construir capacidades endógenas e a formar recursos humanos técnica e cientificamente competentes. Teremos também de manter equipamentos e infraestruturas adequados, que permitam aceder, de moto próprio, a esse espaço, permitindo assim que exerçamos plenamente a nossa jurisprudência sobre o mar.

A Europa, consciente da importância do mar para o seu desenvolvimento futuro, abraçou a gestão do espaço marítimo enquadrada numa Abordagem Ecosistémica. Alguns dos instrumentos mais importantes da política europeia nessa área são enquadrados por essa abordagem, como sejam os múltiplos aspectos da Política Marítima Integrada, a Directiva-Quadro Estratégia Marinha ou a mais recente Directiva que estabelece um quadro para o ordenamento do espaço marítimo. Ora, uma abordagem científica, baseada nos ecossistemas, depende de uma forte ligação entre as observações sustentadas e a modelação dos ecossistemas marinhos, do cálculo de indicadores-chave da saúde do ecossistema marinho e da sua avaliação integrada. No entanto, parecendo uma ideia simples, a verdade é que as avaliações integradas são, em geral, mais difíceis de implementar na prática do que em teoria. Os ecossistemas são dinâmicos numa ampla faixa temporal e espacial. Consequentemente, quaisquer avaliações devem ser repetida frequentemente e de forma contínua, de forma a capturar o amplo espectro de variabilidade e a resolver tendências dentro do possível.

Neste sentido, é fundamental monitorizar, mas de forma orientada e não arbitrária e *ad libitum*. Há quem oponha investigação científica a monitorização. Há quem considere que a monitorização é matéria das agências estatais e dos departamentos ou laboratórios “setoriais”, ficando a ciência reservada para as universidades e institutos de investigação tutelados por ministérios ou secretarias. Na minha perspectiva, há toda a vantagem em garantir o entrosamento e a complementaridade entre estas duas vertentes. De modo muito particular, a investigação em ciências do mar, de média e de larga escala, não se faz sem acesso a bases de dados contínuas e de longo prazo, existindo mesmo toda a vantagem em que os cientistas possam estar envolvidos no processo de aquisição e de gestão desses dados.

A relevância do mar, no contexto das políticas internacionais e europeias, é incontornável. O anunciado regresso de Portugal ao mar é um sinal dos tempos que veio para ficar, não sendo portanto uma acção isolada ou unisectorial. O mar representa, de facto, um potencial para aumento da competitividade das nações, povos e culturas. Se bem que o mar-oceano tenha sido um veículo para alargarmos e conquistarmos novas fronteiras, no passado, ajudando a estabelecer vias comerciais, essa nossa utilização do mar, se bem que associado a desenvolvimentos tecnológicos importantes para a época, não incluía a investigação científica. Nesse capítulo, a nossa história foi mais modesta. O conhecimento do que se escondia sob a superfície do mar, não parecia assim reunir a mesma motivação gerada pelos outros usos e aplicações.

Ora, de facto, temos hoje razões para acreditar que a situação está a alterar-se entre nós, como aliás este fórum demonstra. No âmbito das regiões ultraperiféricas da Europa, os Açores são aquela em que o domínio das ciências do mar, em especial as disciplinas biológicas e afins, alcançaram maior importância e onde representam cerca de 30% da produção científica de relevância internacional.

De realçar ainda que, no plano internacional, a Universidade dos Açores está no TOP 20 das instituições a nível mundial no que diz respeito aos indicadores de produção científica sobre mar profundo, incluindo montes submarinos e fontes hidrotermais. Neste caso particular, no último quinquénio ocupou o 8º lugar a nível mundial. Não é assim por acaso que em 2007, a Direcção Geral de Investigação da Comissão Europeia considerou o pólo que, na Universidade dos Açores, está estritamente dedicado às ciências do mar, uma das 9 instituições de investigação europeias que, nestes domínios, orgulham a Europa.

Agora, em plena Idade da Sociedade do Conhecimento e da Tecnologia, torna-se necessário um regresso de Portugal ao mar baseado na construção do conhecimento científico e suas aplicações. E temos todas as condições naturais para cumprir um tal desígnio: possuímos uma das maiores Zonas Económicas Exclusivas da Europa e, na sua nova configuração, uma das maiores plataformas continentais do mundo. A maior proporção desta área imensa é mar profundo e encontra-se nos Açores. A relevância desta componente oceânica no âmbito da estratégia nacional para o mar é incontornável e está alicerçada na necessidade de dar resposta a desafios e a oportunidades a que a atual tecnologia permite aceder.

Ainda assim, apesar da exploração científica do mar profundo ser porventura o último dos grandes desafios para o conhecimento do planeta Terra, o crescente interesse político internacional relativamente a este assunto não assenta prioritariamente na aspiração a preencher lacunas do conhecimento científico. Esse interesse parece relacionar-se, quase em exclusivo, com aspetos socioeconómicos e com desafios de governação muito concretos. Emerge, por exemplo, das consequências das dificuldades resultantes da migração da indústria pesqueira para águas profundas, em resposta aos colapsos em cadeia de recursos pesqueiros tradicionais e à propagação, a esses ambientes, da crise económica e ambiental da exploração pesqueira. Emerge também do interesse em explorar, no mar profundo, recursos energéticos, petrolíferos e minerais, para colmatar o esgotamento atual e futuro das jazidas existentes em terra. Emerge ainda dos desafios relacionados com a necessidade de sequestrar CO<sub>2</sub>, para mitigar os efeitos das mudanças globais. Emerge das oportunidades associadas com as ciências “-ómicas” (genómica, transcriptómica, proteómica, etc.), que procuram novas moléculas e novos princípios ativos, oriundos de micro-organismos (bactérias, vírus...) ou invertebrados, com benefício e interesse para a biotecnologia.

A estes aspetos associa-se a oportunidade, prevista na Lei Internacional do Mar (CNDUM), de os países alargarem as suas jurisdições nacionais às espécies e habitats do solo e subsolo do mar profundo para além da ZEE, mas também se associa a obrigação de contribuir para que seja assegurada a correta gestão sustentável das espécies e dos habitats desde as zonas costeiras até ao mar profundo e ao oceano aberto, dentro e fora das jurisdições nacionais, resultante das diversas convenções internacionais. Ora, mais uma vez, estes compromissos só podem ser cumpridos se apoiados no melhor conhecimento científico disponível, alicerçado na tecnologia e usufruindo de uma estratégia de governança e de gestão inteligente e eficiente.

Em boa hora foi, pois, organizada esta iniciativa por parte da administração regional com competências na investigação científica e nos assuntos do mar. Que esta iniciativa continue a servir para aproximar as políticas públicas do mar e os múltiplos intervenientes no espaço marítimo.

**THE SEA OF THE AZORES:  
SCIENTIFIC FORUM FOR DECISION SUPPORT I**

**CONHECER O MAR DOS AÇORES:  
FÓRUM CIENTÍFICO DE APOIO À DECISÃO I**

**12-19 JANUARY 2011**

**Horta, Faial, Portugal**



## Monitoring demersal and deep-water fishes in the Azores

GUI M. MENEZES, EVA GIACOMELLO & ALEXANDRA ROSA



Menezes, G.M., E. Giacomello & A. Rosa 2014. Monitoring demersal and deep-water fishes in the Azores. Pp. 3-5 in: Carreira, G., F. Cardigos & F.M. Porteiro (Eds). The sea of the Azores: scientific forum for decision support. *Arquipelago*. Life and Marine Sciences. Supplement 8.

*Gui M. Menezes (e-mail: gui@uac.pt), Eva Giacomello, Alexandra Rosa, Centre of IMAR of the University of the Azores, Department of Oceanography and Fisheries, and LARSyS Associated Laboratory, Rua Prof. Doutor Frederico Machado 4, 9901-862 Horta, Portugal*

There is a general consensus among scientists and managers about the importance of long-term research and monitoring, as determinant a tool to better understand and manage ecosystems. Long-term datasets offer the opportunity for tracking and understanding temporal changes and patterns at the community, population and species level (e.g. Lindenmayer & Likens 2009; Magurran et al. 2010). With the aim of supporting the decision making process, spatial and temporal data series of distribution and abundance can yield valuable independent information for assessing status of communities and species of commercial interest.

In the Azores region (NE Atlantic), fishing activities are of great importance to the local economy, accounting for 2% of GVA in the Azores (Carvalho 2010). Demersal fish species represent more than 50% of the total annual ex-vessel price landed in the region, being the most important fishery in terms of economic value (Menezes 1996). With the aim of monitoring abundances of demersal and deep water fishes, annual surveys have been conducted since 1993 throughout the Azores archipelago. The surveys follow a standardized methodology, using a long-line gear, similar to that broadly in use by the local demersal fishing fleet. During the surveys, data on fishing effort, catches by species, and biological information on a subset of fish (length, sex, gonadal maturation stage) are consistently collected. In addition, samples are collected such as otoliths (for age estimation) and tissue (for genetics, etc.). For some of the species caught, a significant amount of the specimens are tagged and released. Between 1999 and 2010, a total of 17,728 fish belonging to 51 species were tagged using traditional spaghetti tags. Tagging is expected to increase knowledge about species movement patterns, connectivity among fishing grounds, as well as estimation of abundance, mortality and growth rates.

Since 1993, the campaigns have regularly covered the areas near all nine islands of the archipelago, as well as various seamounts in the Azores Exclusive Economic Zone, over the depth range 25-1200 m. In addition to annual surveys, several other campaigns have been conducted around other Macaronesian islands (Madeira and Cape Verde) and other seamounts, between 25 and 2200 m depth, mostly for exploration purposes.

The research efforts, focused on demersal and deep water species using long-line surveys, represent an unprecedented accomplishment for the region. Since 1995 a total of 507 long-line surveys have been made (including Madeira and Cape Verde), corresponding to more than 4000 hours of sea time, more than 2 million deployed hooks and 1700 km of deployed long-line. Until now, about 50,000 otoliths, more than 10,000 genetic samples, more than 2,000 stomachs and other biological material have been collected for studies on various aspects of biology and ecology (e.g. reproduction, growth, genetics, heavy metal content, etc.).

Demersal data and information collected over nearly two decades undoubtedly contributed to increased knowledge in a range of scientific fields. Collected data on many different aspects of the biology and ecology of demersal fish species and communities have been used for compiling scientific papers, theses and reports. Moreover, information on the relative abundance of several commercial species is being used to provide better advice to fishery policy makers and has contributed, over time, to data used by several authorities such as the ICES (International Council for the Exploration of the Sea).

All the research surveys targeting demersal and deep water species were carried out within the framework of several grants, funded through various national and European agencies; the annual monitoring surveys were, for the most part, sponsored by the Azores Regional Government.

## Campanhas de monitorização das espécies demersais e de profundidade nos Açores

A importância da investigação de longo prazo, baseada em programas de monitorização, é uma ferramenta geralmente reconhecida entre os cientistas e gestores como indispensável para melhorar a compreensão dos ecossistemas e sua gestão. As séries temporais longas de dados representam uma oportunidade única para acompanhar e compreender as mudanças e os padrões ao longo do tempo ao nível das comunidades, populações e espécies (p.e. Lindenmayer & Likens 2009; Magurran et al. 2010). Num contexto mais aplicado, com finalidades também de suporte à gestão, séries espaciais e temporais de distribuição e abundância das espécies podem fornecer informações independentes de modo a avaliar o estado das comunidades e espécies com interesse comercial.

Na Região Autónoma dos Açores, as actividades de pesca são de grande importância para a economia local, representando 2% do valor acrescentado bruto regional (Carvalho 2010). As espécies de peixes demersais representam mais de 50% do valor monetário que é transacionado em lota, sendo as mais importantes em termos de valor económico (Menezes 1996).

Com o objetivo de monitorizar as abundâncias de peixes demersais e de profundidade, foi estabelecida, a partir de 1993, uma campanha anual de recolha de dados no arquipélago dos Açores. As campanhas seguem uma metodologia padronizada, e os lances de pesca são feitos utilizando um palangre de fundo similar ao que é usado pela maioria da frota local demersal. Durante as campanhas é recolhida informação sobre o esforço de pesca e as capturas por espécie. São igualmente recolhidos dados sobre variáveis biológicas como comprimento, peso, sexo e estado de maturação. Otólitos (usados para estimar a idade individuais) e amostras de vários tecidos (para análise genética ou outras) são também recolhidos. Uma parte significativa dos animais capturados são marcados e libertados, esperando-se com o tempo obter informação complementar sobre os movimentos e a conectividade entre áreas de pesca e stocks, taxas de mortalidade, abundâncias e taxas de crescimento dessas espécies. No período entre 1999 e 2010 marcaram-se cerca de 17728 peixes pertencentes a 51 espécies.

Desde 1993, as campanhas cobrem regularmente as áreas em redor das nove ilhas do arquipélago e vários montes submarinos da Zona Económica Exclusiva dos Açores, no intervalo de profundidade entre os 25 e os 1200 m. Além das campanhas anuais, outras campanhas foram realizadas na Macaronésia (Madeira e Cabo Verde) e em montes submarinos mais afastados, entre os 25 e os 2200 m de profundidade, principalmente para fins de prospeção.

O esforço de investigação das espécies demersais e de profundidade, utilizando o palangre de fundo, constitui um trabalho sem precedentes na região. Desde 1995, foram realizados 507 lances de pesca (incluindo a Madeira e Cabo Verde), correspondendo a mais de 4000 horas de trabalho de mar, mais de 2 milhões de anzóis e mais de 1700 km de aparelho de pesca largado. Até agora, foram recolhidos cerca de 50000 otólitos, mais de 10000 tecidos animais para genética, mais de 2000 estômagos e outro material biológico, usado em estudos de reprodução ou concentração de metais pesados.

A informação colhida ao longo de quase duas décadas tem contribuído para aumentar o conhecimento, nas mais variadas áreas científicas. Os dados recolhidos sobre diversos aspectos da biologia e ecologia das espécies e da comunidade de peixes demersais têm sido publicados em variados documentos, relatórios, teses científicas e artigos científicos. O conhecimento da abundância relativa das espécies comerciais está também a ser utilizada para dar um melhor aconselhamento aos decisores políticos, e em grupos de trabalho internacionais de aconselhamento como é o caso do ICES (International Council for the Exploration of the Sea).

Todas estas campanhas de investigação têm sido realizadas no âmbito de vários projetos financiadas ao longo do tempo por diversos organismos nacionais, europeus e, principalmente, pelo Governo Regional dos Açores, nomeadamente ao nível das campanhas de monitorização.

## REFERENCES

- Carvalho, N. 2010. Sea to shore: an economic evaluation of the Azorean commercial fisheries. PhD thesis. University of the Azores. 283 pp.
- Lindenmayer, D.B. & G.E. Likens 2009. Adaptive monitoring: a new paradigm for long-term research and monitoring. *Trends in Ecology and Evolution* 24:482-486.
- Magurran, A.E., S.R. Baillie, S.T. Buckland, J. McP. Dick, D.A. Elston, E.M. Scott, R.I. Smith & 2 others, 2010. Long-term datasets in biodiversity research and monitoring: assessing change in ecological communities through time. *Trends in Ecology and Evolution* 25: 574-582.
- Menezes, G. 1996. Interações tecnológicas na pesca demersal dos Açores. "APCC" Thesis (Master thesis equivalent), University of the Azores, Department of Oceanography and Fisheries, Portugal. Arquivos do DOP- Série Estudos, No. 1/1996, Horta, Azores, 187 pp. [Technological interactions in the Azorean demersal fisheries; in Portuguese]

# Present status of the Roseate Tern in the Azores

VERÓNICA C. NEVES



Neves, V.C. 2014. Present status of the Roseate Tern in the Azores. Pp. 7-8 in: Carreira, G., F. Cardigos & F.M. Porteiro (Eds). The sea of the Azores: scientific forum for decision support. *Arquipelago*. Life and Marine Sciences. Supplement 8.

*Verónica C. Neves (e-mail: veronicaneves@uac.pt), Centro do IMAR da Universidade dos Açores, Rua Prof. Doutor Frederico Machado n°4, PT-9901-862 Horta, Portugal .*

The Azores is one of the European strongholds of the endangered Roseate Tern (*Sterna dougallii*) where breeding numbers have been monitored annually since 1991 (Azores held 42% of the European population in 2010; Neves 2010). A total of 76 breeding colonies of Roseate Tern have been recorded but only 10-31 were used in any one year (mean =  $18 \pm 7$ ). From those 76 sites detected, most were used very sporadically and only 20 have been used for five years or more. Those 20 sites held on average 88.6% of the population and include 12 colonies in the western group, 5 colonies in the central group and 3 colonies in the eastern group. Of these 20 colonies, 25% held 10 or fewer pairs, 45% held between 11 and 51 pairs, 5% between 51 and 100 pairs and 25% held more than 100 pairs. All the colonies monitored by direct clutch size were included in the 20 regularly occupied sites and on average 74% of the population was monitored through direct nest counts, by far a more accurate method than estimating breeding numbers from flush counts. Despite the large number of colonies detected and the marked variation in colony occupation from year to year, the bulk of the population (72%) breeds annually in just five colonies, all small islets. Those are Baixa do Moinho and Alagoa-complex in Flores island, Praia islet in Graciosa island, Vila islet in Santa Maria island and Feno islet in Terceira island. The main known threat of Roseate Terns in the Azores is predation and that explains why the main colonies are located in mammal-free islets. However, even at these prime locations, terns are facing the challenges of proficient predators such as the European Starling (*Sturnus vulgaris*) that in some years can consume hundreds of eggs in just a few weeks. Roseate Terns have increased steadily at Rockabill (Ireland), the largest colony in Europe, but in the Azores, despite conservation efforts from two EU-Life projects, the population has shown no signs of increasing (mainly due to Starling's predation). Starling culling measures at Vila and Praia islets will be inevitable if we want the Azorean population of Roseate Tern to flourish.

## O estatuto de conservação actual do Garajau Rosado nos Açores

A população Europeia de Garajau Rosado (*Sterna dougallii*) que nidifica nos Açores tem sido monitorizada anualmente desde 1991 e é uma das principais da Europa (42% da população Europeia em 2010; Neves 2010). Foram detectadas 76 colónias mas em cada ano apenas são utilizadas 10-31 (média =  $18 \pm 7$ ). De entre as 76 colónias detectadas, a maioria foi usada esporadicamente e apenas 20 foram usadas por cinco ou mais anos. Estas 20 colónias regulares albergam em média 88.6% da população e incluem

12 colónias no grupo ocidental, 5 colónias no grupo central e 3 colónias no grupo oriental. Quanto ao tamanho, destas 20 colónias, 25% tinham 10 ou menos casais reprodutores, 45% tinham entre 11 e 51 casais, 5% entre 51 e 100 casais e 25% mais de 100 casais. Todas as colónias monitorizadas por contagem directa das posturas estão incluídas nas 20 ocupadas regularmente e em media 74% da população foi contabilizada por este método, sem dúvida mais preciso do que a estimativa da população reprodutora a partir do total de aves em vôo. Apesar do grande número de colónias detectado e da variação marcada no número de casais reprodutores de ano para ano, 75% da população nidifica anualmente em apenas cinco colónias – e todas ilhéus. Estes incluem a Baixa do Moinho e Alagoa na ilha das Flores, o ilhéu da Praia na Graciosa, o ilhéu da Vila em Santa Maria e o ilhéu do Feno na Terceira. A principal ameaça para o Garajau Rosado dos Açores é a predação e isso explica porque a população se concentra em ilhéus livres da presença de mamíferos introduzidos. Contudo, também nesses locais mais remotos os garajaus enfrentam os desafios de predadores muito eficazes tais como o Estorninho (*Sturnus vulgaris*), que em alguns anos consome centenas de ovos em apenas algumas semanas. A população de Garajau Rosado da colónia de Rockabill (Irlanda), a maior colónia da Europa, tem aumentado gradualmente nas últimas décadas mas, nos Açores, e apesar dos esforços de conservação de dois projectos LIFE-EU a população não mostra sinais de crescimento (principalmente devido à predação dos estorninhos). O controlo letal de estorninhos nos ilhéus da Vila e da Praia é inevitável se quisermos que a população de Garajau Rosado dos Açores floresça.

## REFERENCES

Neves, V. C. 2010. Azores Terns Census Report 2010. University of the Azores, Department of Oceanography & Fisheries. Arquivos do DOP, Série Estudos nº2/2010, 20pp..

## Governance for Ocean Sustainability: Challenges for the Azores

L. PARAMIO, F.V. GOMES, F.L. ALVES & J. PORTEIRO



Paramio, L., F.V. Gomes, F.L. Alves & J. Porteiro 2014. Governance for ocean Sustainability: Challenges for Azores. Pp. 9-10 in: Carreira, G., F. Cardigos & F.M. Porteiro (Eds). The sea of the Azores: scientific forum for decision support. *Arquipelago. Life and Marine Sciences. Supplement 8.*

*L. Paramio (e-mail: iparamio@uac.pt), CEEAplA- Centre of Applied Economics Studies of the Atlantic University of Azores, Rua Mãe de Deus, PT-9500-855 Ponta Delgada, Portugal; F. Veloso Gomes, CIIMAR Interdisciplinary Centre of Marine and Environmental Research, Faculdade de Engenharia Universidade do Porto, Rua Dr. Roberto Frias, PT-4200-465 Porto, Portugal; F. Lopes Alves CESAM – Centre for Environmental and Marine Studies, Department of Environment and Planning, University of Aveiro, 3810-193 Aveiro, Portugal; J. Porteiro, CIBIO –Research Centre in Biodiversity and Genetics Resources, Department of Biology, University of Azores, Rua Mãe de Deus, PT-9500-855 Ponta Delgada, Portugal; Centro do IMAR da Universidade dos Açores, Rua Prof. Doutor Frederico Machado nº4, PT-9901-862 Horta, Portugal*

International discussion related to maritime affairs is focused on the notion that the sea is a key component of global (planetary) sustainability; as a matter of fact it should be managed in an integrated and transversal perspective. The difficulties experienced by different countries in the design and implementation of ocean policies that are adequate to current challenges have become evident over the last few decades. Even more complex is the case of sub-national territories that also feature important oceanic characteristics and constraints. The archipelago of the Azores, due to its geographical and territorial location in the centre of the Atlantic, presents itself as an excellent international benchmark of what a maritime region might be. The sustainable use of coastal and marine resources currently assumes crucial importance in the context of international policies, considering the role they play in food production, economic activity, protection of genetic biodiversity, as well as in public recreational interests. Marine officers and politicians seek to develop operating models and regulatory strategies to manage the increasing conflicts over access to sea resources, sometimes getting a scarcely expected result. The rational use of the ocean raises the demand for new political formulas in which social, environmental and political aspects are more present than in the traditional management. In this context, the paradigm of governance (Suárez de Vivero 2007), more and more, becomes part the analytical approaches and perspectives in terms of policy and sustainability owing to its ability to encompass the totality of institutions and relationships. The Azores currently faces the major challenge of designing and developing a system of governance, based on the principles of sustainability of the ocean, capable of integrating different sea-related policies. Current progress in special marine planning and marine protected areas highlights the follow-up and active participation of the Azores on the international agenda of the ocean and, in particular, in the European Maritime Policy (Paramio 2012). Efforts should be directed at leveraging the unique attributes of the Azores in strengthening the reality of the Atlantic Maritime Region. Within these perspectives the key challenges identified are related to the geostrategic position, the economy of the sea, marine research and ocean conservation.

## Governança para a Sustentabilidade do Oceano: Desafios para os Açores

O cerne das discussões internacionais, relacionado com os assuntos do mar, está focalizado na noção que o oceano é uma componente chave da sustentabilidade global (planetária), devendo, com efeito, ser gerido numa perspectiva transversal e integrada. As dificuldades dos diferentes estados no desenho e implementação das políticas do oceano adequadas aos actuais desafios tornaram-se evidentes ao longo das últimas décadas. Ainda mais complexo é o caso de territórios sub-nacionais que apresentam importantes características e condicionantes oceânicas. O Arquipélago dos Açores pelo seu enquadramento geográfico e territorial no centro do Atlântico apresenta-se como um excelente benchmarking internacional de Região Marítima. A utilização sustentável dos recursos costeiros e marinhos assume actualmente uma importância crucial no contexto das políticas internacionais, considerando o papel que desempenham na produção de alimentos, na actividade económica, na biodiversidade genética e no recreio e lazer das populações. Os gestores marinhos e os políticos procuram desenvolver modelos operativos e estratégias regulamentares para gerir os crescentes conflitos pelo acesso aos recursos, obtendo por vezes resultados aquém dos esperados. Suscita-se assim, a procura de novas fórmulas políticas em que os aspectos sociais, ambientais e políticos se encontrem mais presentes que na gestão tradicional do oceano. Neste contexto, o paradigma da governança passa a integrar, de um modo crescente, parte das abordagens analíticas e prospectivas em termos políticos e de sustentabilidade graças à sua capacidade para abranger a totalidade de instituições e relações (Suárez de Vivero 2007). Na actualidade, os Açores confrontam o importante desafio do desenho e desenvolvimento de um sistema de governança baseado nos princípios de sustentabilidade do oceano capaz de integrar as diferentes políticas relacionadas com o mar. Os actuais progressos no desenvolvimento do ordenamento espacial marinho e na criação de áreas marinhas protegidas evidenciam o seguimento e participação activa da Região Autónoma dos Açores na agenda internacional dos oceanos e, em particular, na Política Marítima Europeia. (Paramio 2012). Os esforços devem ser dirigidos na potenciação das especificidades dos Açores no fortalecimento da realidade de Região Marítima Atlântica. Dentro dessas perspectivas, os principais desafios identificados estão relacionados com a posição geoestratégica, a economia do mar, a investigação marinha e a conservação dos oceanos.

### REFERENCES

- Paramio, L. 2012. Governança Oceânica: Bases Estratégicas de Desenvolvimento para o “Mar dos Açores”. PhD Thesis, University of Azores Tese de Doutoramento, Universidade dos Açores. 346 pp. [Ocean Governance: Foundations of Strategic Development for the Sea of Azores; in Portuguese]
- Suarez de Vivero, J.L. 2007. The European vision for oceans and seas-Social and political dimensions of the Green Paper on Maritime Policy for the EU. *Marine Policy* 31: 409-414.

## Fisheries Stock assessment in the Azores

MÁRIO RUI PINHO



Pinho, M.R. 2014. Fisheries Stock assessment in the Azores. Pp. 11-13 in: Carreira, G., F. Cardigos & F.M. Porteiro (Eds). The sea of the Azores: scientific forum for decision support. *Arquipelago*. Life and Marine Sciences. Supplement 8.

*Mário Pinho (e-mail: maikuca@uac.pt), Department of Oceanography and Fisheries, University of the Azores, Rua Professor Doutor Frederico Machado PT9901-862 Horta, Faial, Açores, Portugal*

Fisheries stock assessment is a marine science using population dynamics concepts to provide fisheries managers with information that is used in the regulation of a fish stock. Examples of common questions to answer are: How many fish can be caught this year? With what length should they be caught? How many licenses should be permitted? What impacts are expected on the ecosystem from fisheries exploitation? So, research is prevalent and requires an appropriated governance system. This is probably the most important point to understand in the context of this forum due to the institutional links and implications. A standard conventional sequence can be defined for the stock assessment process. In practice it involves data collection, data analysis and drafting of management recommendations based on the defined harvest control rules for a particular stock or ecosystem. Ultimately, the decision making process is based on scientific recommendations.

In Europe, data collection is standardized. It is collected by the member states, but supervised by the European Commission under specialized working groups. Data analysis, methods, harvest control rules and scientific recommendations are defined and produced by specialized working groups under the auspices of international scientific bodies such as the International Council for the Exploitation of the Sea (ICES) and the International Committee for the Conservation of the Atlantic Tunas (ICCAT). Decision making is the responsibility of the European Commission (European Council on a proposal from the Commission and the European Parliament). To better understand the institutional processes related with fisheries research, stock assessment and fisheries management, under the Fisheries Common Policy (PCP), is important to understand the actual governance system (Hegland et al. 2010). At present, the international committees are the adopted forum for scientific advice, following the United Nations recommendations to address international cooperation in dealing with the problem of managing shared stocks. The development and implementation of environmental policies (e.g. the Marine Strategy Framework Directive) or fisheries management guidelines requires that annual stock assessment results and definitions of the harvest control rules for exploitation are peer reviewed under these forums. A priority in the case of the Azores research is on the definition of management units (local and shared stocks), essential fishing habitat for stock assessment purposes (spatial population structure and fishing areas), stock assessment of the resources according the classification based on data availability for modeling (ICES recommendations) and the elaboration of a long term management plan. Particular attention should be paid to the development and application of assessment methodologies and the definition of harvest control rules for data limited cases. Finally, consideration should be given to the adaptation of computer routines associated with the fisheries data banks in order to run the standardized agreed data analyses and report the information in the format required by the working groups. These aspects should be considered a priority for projects that inform management decisions, including educational and consultative aspects, in order to adjust specific assessment methodologies to the local reality.

## Avaliação de Recursos pesqueiros nos Açores

A avaliação de mananciais de recursos vivos marinhos é uma disciplina das ciências do mar que utiliza os conceitos ecológicos da dinâmica das populações aplicados de forma prática à gestão da exploração dos mesmos, particularmente dos recursos pesqueiros. São por exemplo comuns perguntas como: Quantos peixes podem ser capturados este ano? Que tamanhos de peixes devem ser capturados? Quantas licenças para pescar devem ser permitidas? Que impactos são esperados da exploração pesqueira no ecossistema? Assim, a investigação que se efectua é muito prática e está muito bem enquadrada em termos de organização institucional. Este último ponto é talvez o de maior importância compreender, no âmbito deste fórum, pelas implicações institucionais que envolve. Neste contexto, os processos de investigação para avaliação de recursos têm uma sequência convencional. Esta na prática envolve os passos de recolha de informação, análise de dados e recomendações à gestão com base nas regras de controlo de exploração estabelecidas para cada manancial. Por fim, o processo de decisão com base na recomendação científica. Os dados para recomendação são estandardizados, recolhidos pelos estados membros e supervisionados pela Comissão Europeia no âmbito de grupos de trabalho específicos. Os métodos e as regras de controlo são normalmente definidos no âmbito dos grupos de trabalho dos comités internacionais. As recomendações à gestão são um processo científico final realizado por grupos especializados, caso do CIEM (Conselho Internacional de Exploração do Mar) ou comités como no caso da ICCAT (Comité Internacional para Conservação do Atum do Atlântico) e baseado nos resultados científicos dos grupos de trabalho. A decisão é tomada exclusivamente pela União Europeia, (Conselho Europeu sob proposta da Comissão e do Parlamento Europeu). Contudo, para melhor se perceber este processo de decisão seria necessário atender à actual estrutura de governança da política comum de pescas (PCP) da União Europeia, de forma a perceber o enquadramento institucional da investigação de avaliação de recursos pesqueiros no âmbito da União Europeia (Hegland et al. 2010). Os comités internacionais funcionam na actual estrutura de gestão da PCP como o fórum privilegiado de investigação endereçando, de acordo com a convenção das nações unidas para o direito marítimo, o problema dos recursos partilhados entre nações. O desenvolvimento e implementação de políticas ambientais (por exemplo a Directiva Quadro Estratégia Marinha) e de gestão pesqueira requerem a validação das avaliações do estado dos recursos e definição objectiva das regras de controlo para a exploração nestes fóruns de investigação.

Para o caso dos Açores, é relevante e prioritária a investigação sobre a definição de unidades de gestão (recursos regionais e recursos partilhados), definição do habitat essencial dos diferentes recursos para efeitos de avaliação (estrutura da população na distribuição horizontal e vertical), a avaliação dos recursos classificados em função da informação disponível para cada um deles (de acordo com as recomendações do CIEM) e finalmente a elaboração de planos de gestão a longo prazo. Salienta-se como particular importância o desenvolvimento e aplicação de metodologias dirigidas aos recursos considerados como limitados na informação disponível para avaliação, incluindo a definição das regras de controlo. Por fim devem ser considerados os aspectos de adaptação de sub-rotinas informáticas associadas aos bancos e bases de dados de forma a efectuar análises estandardizadas e resumir a informação no formato requerido pelos grupos de trabalho. Estas áreas devem ser consideradas para projectos de apoio à decisão, incluindo os aspectos da formação e consultoria necessários para ajuste das metodologias estatísticas de avaliação à realidade local.

## REFERENCES

Hegland, T. J., K. Ounanian & J. Raakjær 2010. 'Introduction' Pp.17-30 in: J Raakjær, H. Abreu, C. Armstrong, T. J. Hegland, L.V. Hof, K. Ounanian, MPRP, C. Röckmann & S. Zetterholm (Eds). Exploring the Option of Regionalising the Common Fisheries Policy : Work Package 4 Technical Document. 2nd Ed. Available at: [www.liv.ac.uk/media/livacuk/mefepo/documents/wp3/wp4/Work\\_Package\\_4\\_report\\_FINAL\\_141010.pdf](http://www.liv.ac.uk/media/livacuk/mefepo/documents/wp3/wp4/Work_Package_4_report_FINAL_141010.pdf)

## How do we understand the sea? Perspectives from the Azores and Newfoundland

ALISON L. NEILSON, R. GABRIEL, A.M. ARROZ & E. MENDONÇA



Neilson, A.L., R. Gabriel, A. M. Arroz & E. Mendonça 2014. How do we understand the sea? Perspectives from the Azores and Newfoundland. Pp. 15-17 in: Carreira, G., F. Cardigos & F.M. Porteiro (Eds). The sea of the Azores: scientific forum for decision support. *Arquipelago*. Life and Marine Sciences. Supplement 8.

*Alison L. Neilson (e-mail: aneilson@uac.pt), Rosalina Gabriel, Ana Moura Arroz & Enésima Mendonça, Azorean Biodiversity Group, CITA-A, University of Azores.*

The European Union's Common Fisheries Policy has attempted to conserve world fish stocks via individual tradable quotas, ITQs, which has resulted in large fishing fleets and trading markets making profits (Bromley 2009; Einarsson 2012; Høst 2010) while Europeans continue to consume fish at increasingly high levels (Portuguese consume 56 kg/person/year vs EU average 22 kg, European Commission 2011). Fish stocks continue to decline and coastal fisheries, accepted by many to be the most sustainable (Jacquet & Pauly 2008), are also in rapid decline. EDUMAR research project explores the perspectives of those who work and live most intimately with the sea.

This research story is about a clash between ways of understanding knowledge and attempting to bridge that gap in order to disrupt environmental colonialism (Carbonell 2012) and serve environmental justice, i.e., remedy social injustices related to environmental conditions or access to natural resources (Reed & George 2011). It is premised on ethics of embodied knowing and narrative inquiry in which the knower is an important part of the knowledge. Using photo elicitation and focus groups, we listened to fishers tell about their place within the ocean ecosystems. Necessarily messy work results in complex narratives that do not fit well into the models commonly used. The challenge is to make transparent the different epistemologies and ontologies at play in order to work together to create environmental just knowledge to offer to policy makers.

Environmental Justice explores how some people are disproportionately affected by environmental disasters while others receive unfair amounts of environmental benefits; these disproportions are based on intersections of race, class, and gender, among others (Bullard 1994; Shiva 1994). The perspectives of people who receive the benefits of the environment are used in schools, TV, books, and policy. This work emerges from the perspective that research has implications, which can serve or hinder environmental and social justice. Who we listen to and how we listen are important to what narratives underlie our future aspirations.

While going to where people work and live, we heard many simple phrases like it's my life or I love the sea. They talked about the routines of fishing, about leaving school to go fishing to help the family, having to hide in boats to go fishing because, as girls, they were not supposed to go. They told stories of waves that destroyed houses near the coast, of animals that were washed out to sea and people who died at sea while collecting limpets. Husbands and wives spoke of fishing together and the pride they felt for one another. They noted that there were bad times of hunger and that they had to leave the Azores to go to America seeking a better life but they were always thinking of the sea and when they could return to the islands.

In addition to being more socially and environmentally just, listening to the perspectives of local fishers can improve success for conservation. For example, if broader perspectives are included in knowledge construction and policy making, there may be more voluntary compliance with policies especially with the ones that may ask fishers to sacrifice income or heritage.

## Como compreendemos o mar? Perspetivas dos Açores e da Terra Nova

A Política Comum das Pescas da União Europeia tentou conservar os recursos haliêuticos mundiais através de quotas transacionáveis individuais (QTIs), o que resultou em grandes frotas de pesca e mercados comerciais geradores de lucros (Bromley 2009; Einarsson 2012; Høst 2010). Entretanto, o consumo de peixe na Europa continua a aumentar, por exemplo os Portugueses consomem 56 kg / pessoa / ano, embora a média da União Europeia seja de 22 kg (European Commission, 2011). Os recursos haliêuticos continuam a diminuir e as pescas costeiras, consideradas por muitos a forma mais sustentável de pesca (Jacquet & Pauly 2008), também estão em rápido declínio. O projecto EDUMAR explora as perspectivas daqueles que trabalham e vivem em maior proximidade com o mar.

Esta investigação explora o confronto entre modos de compreender o conhecimento e tentar preencher essa lacuna, a fim de interromper o processo de colonialismo ambiental (Carbonell 2012) e servir a justiça ambiental, ou seja, remediar injustiças sociais relacionadas às condições ambientais ou ao acesso a recursos naturais (Reed & George 2011). Este trabalho tem como premissa ética o saber e a investigação narrativa onde aquele que conhece é uma parte importante do conhecimento. Usando foto-elicitação e grupos de discussão, ouvimos os pescadores falar acerca do seu lugar dentro dos ecossistemas oceânicos. É um trabalho necessariamente confuso, que resulta em narrativas complexas que não se encaixam bem nos modelos de análise geralmente usados. O grande desafio é tornar as diferentes epistemologias e ontologias em questão transparentes, a fim de que seja possível trabalhar em conjunto em prol da criação de um conhecimento ambiental justo para que o mesmo seja disponibilizado aos decisores políticos.

A Justiça Ambiental explora a forma como algumas pessoas são desproporcionalmente afetadas por desastres ambientais, enquanto outras recebem quantidades desiguais de benefícios ambientais. Essas desproporções são baseadas em interseções de raça, classe e género, entre outros (Bullard 1994; Shiva, 1994). As perspectivas das pessoas que recebem os benefícios ambientais são usadas na escola, televisão, livros e política. Este trabalho surge a partir da perspectiva de que a pesquisa tem implicações que podem servir ou prejudicar a justiça ambiental e social. Quem ouvimos e como ouvimos são importantes fatores para decidirmos quais são as narrativas que fundamentam as nossas aspirações futuras.

Ao irmos para onde as pessoas vivem e trabalham, nós ouvimos muitas frases simples, como “é a minha vida”, ou “eu amo o mar”. Falaram-nos sobre a rotina de pesca, como deixaram a escola para ir pescar para que fosse possível ajudar a família, e como tinham que se esconder nos barcos de pesca, porque as meninas não podiam ir. Nos contaram histórias de ondas que destruíram casas perto da costa, de animais que foram arrastados para o mar e das pessoas que morreram no mar durante a apanha de lapas. Maridos e esposas falaram de como era pescar juntos e do orgulho que sentiam um pelo outro. Ouvimos falar acerca dos tempos difíceis em que tiveram que sair dos Açores para irem para a América em busca de uma vida melhor, e do pensamento constante sobre o mar e o momento em que poderiam voltar para as ilhas.

Além de ser social e ambientalmente mais justo, ouvir as perspectivas dos pescadores locais pode melhorar o sucesso dos programas de conservação. Por exemplo, a inclusão de perspectivas mais amplas na construção do conhecimento e formulação de políticas, pode gerar o cumprimento voluntário de políticas, especialmente as que pedem aos pescadores para sacrificar a renda ou património.

## REFERENCES

- Bromley, D.W. 2009. Abdicating responsibility: The deceits of fisheries policy. *Fisheries* 34(6): 280-302.
- Bullard, R.D. 1994. Overcoming environmental racism. *Environment* 36(4): 10-20, 39-44.
- Carbonell, E. 2012. The Catalan fishermen's traditional knowledge of climate change and the weather. *International Journal of Intangible Heritage* 7: 61-75.
- Einarsson, N. 2012. From fishing rights to financial derivatives. Individual transferable quotas and the Icelandic economic collapse of 2008. Pp. 176 -227 in: Højrup, T. & K. Schriewe (Eds) *European Fisheries at a tipping-point*. Editum. Ediciones de la Universidad de Murcia. 521 pp.
- European Commission. 2011. *European Atlas of the Sea*. Directorate General for Maritime Affairs and Fisheries. Available from: [http://ec.europa.eu/maritimeaffairs/atlas/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/maritimeaffairs/atlas/index_en.htm) (cited September 2013).
- Høst, J. 2010. A neoliberal catch: Access rights and the clash of coastal lifemodes. Presentation at the World Small-Scale Fisheries Congress, Bangkok, Thailand, October 18-22, 2010.

**THE SEA OF THE AZORES:  
SCIENTIFIC FORUM FOR DECISION SUPPORT II**

**CONHECER O MAR DOS AÇORES:  
FÓRUM CIENTÍFICO DE APOIO À DECISÃO II**

**9-10 JULY 2012**

**Horta, Faial, Portugal**



## Understanding local views on marine conservation: a case study

ANA RITA S.G.C. ABECASIS



Abecasis, A.R.S.G.C. 2014. Understanding local views on marine conservation: a case study. Pp. 21-24 in: Carreira, G., F. Cardigos & F.M. Porteiro (Eds). The sea of the Azores: scientific forum for decision support. *Arquipelago*. Life and Marine Sciences. Supplement 8.

*Ana Rita de Sousa Gonçalves Costa Abecasis (e-mail: ritascosta@hotmail.com), University of Western Australia, 35 Stirling Highway Crawley WA 6009 Perth, Australia.*

Establishing and implementing marine protected areas (MPAs) is a highly complex process that involves not only ecological but also socioeconomic, political and cultural dimensions. As these dimensions are highly variable, there is a need to understand how they may influence the processes of MPA implementation. Case studies are one way to deepen our understanding and provide valuable opportunities to improve future processes. Corvo island is an excellent case study as it has been a “natural laboratory” for marine conservation since the 1990s, witnessing different management approaches, both community-based and government-driven, as well as the intervention of external institutions and intensive scientific research.

### “SETTING THE SCENE”

This study started by describing the establishment of MPAs in the Archipelago of the Azores. After the first MPAs were established, in the early 1980s, marine research and conservation became a regional priority and a large amount of work was dedicated to MPA research and design involving the Regional Government of the Azores, the scientific community, environmental non-governmental organizations and international institutions. Different phases of MPA establishment in the Azores were identified in which, not only the establishment processes differ, but also the region’s administrative backdrop, marine resource use and conservation research.

Today, over 100,000 km<sup>2</sup> of marine areas are protected under Azorean laws, which puts marine conservation at a turning point. Marine ecosystems are increasingly valuable to the Azorean economy and society as they support two fast growing economic activities, tourism and commercial fisheries, and are intricately associated with Azorean culture and livelihoods. This has raised concerns about their sustainable use and created a sense of urgency towards developing conservation measures such as MPAs. A SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities & Threats) methodology was used to analyse the present status of Azorean MPAs as well as future opportunities and constraints on MPA implementation.

### MPA ESTABLISHMENT IN CORVO ISLAND

Different approaches to MPA establishment were applied in Corvo. On one end, an informal community-driven process led to the creation of a voluntary reserve where fishing was effectively banned, compliance was high and enforcement was assured by the community itself. On the other end, external entities worked for over twenty years to establish marine conservation tools in Corvo, a process driven by regional, national, EU and other international policies and agreements. These processes were based

on scientific knowledge, included different participation types and culminated in the establishment of the Corvo Island Natural Park (Parque Natural de Ilha, PNI) in 2008. Currently being implemented, the PNI includes a large MPA, which has yet to be regulated.

These approaches to MPA establishment differ in conservation goals and process complexity, but because they co-exist and were developed during the same period and within the same community, this study used stakeholders' perceptions to describe their development and effectiveness. In-depth interviews were conducted with local stakeholders (fishermen, fish retailers, tourism operators, key informants and local government and authorities) and external stakeholders (researchers and government officers).

The participants identified factors that ensured local support, community involvement and high levels of compliance in the community-based MPA. This MPA was considered a milestone for changing the community's perceptions of marine conservation, even though its limited conservation action was recognized and concerns regarding its legal status were raised (Abecasis et al. 2013). As for Corvo's PNI, most stakeholders supported its MPA, but many expressed disbelief regarding its implementation and concerns that it may remain a "paper park". Several factors that contributed to its lengthy establishment and implementation were identified: political and governmental issues, failures during the establishment process and shortcomings in administrative resources and actions. Most participants identified the urgent need of designing and implementing a management plan that includes goals and expected outcomes that the local community shares and values (Abecasis et al. 2013).

#### LOCAL VIEWS ON MARINE CONSERVATION

Understanding local perceptions of the marine environment and conservation allows us to incorporate them into decision-making and to use such knowledge to develop MPA goals shared by stakeholders and communities. This study looked at local perceptions to understand how the community and stakeholders view the island's marine environment. Local attitudes, level of awareness and expectations towards marine conservation, particularly MPAs, were analysed and compared with the views of researchers and government officers. Surveys were conducted within the local community and among visiting tourists, and in-depth interviews were conducted with major stakeholders.

The results showed that the marine environment in Corvo is used differently according to age, gender and level of education (Abecasis et al. in press). Nearly all participants valued the aesthetic component of the marine environment (seascape), but other components had different values for different stakeholders. The local community and stakeholders perceived changes that occurred in the marine environment; whereas some positive changes were mentioned, namely conservation measures, most participants mentioned negative changes such as decreasing marine resources, litter and coastal development. In particular, the main cause of these negative changes, or the main perceived threat, was overexploitation. Different stakeholders expressed the same concerns about the effects of several fisheries management measures and practices on the state of marine resources.

#### COMMUNITY INVOLVEMENT

The Corvo community presented positive attitudes towards marine conservation: participants considered it an important issue, supported the establishment of MPAs and recognized their possible benefits. This is consistent with the efforts put into environmental awareness and community involvement actions over several research projects and governmental initiatives undertaken on the island. Stakeholders identified several factors that contributed to community engagement in marine conservation, namely characteristics of the community itself (population size, local attitudes and decision making within the community) and the development of trust-based relationships between researchers and the community. The success of community involvement in Corvo was attributed to informal communication using di-

rect contact, and to stakeholder participation actions carried out to discuss MPA establishment and design. Other forms of communication, like formal presentations and public consultations, were also mentioned but were considered less effective in engaging the community.

In conclusion, this study provided insights that may be used to develop appropriate MPA management plans in Corvo. Lessons learned with this case-study may contribute to future MPA establishment and implementation processes in the rest of the Archipelago and elsewhere.

## Percepções locais sobre conservação marinha: um caso-estudo nos Açores

A criação de áreas marinhas protegidas (AMP) é um processo complexo que envolve não só factores ecológicos, mas também dimensões socioeconómicas, políticas e culturais. Uma vez que estas dimensões são altamente variáveis, é importante compreender de que forma podem influenciar este processo. Através de casos-estudo, podemos aprofundar o conhecimento sobre estas dimensões e aprender formas de melhorar processos futuros. A ilha do Corvo é um excelente caso-estudo pois tem sido um “laboratório natural” para conservação marinha desde os anos 90, incluindo diferentes abordagens à criação de AMPs, intervenção de instituições externas à ilha e intensa investigação científica.

Este estudo começa por descrever a criação de AMPs no Arquipélago dos Açores. Desde que as primeiras AMPs foram criadas, no início da década de 1980, que se deu prioridade à investigação e conservação marinha na região, resultando num grande investimento no estudo e criação de AMPs por parte do Governo Regional, comunidade científica, organizações não governamentais para o ambiente e instituições internacionais. Identificam-se diferentes fases na criação de AMPs, as quais se distinguem não só pela forma como o processo foi conduzido, mas também por apresentarem diferenças a nível de enquadramento administrativo, utilização dos recursos marinhos e investigação científica.

Atualmente, mais de cem mil quilómetros quadrados de áreas marinhas encontram-se legalmente protegidas nos Açores, o que coloca a conservação marinha num ponto de viragem. Os ecossistemas marinhos são cada vez mais importantes para a sociedade e economia regional, pois suportam duas actividades económicas em crescimento – o turismo e a pesca comercial – e encontram-se intrinsecamente associados à cultura e à vida açoriana. Assim, torna-se urgente o uso sustentável dos recursos marinhos e o desenvolvimento de medidas de conservação como as AMPs. Através de uma metodologia SWOT (forças, fraquezas, oportunidades e ameaças), analisou-se a situação actual das AMPs nos Açores e identificaram-se oportunidades e dificuldades para a implementação das mesmas.

### CRIAÇÃO DE AMPs NO CORVO

No Corvo foram utilizadas diferentes abordagens à criação de AMPs. Por um lado, um processo informal conduzido pela comunidade levou à criação de uma reserva voluntária onde a pesca foi efectivamente proibida através de um acordo não legal e esta proibição tem sido cumprida e zelada pela própria comunidade. Por outro lado, entidades externas (instituições governativas e científicas) trabalharam ao longo de mais de duas décadas para criar ferramentas de conservação marinha no Corvo, em processos movidos por políticas e acordos regionais, nacionais, comunitários e internacionais. Estes processos basearam-se em conhecimento científico, incluíram diferentes formas de participação pública e culminaram na criação do Parque Natural de Ilha do Corvo (PNI) em 2008. Este PNI encontra-se em fase de implementação, e inclui uma vasta AMP que ainda se encontra por regulamentar.

Apesar de estas abordagens terem diferentes objectivos de conservação e complexidade, foram desenvolvidas durante o mesmo período e no seio da mesma comunidade. Assim, este estudo recorreu às percepções dos “stakeholders” para descrever o seu desenvolvimento e eficácia, tendo-se realizado entrevistas com “stakeholders” locais (profissionais da pesca, operadores turísticos e autoridades locais) e “stakeholders” externos (investigadores científicos e membros do Governo Regional).

Os diferentes participantes identificaram factores que asseguraram o apoio e envolvimento da comunidade local na reserva voluntária (Abecasis et al. 2013). Esta reserva foi considerada um marco na medida em que veio alterar as percepções locais sobre conservação marinha, embora se tenha reconhecido a sua limitada acção de conservação e levantado questões acerca da sua situação legal. Relativamente ao PNI, a maioria dos “stakeholders” demonstrou o seu apoio, embora muitos tenham demonstrado dúvidas acerca da sua implementação, receando que se mantenha apenas “em papel”. Identificaram-se vários factores que contribuíram para atrasar a sua criação e implementação: questões políticas, falhas no processo de criação e limitações a nível da acção administrativa e seus recursos. A maioria dos participantes identificou a necessidade urgente de elaborar e implementar um plano de gestão que incluía objectivos que a comunidade local reconheça e partilhe.

#### ENVOLVIMENTO DA COMUNIDADE

A comunidade do Corvo apresentou atitudes positivas em relação à conservação marinha, considerando-a um assunto importante, apoiando a criação de AMPs e reconhecendo os seus potenciais benefícios. Estes resultados são consistentes com os esforços e acções dedicados à sensibilização ambiental e envolvimento da comunidade desenvolvidos durante vários projectos e iniciativas realizadas na ilha. Os participantes identificaram vários factores que contribuíram para envolver a comunidade na conservação marinha, nomeadamente características da própria comunidade – tamanho da população, atitudes e poder decisório local – e o desenvolvimento de relações de confiança entre investigadores e a comunidade. O sucesso do envolvimento da comunidade no Corvo foi atribuído à utilização de uma linguagem informal com recurso a contacto directo e a acções de participação de “stakeholders” desenvolvidas para discutir a criação de AMPs. Outras formas de comunicação como apresentações formais e consultas públicas também foram mencionadas, mas foram consideradas pouco eficazes para o envolvimento da comunidade. Em resumo, este estudo proporciona conhecimentos que poderão ser utilizados para desenvolver planos de gestão para AMPs no Corvo. As lições aprendidas com este caso-estudo poderão contribuir a criação e implementação de AMPs no Arquipélago e outras regiões.

#### REFERENCES

- Abecasis, R.C., N. Longnecker, L. Schmidt & J. Clifton 2013. Marine conservation in remote small island settings: factors influencing marine protected area establishment in the Azores. *Marine Policy* 40:1-9.
- Abecasis, R.C., L. Schmidt, N. Longnecker & J. Clifton 2013. Implications of community and stakeholder perceptions of the marine environment and its conservation for MPA management in a small Azorean island. *Ocean and Coastal Management* 84: 208-219.

## Conservation of Pelagic Elasmobranchs in the Azores

PEDRO AFONSO, F. VANDEPERRE, J. FONTES & F. PORTEIRO



Afonso, P., F. Vandeperre, J. Fontes & F. Porteiro 2014. Conservation of Pelagic Elasmobranchs in the Azores. Pp. 25-30 in: Carreira, G., F. Cardigos & F.M. Porteiro (Eds). The sea of the Azores: scientific forum for decision support. *Arquipelago*. Life and Marine Sciences. Supplement 8.

*Pedro Afonso (e-mail:afonso@uac.pt), Frédéric Vandeperre, Jorge Fontes, Filipe Porteiro. Institute of Marine Research / Dept. of Oceanography & Fisheries, University of the Azores, Cais de Santa Cruz, 9901-862 Horta, Portugal.*

Pelagic sharks and rays are considered by Regional Fisheries Management Organizations (RFMOs) to be highly migratory species and currently managed individually as single stock populations for the whole North Atlantic (NA), or not managed at all. The Azores archipelago, central North Atlantic, harbours nine islands, several offshore islets and shallow banks, and many seamounts across its ca. 1 million km<sup>2</sup> of Economic Exclusive Zone (EEZ). In total, there are 59 species of elasmobranchs (plus 4 chimaeriformes) pertaining to 10 orders and 24 families cited for the area (Santos et al. 1997). Sharks and batoids (ray like) contribute with 43 and 16 species, respectively, of which 18 are oceanic (11 spp.) or semi-oceanic (7 spp.) (Table 1). All of these are thought to use the pelagic habitat over island shelves and slopes, offshore seamounts and the open waters in the region. However, the diversity among these species and habitats contrasts with the limited knowledge of their ecology and conservation threats. Therefore, it is worth reviewing existing knowledge for these 18 pelagic elasmobranchs in the region to answer the following questions:

1) What is the conservation status of these populations? A tentative, broad evaluation of their relative frequency in the region from various official and anecdotal data sources (fisheries landings and experiments, observer programs, diving operators, DOP collection, etc.) shows that it ranges from exceptional to abundant (Table 1). Some species appear to have very low natural abundance due to habitat constraints (e.g. Galapagos and oceanic whitetip sharks) but others may reflect a true population decrease (e.g. white and hammerhead sharks). Fifteen species are red-listed by the IUCN as “vulnerable” (12), “near threatened” (2) or “data deficient” (1), and only one as “least concern” (IUCN 2012) (Table 1). All their NA populations face a decreasing or, at best, an unknown trend. Stock assessments were conducted by ICCAT for some sharks caught by pelagic longline and concluded that NA populations (except blue shark) are overfished or data deficient, leading to the proposal of progressively restrictive measures in recent years. Longline catch and bycatch in the Azores is unreported or seriously underestimated (Pham et al. 2013). This scenario supports the conclusion that nearly all these species currently face poor conservation status in the NA and the region.

2) Do the Azores play an important role for them? In spite of the classic single migratory stock view, the region might play an increased ecological role if it harbours essential fish habitat (EFH) (Rosenberg et al. 2000) for these species, such as nursery areas or mating aggregations (Kinney & Simpfendorfer 2009). This seems to be the case, at least for some species. The Azores is as a nursery and, possibly, a pupping area for blue shark, as confirmed by fisheries (Aires-da-Silva et al. 2008) and satellite telemetry data (unpublished data), and its contribution to the sustainability of the NA population may be important (Aires-da-Silva & Gallucci 2007). The spatial ecology of other locally frequent or common pelagic sharks (short and longfin makos, bigeye thresher and smooth hammerhead) is poorly known.

However, we hypothesise that the Azores may play a role as EFH for these species, given that seamounts and mesoscale ocean circulation features occur in high density in the Azores (Santos et al. 1995, Morato et al. 2008a) and that these species or other closely related species were reported to be associated to such features (Morato et al. 2008b; Morato et al. 2010). There is also good evidence that other EFHs exist at specific areas where some species are known to aggregate, including putative hammerhead and tope sharks coastal nurseries and devil ray mating grounds at shallow seamounts. Relevant ecological data (genetic, demography, biotelemetry) is critically needed to assess these hypotheses and elucidate the connectivity between adult and juvenile habitats and sub-populations at an ocean basin scale.

3) Are these habitats at risk, and what are the main threats? Longlining has major levels of elasmobranch bycatch globally and in the region (Table 1), and has been identified as the major threat to pelagic sharks (Baum & Blanchard 2010, IUCN 2012). This fishery occurs in the region although with limitations inside the 100 NM buffer for foreign fleets (Pham et al. 2013). Fishing over putative EFHs and especially those shared by multiple species (EFH hotspots) could represent a serious threat. Currently, there is no observer monitoring of longline fisheries in the region, which is critical in assessing bycatch and demography of sharks and other endangered pelagic predators, such as marine turtles. Bottom fishing, by handline and longline, is the most important fishery in the region and has minor bycatch and discards of sharks, namely tope, hammerhead and blue sharks. The same can be said for recreational fisheries although no official statistics or monitoring exists. There are anecdotal reports of occasional non-lethal interactions between vessels/gear and devil ray or whale shark aggregations, and concerns exist that the growing shark ecotourism may disturb and impact the behaviour of these animals. These are potential threats that need urgent monitoring, particularly at aggregation sites. Finally, given that most of these are subtropical species believed to be highly migratory, and that the Azores may constitute the distribution limit for some of them, such as whale shark, devil ray and some requiem sharks, changes in oceanographic regimes due to global climate change may well lead to changes in their distribution and EFH location. Only integrated knowledge of demography, habitat use and migration patterns will allow proper modelling and forecasting of these effects.

In conclusion, there is a possible conflict between the ocean-wide, species-specific scale of current RFMO fisheries management and putative regional scale EFHs. A shift towards ecosystem-based management might change this situation and confer higher importance to the region in the context of the wider Atlantic. Regardless, there is an urgent need for 1) improved research and monitoring, and 2) an integrated elasmobranch management plan for the Azores, currently non-existent, which could become a major conservation tool for these species in the region.

The Sea of the Azores: Scientific Forum for Decision Support II, 9-10 July 2012

Species		IUCN Redlist			UNCLOS		ICCAT	EU	
english	portuguese	FAO code	Status	Pop. Trend	Annex 1 - HMS	Stock assessment (year)	Recommendations (year)	Council regulation	Limitations
Blue shark	tintureira	BSH	Near Threatened	unknown	v	not overfished (2009)	(2004) - Full utilization	(2003) - Finning ban	
Shortfin mako	rinquim	SMA	Vulnerable	decreasing	v	overfished (2009)	(2010) - full report	(2003) - Finning ban	
Longline mako	rinquim crioulo	LMA	Vulnerable	decreasing	v	data deficient	(2004) - Full utilization	(2003) - Finning ban	
Pelagic tresher	raposo olhudo	BTH	Vulnerable	decreasing	v	data deficient	(2009) - full prohibition	(2003) - Finning ban	Ban
Smooth hammerhead	martelo	SPZ	Vulnerable	decreasing	v	data deficient	(2010) - full prohibition	(2003) - Finning ban	Ban
Porbeagle	anequim	POR	Vulnerable	decreasing	v	data deficient (2008)	(2004) - Full utilization	(2003) - Finning ban	TAC
Oceanic whitetip	pontas brancas	OCS	Vulnerable	decreasing	v		(2010) - full prohibition	(2003) - Finning ban	
Pelagic stingray	ratão, uje	PST	Least Concern	unknown					
Greater guinean mobula	jamanta		Data deficient	unknown					
Giant manta ray	manta		Vulnerable	decreasing					
Basking shark	tubarão frade		Vulnerable	decreasing	v				Ban
Whale shark	tubarão baleia		Vulnerable	decreasing	v				
Leatherback turtle	tartaruga de couro		Critically Endangered	decreasing	v			Habitats Directive	Ban
Loggerhead turtle	tartaruga boba		Endangered	needs update (1996)	v			Habitats Directive	Ban

(2009) - prohibit retaining onboard, transshipping, landing, storing, or offering for sale any part or whole carcass

(2010) - prohibit retaining onboard, transshipping, landing, storing, or offering for sale any part or whole carcass of hammerhead sharks of the family Sphyrnidae

## Conservação de Elasmobrânquios Pelágicos nos Açores

Os tubarões e raias pelágicos são espécies consideradas altamente migratórias e geridas pelas Organizações Regionais de Gestão Pesqueira (ORGP) individualmente como mananciais únicos no Atlântico Norte (AN), ou não geridas. O arquipélago dos Açores, no AN central, alberga nove ilhas, vários ilhéus e bancos do largo, e múltiplos montes submarinos na sua zona económica exclusiva (EEZ) de cerca de 1 milhão de km<sup>2</sup>. No total, existem cerca de 59 espécies de elasmobrânquios (e 4 chimaeriformes) pertencentes a 10 ordens e 24 famílias citadas para a área (Santos et al. 1997). Os tubarões e batóides contribuem com 43 e 16 espécies, respectivamente, das quais 18 são oceânicas (11 spp.) ou semi-oceânicas (7 spp.) (Tabela 1). Todas usam o habitat pelágico sobre as plataformas e taludes das ilhas, montes submarinos e oceano aberto da região. Contudo, esta diversidade de espécies e habitats contrasta com a extensão do nosso desconhecimento sobre a sua ecologia e ameaças à sua conservação. Neste trabalho é feita uma revisão do conhecimento existente para estes 18 elasmobrânquios pelágicos para tentar responder às seguintes perguntas:

1) Qual o estatuto de conservação destas populações? Uma tentativa de avaliação da ocorrência destas espécies nos Açores a partir de vários dados oficiais ou anedóticos (descargas, experiências de pesca, observadores, colecção do DOP-UAc, operadores de mergulho, pescadores, etc) mostra que variam entre excepcional e abundante (Tabela 1). Algumas parecem ser naturalmente pouco abundantes devido a constrangimentos ambientais (ex. tubarões das Galápagos e pontas brancas oceânico) enquanto outras deverão reflectir verdadeiros declínios populacionais (ex. tubarões branco e martelo). Quinze espécies estão listadas pela IUCN como vulnerável (12), quase ameaçada (2) ou sem informação (1), e apenas uma como não preocupante (IUCN 2012) (Tabela 1). Todas as populações no AN enfrentam uma tendência decrescente ou desconhecida, e as avaliações conduzidas pela ICCAT para algumas populações capturadas pelo palangre de superfície concluíram que estão sobre-exploradas ou sem informação (excepto o tubarão azul), levando à proposta de medidas de gestão progressivamente mais restritivas. A captura e o bycatch destas espécies no palangre pelágico nos Açores não é reportada ou é subestimada (Pham et al. 2013). Este cenário suporta a conclusão que quase todas estas espécies enfrentam um mau estatuto de conservação no AN e nos Açores.

2) Podem os Açores ter um papel importante para estas populações? Apesar da visão clássica do manancial único e migrador, os Açores podem desempenhar um papel ecológico importante se albergarem habitat essencial (Rosenberg et al. 2000) para estas espécies, tais como áreas de maternidade ou acasalamento (Kinney & Simpfendorfer 2009). Este parece ser o caso de algumas espécies. Os Açores são uma zona de crescimento e, possivelmente, uma zona de nascimento para o tubarão-azul, como indicado por dados de pescarias (Aires-da-Silva et al. 2008) e de telemetria por satélite (dados não publicados), e podem ter uma contribuição importante para a sustentabilidade da população do AN (Aires-da-Silva & Gallucci 2007). A ecologia espacial de outros tubarões pelágicos (rinquins, raposo olhudo, martelo) é muito mal conhecida mas é possível que a elevada densidade de montes submarinos (Morato et al. 2008a) e fenómenos de circulação oceânica de mesoscala nos Açores (Santos et al. 1995) possam constituir seu habitat essencial, dadas as associações destas e outras espécies aparentadas a estes fenómenos oceanográficos (Morato et al. 2008b, Morato et al. 2010, IUCN 2012). Existem também evidências de habitats essenciais em áreas onde se conhecem agregações, incluindo possíveis maternidades costeiras de tubarão martelo e cação e agregações para reprodução de jamanta em bancos e montes submarinos. É urgente obter informação ecológica relevante (genética, demografia, biotelemetria) para verificar estas hipóteses e elucidar da conectividade entre habitats e populações adultas e juvenis à escala oceânica.

3) Estão estes habitats em risco de conservação? Quais as maiores ameaças? O palangre de superfície resulta em grandes capturas e bycatch de elasmobrânquios a nível global e nos Açores (Tabela 1) e é considerada a maior ameaça para os tubarões pelágicos (Baum & Blanchard 2010, IUCN 2012). Esta pescaria ocorre na região, embora com limitações para frotas estrangeiras dentro das 100 mn. A pesca sobre possíveis habitats essenciais, especialmente se partilhados por várias espécies (hotspots), pode representar uma ameaça séria. Actualmente não existe um programa de observação desta pescaria nos Açores, vital para monitorizar o bycatch e demografia dos tubarões pelágicos e outras espécies ameaçadas, como as tartarugas marinhas. A pesca de fundo com linha de mão e palangre é a mais importante na região, com níveis muito reduzidos de bycatch ou rejeições de alguns tubarões pelágicos ou semi-pelágicos de reduzida importância comercial (cação, tubarões azul, martelo). O mesmo pode ser dito da pescaria recreativa embora não existam estatísticas ou monitorização oficiais. Existem também relatos de interacções ocasionais não letais entre embarcações/artes e agregações de jamanta e tubarão-baleia, e a preocupação de que o crescente mergulho com elasmobrânquios possa perturbar ou alterar o comportamento destes animais. Estas são potenciais ameaças que necessitam de urgente monitorização nos Açores, particularmente nos locais de agregação. Finalmente, dado que estas são, na sua grande maioria, espécies consideradas subtropicais e altamente migratórias, e que os Açores podem constituir o limite norte de distribuição para algumas delas (ex. tubarão-baleia, jamanta), possíveis alterações nos regimes oceanográficos causadas por alterações climáticas globais podem provocar alterações na sua distribuição e localização dos habitats essenciais. A modelação e previsão destes efeitos exigirá um conhecimento integrado da sua demografia, uso do habitat e padrões de migração.

Concluindo, há um possível conflito entre a escala oceânica e monoespecífica da actual gestão feita pelas ORGPs e os possíveis habitats essenciais na região. Uma gestão ecossistémica poderá alterar esta situação e conferir elevada importância aos Açores no contexto do Atlântico Norte. Actualmente, há uma necessidade urgente de 1) investigação e monitorização dirigidas, e 2) um plano integrado de gestão de elasmobrânquios para a região, actualmente inexistente mas potencialmente uma peça central na futura conservação destas espécies na região.

## REFERENCES

- Aires-Da-Silva, A.M. & V. F. Gallucci 2007. Demographic and risk analyses applied to management and conservation of the blue shark (*Prionace glauca*) in the North Atlantic Ocean. *Marine and Freshwater Research* 58: 570-580.
- Aires-Da-Silva, A.M., R. Ferreira. & J.G. Pereira 2008. Case study: blue shark catch patterns from Portuguese swordfish longline fishery in the Azores. Pp. 230-234 in: *Sharks of the Open Ocean: Biology, Fisheries and Conservation*. Camhi, M., E. Pikitch & E. Babcock (Eds). Blackwell Publishing, Oxford. 502 pp.
- Baum, J.K. & W. Blanchard 2010. Inferring shark population trends from generalized linear mixed models of pelagic longline catch and effort data. *Fisheries Research* 102: 229-239.
- IUCN (Internet). IUCN - Red List assessments. (cited 28 February 2012). Available from: <http://www.iucnredlist.org/>
- Kinney, M.J. & C.A. Simpfendorfer 2009. Reassessing the value of nursery areas to shark conservation and management. *Conservation Letters* 2: 53-60.
- Morato, T., M. Machete, A. Kitchingman, F. Tempera, S. Lai, G. Menezes, G., T.J. Pitcher & R.S. Santos 2008a. Abundance and distribution of seamounts in the Azores. *Marine Ecology-Progress Series*, 357, 17-21.
- Morato, T., D.A. Varkey, C. Dâmaso, M. Machete, M. Santos, R. Prieto, R.S. Santos & T.J. Pitcher 2008b. Evidence of a seamount effect on aggregating visitors. *Marine Ecology Progress Series* 357:23-32.
- Morato, T., S.D. Hoyle, V. Allain & S.J. Nicol 2010. Seamounts are hotspots of pelagic biodiversity in the open ocean. *Proceedings of the National Academy of Science* 107: 9707-9711.
- Pham, C., A. Canha, H. Diogo, J.G. Pereira, R. Prieto, R. & T. Morato 2013. Total marine fisheries catch for the Azores 1950-2010. *ICES Journal of Marine Science* 70:564-577.
- Rosenberg, A., T.E. Bigford, S. Leathery, R.L. Hill. & K. Bickers 2000. Ecosystem approaches to fishery management through essential fish habitat. *Bulletin of Marine Science* 66: 535-542.

- Santos, R.S., S. Hawkins, L.R. Monteiro, M. Alves, M. & E.J. Isidro 1995. Marine research, resources and conservation in the Azores. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 5: 311-354.
- Santos, R.S., F.M. Porteiro J.P. & Barreiros 1997. Marine fishes of the Azores: An annotated checklist and bibliography. *Arquipelago. Life and marine sciences*, Supplement 1:1-231.

## Marine Habitat mapping in the Azores: Project *MeshAtlantic*

PATRÍCIA AMORIM & FERNANDO TEMPERA



Amorim, P. & F. Tempera 2014. Marine Habitat mapping in the Azores: Project *MeshAtlantic*. Pp. 31-37 in: Carreira, G., F. Cardigos & F.M. Porteiro (Eds). *The sea of the Azores: scientific forum for decision support. Arquipelago. Life and Marine Sciences. Supplement 8.*

*Patrícia Amorim (e-mail: pamorim@uac.pt), Fernando Tempera. Department of Oceanography and Fisheries, University of Azores*

As human activities impacting the marine environment expand, the importance of mapping the distribution of seafloor habitats for better planning and management has been increasing. The *MeshAtlantic* project aims at providing a harmonized seabed habitat map for the Atlantic Area in order to inform decision-making processes from local scales to regional. The project results from the collaboration of 11 partners from 4 countries (Ireland, France, Spain and Portugal) and includes 4 main tasks: map collation, new surveys, making new maps and online map dissemination. Habitat classification in the project follows the European Nature Information System (EUNIS) - a hierarchical pan-European system that facilitates the harmonized description and collection of data through the use of common criteria.

### MARINE BIOTOPES OF THE AZORES

In the last two decades several works have produced information on the marine habitats of the Azores and their associated assemblages. A review of the Azores shelf biotopes (including supralittoral, eulittoral, infralittoral and circalittoral) was made based on published literature (Álvaro et al. 2008; Castro & Viegas 1983; Hawkins et al. 1990; Morton 1990; Morton et al. 1998; Martins et al. 2008; Neto 1992; Neto & Tittley 1995; Neto 2001; Pryor 1967; Tempera et al. 2012; Tittley et al. 1998; Tittley & Neto 2000; Wallenstein & Neto 2006; Wallenstein et al. 2008; Wallenstein et al. 2010) as well as on DOP/UAz databases from infralittoral and circalittoral surveys. For each biotope occurrence the database includes information on biological zone, geographical distribution of the known occurrences, depth range, level of hydrodynamic exposure, substrate, dominant species composition, and translation into the EUNIS classes (existing and proposed). The current list includes 86 biotopes spread over seven islands across the three island groups of the Azores (Figure 1), as well as a few seamounts such as Formigas Islets, Princess Alice seamount, and Dom João de Castro banks. A total of 44 shelf habitats found correspondence in EUNIS level-2 categories: B3- Coastal Habitats-supralittoral; A1. Littoral rock/Hard substrate; A2. Littoral sediment; A3. Infralittoral rock/hard substrate; A4. Circalittoral rock/hard substrate and A5. Sublittoral sediment. Level-5 analogues were identified that spread throughout several bio-geographic regions, including the Atlantic, Mediterranean and Black Sea (Pontic) but some harmonisation issues in some of the habitats where the matches occur will need to be addressed. Forty-two shelf habitats were found in the Azores that did not have correspondence in the EUNIS classification system. These habitats will be included in a proposal to be submitted to EUNIS.

Furthermore, the bathymetric distribution of biotopes of conservation importance (coral gardens, scleractinian reefs, deep-sea sponge aggregations and hydrothermal vent fields) was made and some EUNIS level-4 to -6 deep-sea epibenthic facies were identified on the basis of dominant conspicuous macrofauna. Forty-six epibenthic facies were distinguished between 200 and 3,300m depth, confirming

the bathyal and abyssal environments of the archipelago as a diverse mosaic of assemblages (Tempera et al. 2012). Such reviews and information are crucial for the adaptation of the EUNIS hierarchical habitat classification to the Macaronesian biogeographic region. The translation, harmonization and integration of the region's marine biotopes will facilitate the mapping of harmonised biotope data across Europe.

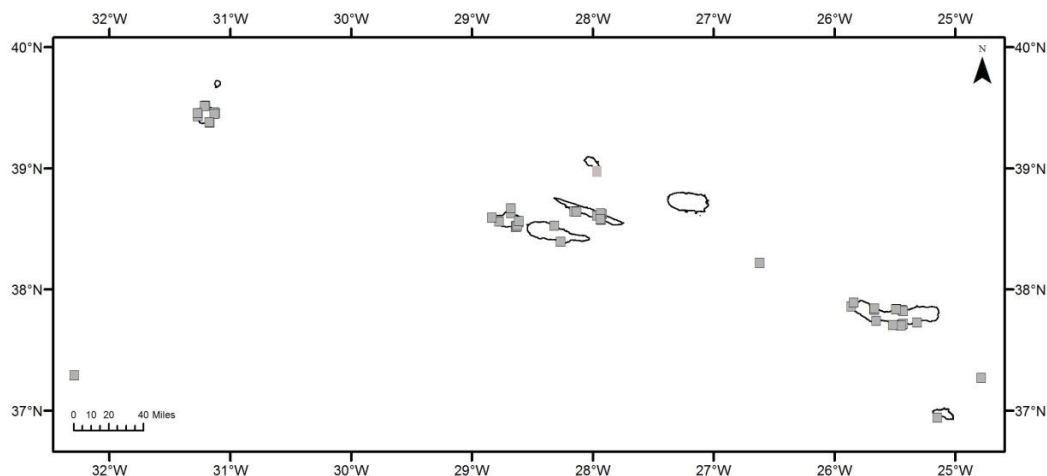


Fig. 1. Literature-based occurrences of biotope and bionomic profiles data collected for the Azores. / Registos de ocorrência de biótopos e perfis bionómicos disponíveis em trabalhos publicados para a região dos Açores

#### EUNIS BROAD-SCALE MAP

For the Azores region in particular, great effort has been made to compile existing information on the spatial distribution of biotopes and abiotic layers, including bathymetry, substrate, hydrodynamic exposure (near-seabed currents and waves) and light penetration.

#### BATHYMETRY

Collation and harmonization of bathymetric data for the Azores Exclusive Economic Zone (EEZ) sub-area made use of multiple sources: GEBCO\_08, Lourenço et al. (1998), MOMARGIS v2 and multibeam grids held at DOP/UAz, global multi-resolution topography along with interpolated data from point and contour data digitized from nautical charts in the vicinity of the islands. All bathymetry datasets were merged into a single layer using the ArcGIS mosaic tool, prioritizing data with a higher original resolution and most reliable sampling methods. The final layer represents the highest resolution bathymetric dataset (~300m) describing the Azores EEZ.

#### SUBSTRATE

Substrate data was also compiled from sources including from our own projects (comprising multibeam backscatter and seismic survey interpretation), point data digitized from up-to-date and historical nautical charts for the Azores islands and data retrieved from the World Seabed Data Browser, the Lamont-Doherty Earth Observatory and the National Geophysical Data Centre. Harmonization of the bottom types from different sources used MeshAtlantic's 7-class system (coarse sediment, mixed sediments, mud, muddy sand, rock, sand and sandy mud). Additionally, a geological interpretation of seafloor type

around the Azores was undertaken using seafloor point data and bathymetry information resulting in an incomplete coverage polygon of the Azores region. Multinomial regression (a statistical modelling technique for categorical data) was used complementarily to obtain full coverage. Several terrain variables (bathymetry, slope, eastness, northness, distance to seamounts or islands, rugosity and mean of the bathymetry standard deviance) were used to determine if the variability of seabed type could be significantly explained by these variables. The output resulted in the compilation of the highest resolution seabed substrate data available: a mosaic of interpreted and modelled substrate layer with a 250m resolution (Figure 2). For both layers, the confidence level of the different data sources of bathymetry and sediment type were calculated in order to easily assess the quality of the input data.

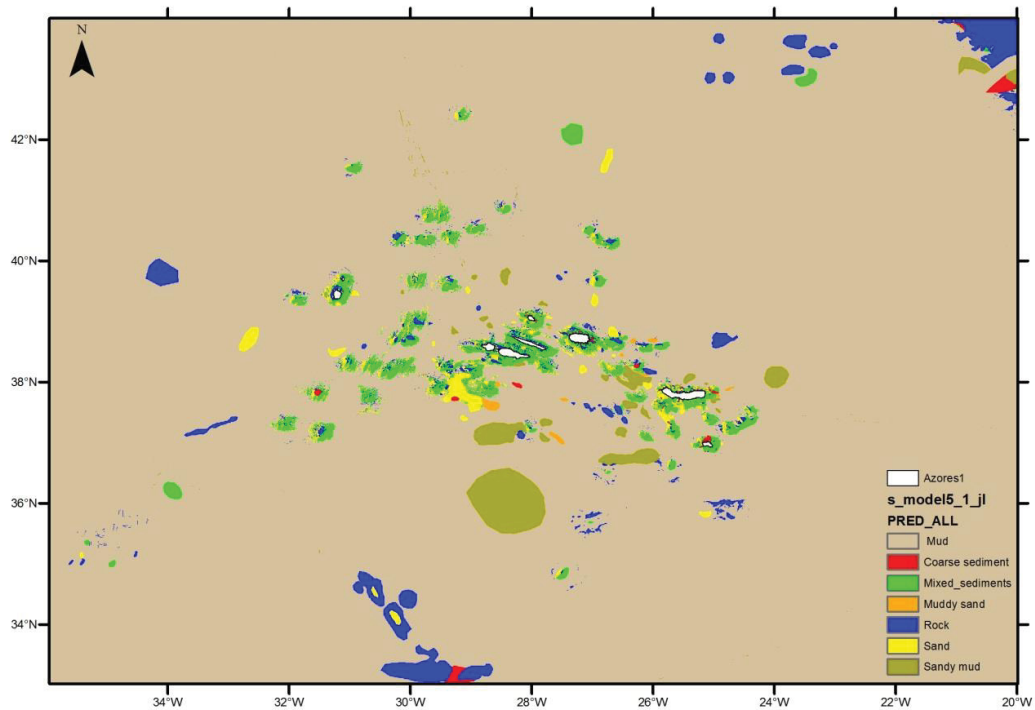


Fig. 2. Seabed type mosaic compiled from geologic expert interpretation, predict rocky seabed and predicted sediment types in non-Rock areas./ Mosaico do tipo de fundo compilado da interpretação geológica, estimativa de zonas de rocha e modelação dos tipos de fundo em zonas de não-rocha.

#### LIGHT PENETRATION

Based on irradiance data obtained near the Formigas Islets, light penetration was related to the highest depth of kelp occurrence (81 m) resulting in the infralittoral to circalittoral threshold. This value (percentage of remaining light = 0.8%) was applied to a climatological map of photosynthetically-active radiation (PAR) produced from 2005-2009 MERIS data and resulted in the first preliminary map of infralittoral areas in the Azores region (Figure 3).

## HYDRODYNAMIC EXPOSURE

Climatological near-seabed currents and wave data have also been sourced from the EasyCo and Green Islands projects. Thresholds are being defined for these abiotic layers that will be used in the GIS layer algebra to be used in the final multi-criteria 250m resolution EUNIS level-4 broadscale habitat map of the region.

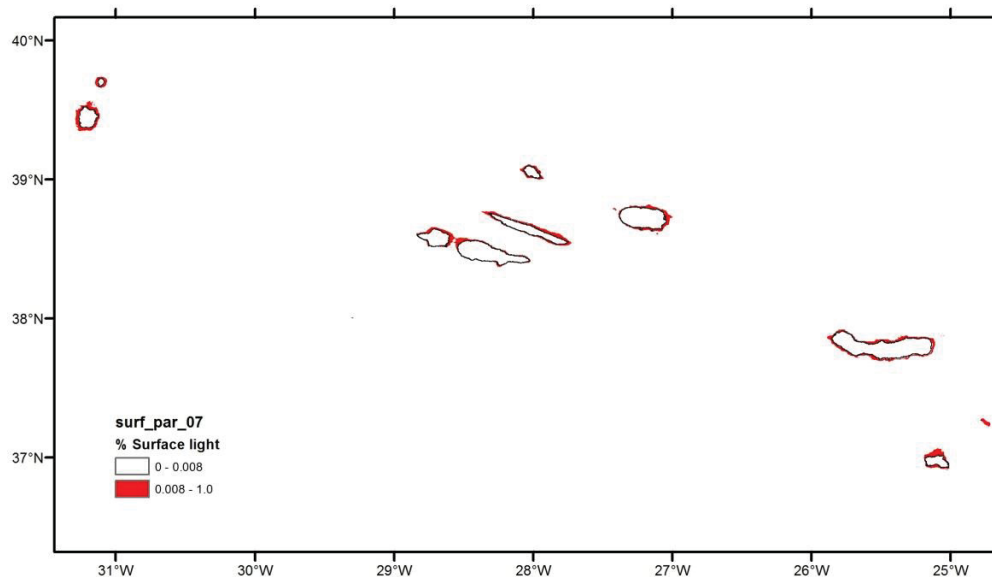


Fig. 3. Extent of the infralittoral biological zone (in red) in the Azores archipelago using 0.8% of surface light (KdPAR) threshold./ Extensão da zona biológica do infralitoral utilizando o limite de 0.8% da luz de superfície (KdPAR).

## Mapeamento dos habitats marinhos nos Açores: Projecto MeshAtlantic

Com a crescente influência das actividades humanas no meio marinho, tem sido cada vez mais importante mapear a distribuição dos habitats para um melhor planeamento e gestão. O projecto MeshAtlantic tem como principal objectivo disponibilizar um mapa de habitats do fundo marinho harmonizado para a área do Atlântico de forma a fornecer aos decisores informação dos processos a uma escala local e regional. Este projecto resulta da colaboração de 11 parceiros de 4 países (Irlanda, França, Espanha e Portugal) e integra 4 tarefas principais: compilação de mapas, novas campanhas, criação de novos mapas e disseminação online de mapas.

### BIÓTOPOS MARINHOS DOS AÇORES

Nas últimas duas décadas, foram desenvolvidos diversos estudos sobre os habitats marinhos dos Açores e das comunidades associadas. Com base nos trabalhos publicados (Álvaro et al. 2008; Castro & Viegas 1983; Hawkins et al. 1990; Morton 1990; Morton et al. 1998; Martins et al. 2008; Neto 1992; Neto & Tittley 1995; Neto 2001; Pryor 1967; Tempera et al. 2012; Tittley et al. 1998; Tittley & Neto 2000; Wallenstein & Neto 2006; Wallenstein et al. 2008; Wallenstein et al. 2010) e nas bases de dados das campanhas infralitoral e circalitoral do DOP/UAç, foi realizado um levantamento dos biótopos costei-

ros dos Açores (incluindo as zonas supralitoral, eulitoral, infralitoral e circalitoral). Para cada registo de biótopo, a base de dados inclui informação sobre zona biológica, distribuição geográfica das ocorrências conhecidas, intervalo de profundidade, nível de exposição hidrodinâmica, substrato, composição das espécies dominantes e tradução para a classificação EUNIS (existente e proposta). A lista actual inclui 86 biótopos distribuídos por sete ilhas ao longo dos três grupos de ilhas dos Açores (Figura 1), bem como, alguns montes submarinos: Formigas, Princesa Alice e Dom João de Castro. Um total de 44 habitats costeiros encontraram cor-respondência ao nível 2 das categorias EUNIS: B3. Habitats Costeiros-Supralitoral; A1. Litoral Rocha/Substrato Duro; A2. Litoral sedimento; A3. Infralitoral rocha/substrato duro; A4. Circalitoral rocha/substrato duro e A5. Sedimento Sublitoral. Foram também identificados biótopos de nível 5 análogos a diversas regiões biogeográficas, incluindo o Atlântico, Mediterrâneo e o Mar Negro (Pontic) mas existem algumas questões relativas à harmonização de alguns habitats em que houve correspondência que precisam de ser revistas. Foram identificados 42 habitats novos nos Açores que não tinham correspondência na classificação EUNIS. Estes habitats serão incluídos numa proposta a ser submetida à EUNIS.

Foi realizada também a distribuição batimétrica dos biótopos de importância de conservação (jardins de corais, recifes de corais duros, agregações de esponjas de profundidade e campos hidrotermais) e foram identificados alguns fácies epibênticos de níveis 4 a 6 EUNIS com base na macrofauna conspícua dominante. Foram distinguidos 46 fácies epibênticos entre os 200 e 3,300m de profundidade, o que confirma a existência de um mosaico de diversas comunidades nos ambientes batial e abissal (Tempera et al. 2012).

Este tipo de revisão bibliográfica e da informação disponível são cruciais para a adaptação da classificação hierárquica EUNIS para a região biogeográfica da Macaronésia. A tradução, harmonização e integração dos biótopos marinhos da região irá facilitar o mapeamento harmonizado de biótopos ao longo da Europa.

#### EUNIS MAPEAMENTO A LARGA ESCALA

A classificação de habitats no projecto segue o European Nature Information System (EUNIS) – um sistema hierárquico pan-Europeu que facilita a descrição harmonizada e a compilação de informação através de um critério comum.

Para a região dos Açores, em particular, tem sido realizado um grande esforço na compilação da informação existente sobre a distribuição espacial de biótopos e de informação sobre parâmetros abióticos, incluindo batimetria, substrato, exposição hidrodinâmica (informação de correntes e energia de ondas junto ao fundo) e de penetração da luz.

#### BATIMETRIA

Foram utilizadas diversas fontes de informação na recolha e harmonização de dados de batimetria para a sub-área da Zona Económica Exclusiva dos Açores (ZEE): GEBCO\_2008, Lourenço et al. 1998, MOMARGIS v2 e grelhas de reflectividade multifeixe realizadas pelo DOP/UAç, Global Multi Resolution Topography e informação interpolada de dados pontuais e das isolinhas de profundidade provenientes das cartas náuticas em redor das ilhas. Através da ferramenta Mosaic do ArcGIS, as diferentes fontes de dados batimétricos foram reunidas numa única camada de informação, dando prioridade aos dados com maior resolução espacial e com métodos de amostragem mais rigorosos. A informação de batimetria final integra a informação com maior resolução (~300m) e compreende a ZEE dos Açores.

## SUBSTRATO

Informação sobre o tipo de fundo foi também compilada de diversas fontes de dados inclusive dados de outros projectos (incluindo dados de reflectividade multifeixe e interpretação de dados de campanhas de sísmica), dados pontuais de cartas náuticas actualizadas e históricas do Arquipélago dos Açores e, também, informação obtida através do World Seabed Data Browser, Lamont-Doherty Earth Observatory e NGDC. Os diferentes tipos de fundo utilizados pelas diferentes fontes de dados foram harmonizados de acordo com as 7 classes definidas no projecto MeshAtlantic (Sedimentos Grosseiros, Sedimentos Mistos, Vasa, Areia vasosa, Rocha, Areia e Vasa arenosa). Adicionalmente, foi realizada uma interpretação geológica do tipo de fundo à volta dos Açores, usando como base os dados pontuais com a caracterização do tipo de fundo e a informação da batimetria, dando origem a uma cobertura incompleta da área de estudo na região dos Açores. Complementarmente, foram desenvolvidos modelos de regressão multinomial (técnica de modelação estatística para dados categóricos) para obter uma cobertura total de toda a área de estudo. Foram utilizadas diversas variáveis de terreno (Batimetria, Declive, Componente Este, Componente Norte, Distância aos montes submarinos ou ilhas, Rugosidade e a Média do desvio padrão da batimetria) para determinar se a variabilidade do tipo de fundo pode ser significativamente explicada por estas variáveis. No final, obteve-se a compilação de toda informação do tipo de fundo na maior resolução disponível: um mosaico de informação interpretada e modelada com resolução de 250 metros (Figura 2). Para as camadas (layers) de informação de batimetria e do tipo de fundo, foi calculado o nível de confiança das diferentes fontes de dados de modo a facilitar a avaliação da qualidade dos dados originais.

## ATENUAÇÃO DA LUZ

Com base num perfil de irradiância obtido perto dos ilhéus das Formigas, o limite entre o infralitoral e circalitoral foi definido com base nos valores de penetração da luz à maior profundidade em que foram observadas laminárias (81 m). Este valor (percentagem de luz que chega a essa profundidade = 0.8%) foi aplicado aos dados climatológicos de Radiação Fotossinteticamente Activa (PAR- MERIS) para o período entre 2005 e 2009, originando o primeiro mapa preliminar da área infralitoral para a região dos Açores (Figura 3).

## EXPOSIÇÃO HIDRODINÂMICA

Dados climatológicos de correntes e ondas junto ao fundo foram processados e disponibilizados pelos projectos EasyCo e Green Islands. Limiares estão a ser definidos para essas camadas abióticas e irão ser utilizados posteriormente na determinação final do mapa de larga escala dos habitats EUNIS de nível 4, através do processamento de multi-critério em SIG, a uma resolução final de 250m.

## REFERENCES

- Álvaro, N.V., F.M. Wallenstein, A.I.M.A. Neto, J. Ferreira, E.M. Nogueira, C.I. Santos & A.F. Amaral 2008. The use of digital photography for the definition of coastal biotopes in Azores. *Hydrobiologia* 596: 143-152.
- Castro, M.L.F. & M.Viegas 1983. Estudo dos Povoamentos de Algas Fotófilas da Ilha de S. Miguel (Açores). 1- Resultados Preliminares Sobre a Fácies de *Corallina elongata* Ellis & Sollander. *Arquipélago. Série Ciências da Natureza* 4: 7-30.
- Hawkins, S.J., L.P. Burnay, A.I. Neto, R.T. da Cunha & A.F. Frias 1990. A description of the zonation patterns of molluscs and other biota on the south coast of São Miguel, Azores. *Açoreana* Supl. 21-38.
- Morton, B. 1990. The Intertidal Ecology of Ilhéu de Vila Franca - A Drowned Volcanic Crater in the Azores. *Açoreana* Suppl. 3-20.
- Morton, B., J.C. Britton & A.M.F. Martins 1998. *Coastal Ecology of the Açores*. Sociedade Afonso Chaves, Ponta Delgada, 249pp.
- Martins, G.M., R.C. Thompson, S.J. Hawkins, A.I. Neto & S.R. Jenkins 2008. Rocky eulittoral community structure in oceanic islands: scales of spatial variability. *Marine Ecology Progress Series* 356: 15-24.
- Neto, A.I. 1992. Contribution to the Taxonomy and Ecology of the Azorean Benthic Marine Algae. *Biological*

- Journal of the Linnean Society* 46: 163-176
- Neto, A.I. & I. Tittley 1995. Structure and Zonation of Algal Turf Communities on the Azores: a Numerical Approach. *Boletim do Museu Municipal do Funchal*, 4: 487-504.
- Neto, A.I. 2001. Macroalgal species diversity and biomass of subtidal communities of Sao Miguel (Azores). *Helgoland Marine Research* 55: 101-111.
- Pryor, J. 1967. *Intertidal Marine Algae of São Jorge*. In: Chelsea College Azores Expedition July-October 1965 Final Report. London, pp.86
- Tempera, F., J.N. Pereira, A.B. Henriques, F. Porteiro, T. Morato, V. de Matos, M. Souto, B. Guillaumont & R.S. Santos 2012. Cataloguing deep-sea biological facies of the Azores. *Revista de Investigación Marina* 19(2): 36-38.
- Tittley, I., A.I. Neto & W.F. Farnham 1998. Marine algae of the island of Flores, Azores: Ecology and floristics. *Boletim do Museu Municipal do Funchal* 5: 463-479.
- Tittley, I. & A.I.M.A. Neto 2000. A provisional classification of algal-characterised rocky shore biotopes in the Azores. *Hydrobiologia* 440(1): 19-25.
- Wallenstein, F.F.M.M. & Neto, A. 2006. Intertidal rocky shore biotopes of the Azores: a quantitative approach. *Helgoland Marine Research* 3(60): 196-206.
- Wallenstein, F.F.M.M., A.I. Neto, N.V. Álvaro & C.I. Santos 2008. Algae based biotopes of the Azores (Portugal): spatial and seasonal variation. *Aquatic Ecology* 42(4): 547-559.
- Wallenstein, F.M., S.D. Peres, E.D. Xavier & A.I. Neto 2010. Phytobenthic communities of intertidal rock pools in the eastern islands of Azores and their relation to position on shore and pool morphology. *Arquipelago. Life and Marine Sciences* 27: 9-20.

## Pharmacological potential of Azorean macroalgae

MARIA DO CARMO BARRETO, A.M.L. SECA, V. GOUVEIA & A.I.M.A. NETO



Barreto, M.C., A.M.L. Seca, V. Gouveia & A.I.M.A. Neto 2014. Pharmacological potential of azorean macroalgae. Pp. 39-41 in: Carreira, G., F. Cardigos & F.M. Porteiro (Eds). The sea of the Azores: scientific forum for decision support. *Arquipelago*. Life and Marine Sciences. Supplement 8.

*Maria Carmo Barreto (e-mail: barreto@uac.pt), Ana M. L. Seca & Vera Gouveia, Universidade dos Açores, 9501-855 Ponta Delgada, Açores, Portugal. Maria Carmo Barreto & Ana I. M. A. Neto, CIRN, Universidade dos Açores, 9501-801 Ponta Delgada, Açores, Portugal. Ana I. M. A. Neto, Departamento Biologia, Universidade dos Açores, Apartado 1422, 9501-801 Ponta Delgada, Açores, Portugal & Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental (CIIMAR), Rua dos Bragas 289, 4050-123 Porto, Portugal.*

In recent decades, the pharmaceutical industry has renewed its interest in the search for natural products with pharmacological potential (Barreto 2012). The number of drug patents based on natural products has been rising steadily (Koehn & Carter 2005) and approximately 70% of all approved drugs from 1981 to 2010 are either derived from natural sources or modified from a natural substance (Newman & Cragg 2012).

In particular, the discovery of bioactive molecules from marine organisms has been increasing since the 1970's, due to the considerable marine biodiversity which is reflected in structurally unique secondary metabolites (Chin et al. 2006). Although the majority of approved drugs from marine sources were isolated from invertebrates or microorganisms (Mayer et al. 2010), many pharmacologically active compounds have been isolated from macroalgae (Smit 2004; Hill 2009). Among these are sulphated polysaccharides from red algae, carrageenan and fucoidan, or fucoidin from brown algae with activity against viruses responsible for human infectious diseases (Smit 2004). There are also reports of antioxidant and antitumour activity of extracts from brown algae (Zubia et al. 2009), and of anti-inflammatory, anticoagulant and antiangiogenic properties of fucoidans (Cumashi et al. 2007). Sulfate polysaccharides, including galactans, ulvans, and fucans have also been proved to display a variety of pharmacological activities such as anticoagulant/antithrombotic, antiviral, immuno-inflammatory, anti-epidemic and antioxidant, with a high potential for therapeutic application (Jiao et al. 2011).

Considering the fact that the Azorean marine ecosystems are still quite pristine and rich in algal communities, our group started to study the pharmacological potential of compounds from marine macroalgae. In a preliminary study, *Ulva compressa*, *Gelidium microdon*, *Osmundea pinnatifida*, *Fucus spiralis* and *Cystoseira abies-marina* were screened for their in vitro antitumour and antioxidant activities with very promising results. The dichloromethane extracts from *C. abies-marina* and *Fucus spiralis* were found to be extremely active against the HeLa tumour cell line, while the methanol and hexane fractions of *F. spiralis* presented antioxidant activity that was higher than all the commercial antioxidant standards (Barreto et al. 2012). The anticholinesterasic activity of these macroalgae was also assessed since the search for novel molecules capable of inhibiting acetylcholinesterase is important both to develop better drugs for Alzheimer's disease and to design environmentally friendly biopesticides. All the algal extracts and fractions inhibited this enzyme, with the strongest activity found in *C. abies-marina* and *U. compressa* (Medeiros et al. 2010).

This work was continued in a project entitled “Bioactive products in marine algae of the Azores” (AzoAlg, PTDC/MAR/100482/2008), funded by the Foundation for Science and Technology (FCT – Fundação para a Ciência e Tecnologia), in a partnership between the universities of the Azores, Aveiro and Porto. Two new meronorsesquiterpenes (cystoazorones A and B) and two new meroditerpenes (cystoazorols A and B) have been so far isolated from *C. abies-marina* extracts. Cystoazorones A and B, and cystoazorol A strongly inhibited the growth of tumour HeLa cells. Cystoazorol A also exhibited a selectivity index higher than taxol, a drug currently used in chemotherapy (Gouveia et al. 2013). The phytochemical characterization and the biological activity determination of *C. abies-marina* and of other algal species is ongoing. The most promising species will be cultivated in order to elicit the production of the active compounds found in the study.

## Potencial farmacológico de macroalgas dos Açores

Nas últimas décadas, a indústria farmacêutica renovou o seu interesse na pesquisa de produtos naturais com potencial farmacológico (Barreto 2012). O número de patentes de fármacos baseados em produtos naturais tem vindo a crescer (Koehn & Carter 2005) e cerca de 70% de todos os medicamentos aprovados entre 1981 e 2010 são de origem natural ou modificados a partir de uma substância de origem natural (Newman & Cragg 2012).

Destaque-se ainda que a descoberta de moléculas bioativas a partir de organismos marinhos tem vindo a aumentar desde a década de 1970, devido à considerável biodiversidade marinha, que se reflete em metabolitos secundários com estruturas únicas (Chin et al. 2006). Embora a maioria dos medicamentos de origem marinha que atingiram a fase de aprovação tenha sido isolada de invertebrados ou microorganismos (Mayer et al. 2010), têm-se encontrado em macroalgas um número significativo de compostos com actividade farmacológica (Smit 2004, Hill 2009).

Destacam-se, a título de exemplo, diversos polissacáridos sulfatados de algas vermelhas, carragenatos e fuicoidanos, ou fucoidina de algas castanhas, com actividade contra vírus patógenos de humanos (Smit 2004). Há também referências da actividade antioxidante e antitumoral de extratos de algas castanhas (Zubia et al. 2009), e das propriedades anti-inflamatórias, anticoagulantes e antiangiogénicas de fuicoidanos (Cumashi et al. 2007). Alguns polissacáridos sulfatados, tais como galactanos, ulvanos e fucanos apresentaram actividades farmacológicas com elevado potencial de aplicação terapêutica, tais como anticoagulante/antitrombótica, antiviral, imuno-inflamatória, antilipidémica e antioxidante (Jiao et al. 2011).

Considerando a riqueza das comunidades de macroalgas marinhas dos Açores, e o facto de o seu ambiente estar ainda pouco alterado, o nosso grupo de investigação iniciou o estudo do potencial farmacológico de compostos de algas marinhas. Num estudo preliminar, avaliou-se as actividades antitumorais e antioxidantes in vitro de *Ulva compressa*, *Gelidium microdon*, *Osmundea pinnatifida*, *Fucus spiralis* e *Cystoseira abies-marina*, tendo-se obtido resultados promissores. Os extractos diclorometânicos de *C. abies-marina* e *Fucus spiralis* apresentaram uma elevada actividade contra a linhagem tumoral HeLa, enquanto as fracções de metanol e hexano de *F. spiralis* exibiram uma actividade antioxidante superior a todos os antioxidantes padrão (Barreto et al. 2012). Avaliou-se ainda a actividade anticolinesterásica destes extractos, uma vez que a pesquisa de novas moléculas capazes de inibir a acetilcolinesterase tem aplicações quer no desenvolvimento de medicamentos mais eficazes para a Doença de Alzheimer, quer na descoberta de biopesticidas amigos do ambiente. Todos os extractos e fracções inibiram esta enzima, tendo a maior actividade sido encontrada em *C. abies-marina* e *U. compressa* (Medeiros et al. 2010).

Este trabalho teve continuidade no âmbito de um projecto financiado pela FCT (Fundação para a Ciência e Tecnologia), intitulado “Produtos com potencial atividade biológica extraídos de algas do mar dos Açores” (AzoAlg, PTDC/MAR/100482/2008), numa colaboração entre as Universidades dos Açores, Aveiro e Porto. Foram já isolados dois novos meronorsesquiterpenos (cystoazonas A e B) e dois novos meroditerpenos (cystoazorols A e B) a partir de extractos de *Cystoseira abies-marina*. As cystazonas A e B e o cystoazorol A inibiram fortemente o crescimento das células tumorais HeLa. O cystoazorol A apresentou ainda um índice de selectividade superior ao taxol, uma substância utilizada em quimioterapia (Gouveia et al. 2013). Estão a ser continuadas a caracterização fitoquímica e as determinações das actividades biológicas de *C. abies-marina* e de outras espécies de algas. As espécies mais promissoras serão cultivadas in vitro, em condições que promovam a elicitação da produção dos compostos activos encontrados no decorrer do estudo.

## REFERENCES

- Barreto, M.C. 2012. Natural products as source of new drugs and compounds with biotechnological application. Pp. 1-4 in: Barreto, M.C. & Simões, N. (Eds.). *Determination of Biological Activities: A Laboratory Manual*. Universidade dos Açores, Ponta Delgada, 106 pp.
- Barreto, M.C., E. Mendonça, V. Gouveia, C. Anjos, J.S. Medeiros, A.M.L. Seca & A.I. Neto 2012. Macroalgae from S. Miguel Island as a potential source of antiproliferative and antioxidant products. *Arquipelago. Life and Marine Sciences* 29: 53-58.
- Chin, Y.-W. , M.J. Balunas , H.B. Chai & A.D. Kinghorn 2006. Drug Discovery From Natural Sources. *The AAPS Journal* 8: E239-E253.
- Cumashi, A., N.A. Ushakova, M.E. Preobrazhenskaya, A. D’Incecco, A. Piccoli, L.Totani, N. Tinari, G.E. Morozovich, A.E. Berman, M.I. Bilan, A.I. Usov, N.E. Ustyuzhanina, A.A. Grachev, C.J. Sanderson, M. Kelly, G.A. Rabinovich, S. Iacobelli, & N.E. Nifantiev 2007. A comparative study of the anti-inflammatory, anticoagulant, antiangiogenic, and antiadhesive activities of nine different fucoidans from brown seaweeds. *Glycobiology* 17: 541–552.
- Gouveia, V., A.M.L. Seca, M.C. Barreto, A. Neto, A. Kijjoa & A.M.S. Silva. 2013. Cytotoxic meroterpenoids from the macroalga *Cystoseira abies-marina*. *Phytochemistry Letters* 6(4): 593–597.
- Hill RA. 2009. Marine natural products. *Annual Reports on the Progress of Chemistry*, Sect. B, 105: 150–166.
- Jiao , G., G. Yu , J. Zhang & H. S. Ewart 2011. Chemical Structures and Bioactivities of Sulfated Polysaccharides from Marine Algae. *Marine Drugs* 9: 196-223
- Koehn, F.E. & G.T. Carter 2005. The evolving role of natural products in drug discovery. *Nature Reviews* 4: 206-220.
- Mayer, A.M.S., K. B. Glaser, C. C., R.S. Jacobs, W. Kem, R.D. Little, J. M. McIntosh, D.J. Newman, B.C. Potts & D. E. Shuster 2010. The odyssey of marine pharmaceuticals: a current pipeline perspective. *Trends in Pharmacological Sciences* 31:255–26
- Medeiros, J., M. Arruda, M.C. Anjos & M.C. Barreto 2010. Screening for acetylcholinesterase inhibitors in Azores macroalgae. *FloraMac2010*, Ponta Delgada, 23-25 Setembro, p.84.
- Newman, D. J. & G. M. Cragg 2012. Natural Products as Sources of New Drugs over the 30 Years from 1981 to 2010. *Journal of Natural Products* 75: 311–335
- Smit, A. J. 2004. Medicinal and pharmaceutical uses of seaweed natural products: A review. *Journal of Applied Phycology* 16: 245–262
- Zubia, M., M. S. Fabre, V. Kerjean, K. Le Lann, V. Stiger-Pouvreau, M. Fauchon & E. Deslandes 2009. Antioxidant and antitumoural activities of some Phaeophyta from Brittany coasts. *Food Chemistry* 116: 693–701

## The project CRACAS: advances in genetic tools and hatchery techniques

MIRKO DE GIROLAMO, C. PHAM, E. SILVA, C. NUNES, J. RODEIA & E. ISIDRO



De Girolamo, M., C. Pham, E. Silva, C. Nunes, J. Rodeia & E. Isidro 2014. The project CRACAS: advances in genetic tools and hatchery techniques. Pp. 43-45 in: Carreira, G., F. Cardigos & F.M. Porteiro (Eds). The Sea of the Azores: Scientific Forum for Decision Support. *Arquipelago*. Life and Marine Sciences. Supplement 8.

*Mirko De Girolamo (e-mail: mdegirolamo@uac.pt), Christopher Pham, Carla Nunes, João Rodeia & Eduardo Isidro, Institute of Marine Research (IMAR), Department of Oceanography and Fisheries, University of the Azores, Rua Prof. Dr. Frederico Machado, PT-9901-862 Hort; Emanuel Silva, SeaExpert – Consultoria e Serviços na Areas das Pescas Lda, 15, PT-9900 Ferteira, Faial.*

Aquaculture is an emergent industry which already supplies almost half of the seafood eaten worldwide (FAO 2010). Besides being a critical sector of food production, it can also be a necessary component of recreational and commercial fisheries and an efficient management tool for conservation programs (Diana 2009). Although aquaculture in the Azores has a recognized potential to be implemented (Pham et al. 2008), there is to date no commercial production. Only since 2007, a few small-scale pilot projects have been carried out with the intent to explore the potentialities of the giant barnacle *Megabalanus azoricus* off-shore aquaculture (Pham et al. 2011). The need to orientate the aquaculture activity and to overcome the general worries about overfishing and wild resources sustainability led to the “First International Workshop on Developing a Sustainable Aquaculture Industry in the Azores”. One of the outcomes of the meeting was a list of shellfish species recommended to be prioritized for aquaculture development in the Azores. *M. azoricus* was one of the species nominated both for economic and conservation reasons (Pham et al. 2008). Following the results obtained in the previous studies and the recent development of barnacle aquaculture production in other locations (Lopez et al. 2010), a new project (CRACAS) has been recently funded by the Azores Regional Government. The project focuses on developing barnacle aquaculture with four main objectives: 1.) develop and test off-shore aquaculture techniques, 2.) increase knowledge on recruitment patterns, 3.) build up an experimental hatchery for barnacles and other small invertebrates and 4.) develop molecular markers to address questions related to the aquaculture genetic resource management. Here attention is focused on the advances in the development of hatchery techniques and molecular tools.

The main challenge of commercial scale ‘acorn’ barnacle production is to ensure a sufficient amount of seed all year round. Natural larval production may be sufficient for small-scale aquaculture facilities but, at higher production levels, a hatchery will become necessary. In fact, larval production in aquaculture settings will enable cultures to be independent from the spatial and temporal variability typical of the recruitment dynamics of barnacles. With the long-term goal of culturing larvae until settlement, one of the first tasks of this project has been to develop a methodology for inducing larval emission in adult specimens. Although this task is object of ongoing experiments and no results are yet available, some nauplii larvae, emitted by field-collected adults, have already been observed in captivity.

When wild animals are moved to aquaculture settings, a new set of selective pressures comes into play that often changes gene frequencies. Whether the overall production goal is for commercial or stock enhancement purposes, avoiding the loss of valuable genetic variability poses a major stumbling block to aquaculture (FAO 2008). The use of molecular genetic markers can provide valuable information for various aspects of aquaculture practice. Specifically microsatellites markers have shown to be an essential tool for investigations of parentage assignments, genetic variability and inbreeding, species and strain identification and the construction of high resolution linkage maps for aquaculture species (Liu & Cordes 2004). Here are presented the first results related to the development of a gene library for the isolation of microsatellites markers and the list of primers designed for *M. azoricus*. They have been tested on 40 adult barnacles from two different areas (Capelinhos and Espalhafatos, Faial island, Azores). Although a small number of samples was analysed, these results seem to indicate a high variability of these markers even at a small spatial scale and their usefulness in addressing questions related to aquaculture genetic resource management.

## O projecto CRACAS: avanços nas ferramentas genéticas e de cultivo larval

A aquicultura é uma indústria emergente, cujo nível de produção já atinge cerca de metade dos produtos do mar consumidos a nível mundial (FAO 2010). Para além de ser um sector crítico na produção de alimentos é, também, um componente necessário para a pesca recreativa e comercial e uma ferramenta de gestão eficiente utilizada em programas de conservação (Diana 2009).

No caso dos Açores, até à data e apesar do potencial que a região apresenta (Pham et al. 2008), ainda não foi implementado nenhum sistema de produção comercial em aquicultura. Só desde 2007, foram realizados alguns projetos experimentais com a intenção de explorar as potencialidades da aquicultura off-shore do *Megabalanus azoricus* (Pham et al. 2011). A necessidade de orientar a atividade da aquicultura e de responder a preocupações gerais sobre sobrepesca e sustentabilidade dos recursos naturais conduziu à organização do primeiro “International Workshop on Developing a Sustainable Aquaculture Industry in the Azores”. Um dos resultados deste encontro foi uma lista das espécies a que se deve dar prioridade para o desenvolvimento de aquicultura no Açores. A craca, *M. azoricus*, foi uma das espécies nomeadas, tanto por questões económicas como por questões de conservação da espécie. Dando seguimento aos resultados obtidos nos estudos piloto e no recente desenvolvimento da produção aquícola de cracas noutras regiões (Lopez et al. 2010), foi desenvolvido um novo projeto (CRACAS), recentemente financiado pelo Governo Regional dos Açores. Este projeto pretende desenvolver a aquicultura de cracas e tem quatro objetivos principais: 1.) desenvolver e testar técnicas de aquicultura off-shore, 2) aumentar o conhecimento sobre os padrões de recrutamento, 3) construir uma unidade experimental de cultivo larval de cracas e outros pequenos invertebrados, 4) desenvolver marcadores moleculares para abordar questões relacionadas com a gestão na aquicultura dos recursos genéticos. Aqui, foca-se a atenção nos avanços obtidos nas técnicas de desenvolvimento larval e de ferramentas moleculares.

O maior desafio para uma produção a nível comercial de cracas é o de assegurar uma quantidade suficiente de semente (larvas) durante o ano inteiro. A produção natural de larvas pode ser suficiente para uma instalação em pequena escala de aquicultura, mas para níveis de produção mais elevados, torna-se necessário ter uma unidade de cultivo de larvas. De facto, a produção de semente em regime de aquicultura tornará o cultivo independente da variabilidade espacial e temporal típica da dinâmica de recrutamento das cracas. Tendo como objetivo a longo prazo o cultivo de larvas desde a sua emissão até ao

seu assentamento, uma das primeiras tarefas deste projeto é de desenvolver uma metodologia para a indução da emissão larval em indivíduos adultos. Apesar desta tarefa estar a ser objeto de experiências ainda a decorrer e de ainda não haver resultados disponíveis, já foram observados larvas náuplios, libertadas por adultos nos tanques poucas horas depois da sua recolha do meio natural.

Quando animais de uma população natural são levados para uma unidade de cultivo, um novo conjunto de pressões seletivas entram em jogo o que muitas vezes resulta em alterações nas frequências alélicas. Quer o objetivo da produção seja para fins comerciais quer para repovoamento, o grande obstáculo para a aquicultura é o de evitar a perda de variabilidade genética (FAO 2008). O uso de marcadores genéticos moleculares pode fornecer informações valiosas para vários aspetos da prática da aquicultura. Especificamente, os marcadores microssatélites têm demonstrado ser uma ferramenta essencial para as análises de paternidade/maternidade, de variabilidade genética e consanguinidade, de identificação de espécies e/ou estirpes e no mapeamento genético de espécies cultivadas (Liu & Cordes 2004). Aqui são apresentados os primeiros resultados relacionados com o desenvolvimento de uma biblioteca genómica para o isolamento de marcadores de microssatélites e uma lista de primers para o *M. azoricus*. Resultados preliminares obtidos sobre características de nove destes marcadores encontram-se aqui apresentados (tabela 1). Os primers foram testados em 40 cracas adultas, provenientes de duas áreas diferentes (Capelinhos e Espalhafatos, na ilha de Faial, Açores). Apesar do pequeno número de amostras analisadas, estes resultados parecem indicar uma alta variabilidade destes marcadores, mesmo numa escala espacial pequena, e a sua utilidade para abordar as questões relativas à gestão dos recursos genéticos em aquicultura.

## REFERENCES

- Diana, J.S. 2009. Aquaculture Production and Biodiversity Conservation. *BioScience* 59(1): 27-38.
- FAO. 2008. Aquaculture development. 3. Genetic resource management. *FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries*. Technical Report No. 5(3): 125pp.
- FAO, 2010. The State of World Fisheries and Aquaculture 2010. Rome, FAO. 197pp.
- Liu Z.J. & J.F. Cordes 2004. DNA marker technologies and their applications in aquaculture genetics. *Aquaculture* 238: 1-37.
- López, D.A., B.A. López, C.K. Pham, E.J. Isidro & M. De Girolamo 2010. Barnacle culture: background, potential and challenges. *Aquaculture Research* 41: 367-375.
- Pham, C.K., R.M. Higgins, M. De Girolamo & E. Isidro (Eds) 2008. Proceedings of the International Workshop: Developing a Sustainable Aquaculture Industry in the Azores. *Arquipélago*. Life and Marine Sciences. Supplement 7: xiii + 81 pp.
- Pham, C.K., M. De Girolamo & E.J. Isidro 2011. Recruitment and growth of *Megabalanus azoricus* (Pilsbry, 1916) on artificial substrates: first steps towards commercial culture in the Azores. *Arquipélago*. Life and Marine Sciences 28: 47-56.

## The algal diaspora

DANIELA GABRIEL, MANUELA I. PARENTE & SUZANNE FREDERICQ



Gabriel, D., M. Parente & S. Fredericq 2014. The algal diaspora. Pp. 47-49 in: Carreira, G., F. Cardigos & F.M. Porteiro (Eds). The sea of the Azores: scientific forum for decision support. *Arquipelago*. Life and Marine Sciences. Supplement 8.

*Daniela Gabriel (e-mail:danielalgabriel@gmail.com), CIBIO - Açores, Centro de Investigação em Biodiversidade e Recursos Genéticos, Pólo dos Açores – Departamento de Biologia, Universidade dos Açores, 9501-801 Ponta Delgada, Portugal; Department of Biology, University of Louisiana at Lafayette, Lafayette, LA 70504-2451, USA. Manuela I. Parente, CIBIO - Açores, Centro de Investigação em Biodiversidade e Recursos Genéticos, Pólo dos Açores – Departamento de Biologia, Universidade dos Açores, 9501-801 Ponta Delgada, Portugal. Suzanne Fredericq, Department of Biology, University of Louisiana at Lafayette, Lafayette, LA 70504-2451, USA.*

The phycological research on the Azorean marine macroflora is diverse and encompass a history of almost 200 years, starting with a few samples collected during occasional scientific expeditions passing by the archipelago (Seubert 1844) to state-of-the-art investigations developed by researchers from the University of the Azores (Gabriel et al. 2011). The initial studies produced mostly species lists (Gain 1914; Schmidt 1931; Fredericq et al. 1992; Neto 1994) and taxonomic descriptions of selected taxa (Parente & Neto 2000; Parente et al. 2000; Neto et al. 2002; Tittley et al. 2009). Although helpful in characterizing the extant local flora, species lists represent only a snapshot of a given community and do not reflect the evolutionary history and origins of its members. Since the 1980's, a few biogeographic hypotheses have centered on the North Atlantic in an attempt to place the Azorean algal diversity in the context of geographic space and geological time (Hommersand 1990; Morton & Britton 2000). Recent developments on the use of genetic markers to assess the phylogeny of macroalgae have shed light on various aspects of taxa from the Azores (Racault et al. 2009; Gabriel et al. 2010, 2011).

Genetic studies have been developed in collaboration with other phycologists who provide worldwide data, partial funding and valuable expertise in the latest techniques. The molecular characterization of red and brown algae of the Azores revealed the existence of unknown records as well as new species, including endemics for these islands (Gabriel et al. 2009, 2010, 2011). These studies have also shown biogeographic affinities between the Azores and the Indo-Pacific.

Additional research has also aimed at clarifying the life cycle of Azorean marine representative species, revealing complex alternation of generations schemes (Parente et al. 2003; Toste et al. 2003; Parente et al. 2010; Gabriel et al. 2009). These studies complemented the taxonomic and phylogenetic characterizations that were already being developed.

In order to view algal migration patterns and evolutionary implications as a whole, some environmental aspects have also been studied. Alien species in the Azores have been identified and their possible origins explored, in particular those with an invasive behavior (Parente 2010; A.C. Costa unpubl. data). Another important project involves the characterization of the coastal waters of various Azorean islands that will result in quality values in accordance to the European Union Water Framework criteria. The impact of the BP Horizon platform oil spill on the macroalgal community of the Gulf of Mexico is also being studied, including its effects on some amphi-Atlantic taxa.

Besides completing the present studies, future work involves funded projects of regional, national and international levels on different themes as invasive species, DNA barcoding, metagenomics, molecular clock and biodiversity databasing.

## A diáspora das algas

A investigação ficológica da macroflora marinha Açoriana é diversificada e abrange uma história de quase 200 anos, com início em algumas amostras colectadas durante expedições científicas ocasionais que passaram pelo arquipélago até as investigações de última geração presentemente desenvolvidas por investigadores da Universidade dos Açores (Gabriel et al. 2011). Os estudos iniciais produziram principalmente listas de espécies (Seubert 1844; Gain 1914; Schmidt 1931; Fredericq et al. 1992; Neto 1994) e descrições taxonómicas de determinados taxa (Parente & Neto 2000; Parente et al. 2000; Neto et al. 2002; Tittley et al. 2009). Embora úteis na caracterização da flora local existente, as listas de espécies representam apenas um instantâneo de uma dada comunidade e não refletem a história evolutiva e as origens dos seus membros. Desde os anos 1980, algumas hipóteses biogeográficas centraram-se no Atlântico Norte numa tentativa de posicionar a diversidade algal Açoriana no contexto do espaço geográfico e do tempo geológico (Hommersand 1990; Morton & Britton 2000). Recentes avanços no uso de marcadores genéticos para determinar a filogenia de macroalgas revelaram vários aspectos de taxa dos Açores (Racault et al. 2009; Gabriel et al. 2010, 2011).

Estudos genéticos têm sido desenvolvidos em colaboração com outros ficologistas que providenciam dados globais, financiamento parcial e valiosa experiência em técnicas recentes. A caracterização molecular de algas vermelhas e castanhas dos Açores revelou a existência de registos desconhecidos e de novas espécies, incluindo espécies endémicas dessas ilhas (Gabriel et al. 2009, 2010, 2011). Estes estudos também revelaram afinidades biogeográficas entre os Açores e o Indo-Pacífico.

Investigações adicionais tem tido por alvo a clarificação do ciclo de vida de representantes de espécies marinhas Açorianas, revelando complexos esquemas de alternância de gerações (Parente et al. 2003; Toste et al. 2003; Parente et al. 2010; Gabriel et al. 2009). Estes estudos complementaram a caracterização taxonómica e filogenética que já estavam a ser desenvolvidas.

De forma a observar os padrões de migração e as implicações evolutivas das algas como um todo, alguns aspectos ambientais também têm sido estudados. As espécies exóticas nos Açores foram identificadas e suas origens exploradas, em particular aquelas com um comportamento invasivo (Parente 2010; A.C. Costa unpubl. data). Outro importante projecto envolve a caracterização das águas costeiras de várias ilhas Açorianas que resultará em avaliações de qualidade de acordo com os critérios da Directiva-Quadro da Água da União Europeia. O impacto do derramamento de óleo da plataforma BP Horizon na comunidade algal do Golfo do México também está a ser estudado, incluindo os seus efeitos em alguns taxa anfí-Atlânticos.

Para além de concluir os trabalhos em curso, o trabalho futuro envolve projectos aos níveis regional, nacional e internacional sobre diferentes temas como espécies invasoras, código de barras de ADN, relógio molecular e inventariação de biodiversidade.

## REFERENCES

- Fredericq, S., E. Serrão & J.N. Norris. 1992. New records of marine red algae from the Azores. *Arquipelago, Life and Earth Sciences* 10: 1-5.
- Hommersand, M.H. 1990. Biogeography of the marine red algae of the north Atlantic Ocean. In: D. Barbary & G. South (Eds.), *Evolutionary Biogeography of the Marine Algae of the North Atlantic*. NATO ASI Series G: Ecological Sciences Vol. 22. Springer-Verlag, Berlin.
- Gabriel, D., T. Schils, A.I. Neto, L. Paramio, T. Schils & S. Fredericq. 2009. *Predaea feldmannii* subsp. *azorica* (Nemastomataceae, nemastomatales), a new subspecies of red algae (Rhodophyta) from the Azores. *Cryptogamie, Algologie* 30: 251-70.
- Gabriel, D., M.I. Parente, A.I. Neto, M. Raposo, T. Schils & S. Fredericq. 2010. A phylogenetic appraisal of the genus *Platoma* (Nemastomatales, Rhodophyta), including life history and morphological observations on *P. cyclocolpum* from the Azores. *Phycologia* 49: 2-21.
- Gabriel, D., T. Schils, M.I. Parente, S.G.A. Draisma, A.I. Neto & S. Fredericq. 2011. Taxonomic studies in the Schizymeniaceae (Nemastomatales, Rhodophyta): on the identity of *Schizymenia* sp. in the Azores and the generic placement of “*Nemastoma*” *confusum*. *Phycologia* 50: 109-121.
- Gain, L. 1914. Algues provenant des campagnes de l’Hirondelle II (1911-1912). *Bull. Inst. Ocean. Monaco* 279: 1-23.
- Morton, B. & J.C. Britton. 2000. The origins of the coastal and marine flora and fauna of the Azores. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review* 38: 13-84.
- Neto, A.I. 1994. Checklist of the benthic marine algae of the Azores. *Arquipélago. Ciências Biológicas e Marinhas*: 12A: 15-34.
- Neto, A.I., M.R. Terra & R.T. Haroun. 2002. New foliose and gelatinous red macroalgae (Rhodophycota) from the Azores: morphological and geographical observations. *Aquatic Botany*, 72: 1-11.
- Parente, M.I. 2010. List of the marine macroalgae (Rhodophyta, Chlorophyta, Phaeophyceae). In: Borges, P.A.V., A. Costa, R. Cunha, R. Gabriel, V. Gonçalves, A.F. Martins, I. Melo, M. Parente, P. Raposeiro, P. Rodrigues, R.S. Santos, L. Silva, P. Vieira & V. Vieira (Eds.) *A list of the terrestrial and marine biota from the Azores*. pp. 9-33, Príncipia, Cascais, 432 pp.
- Parente, M.I. & A.I. Neto. 2000. New records of benthic marine red algae (Ceramiales: Rhodophyta) from the Azores. *Arquipélago. Life and Marine Sciences* 2A: 53-61.
- Parente, M.I., R.L. Fletcher & A.I. Neto. 2000. New records of brown algae (Phaeophyta) from the Azores. *Hydrobiologia* 440 (1): 153-157.
- Parente, M.I., A.I. Neto & R.L. Fletcher. 2003. Morphology and life history studies of *Scytosiphon lomentaria* (Scytosiphonaceae, Phaeophyceae) from the Azores. *Journal of Phycology* 39:353-359.
- Parente, M.I., R.L. Fletcher, A.I. Neto, I. Tittley, A.F. Sousa, S. Draisma & D. Gabriel. 2010. Life history and morphological studies of *Punctaria tenuissima* (Chordariaceae, Phaeophyceae), a new record for the Azores. *Botanica Marina* 53: 223-231.
- Racault, M.-F. L. P., F. Rousseau, B.de Reviere, G.Y. Cho, S.M. Boo, M.I. Parente & R.L. Fletcher. 2009. Molecular phylogeny of the brown algal genus *Petrospongium* Nägeli ex Kützing (Phaeophyceae) with evidence for *Petrospongiaceae* fam. nov. *Cryptogamie Algologie* 30: 111-123.
- Schmidt, O.C. 1931. Die marine vegetation der Azoren in Ihren Grundzügen Dargestellt. *Bibliotheca botanica* 24:1-116.
- Seubert, M. 1844. Flora Azorica quam ex collectionibus schedisque Hochstetteri patris et filii elaboravit. *Bonae*. 50 pp.
- Tittley, I., A.I. Neto & M.I. Parente. 2009. The marine algal (seaweed) flora of the Azores: additions and amendments 3. *Botanica Marina* 52: 7-14.
- Toste, M.F., M.I. Parente, A.I. Neto & R.L. Fletcher. 2003. Life history of *Colpomenia sinuosa* (Scytosiphonaceae, Phaeophyceae) in the Azores. *Journal of Phycology* 39: 1268-1274.

## Condor seamount: three years of scientific research

EVA GIACOMELLO, GUI MENEZES & CONDOR CONSORTIUM



Giacomello, E., G. Menezes & Condor Consortium 2014. Condor seamount: three years of scientific research. Pp. 51-54 in: Carreira, G., F. Cardigos & F.M. Porteiro (Eds). The sea of the Azores: scientific forum for decision support. *Arquipelago*. Life and Marine Sciences. Supplement 8.

*Eva Giacomello (e-mail: evagiacomello@uac.pt), Gui Menezes. Institute of Marine Research / Dept. of Oceanography & Fisheries, University of the Azores, Cais de Santa Cruz, 9901-862 Horta, Portugal.*

Seamounts are among the most ubiquitous features of the world's oceans (Wessel et al. 2007) and they are common structures in the Azores Exclusive Economic Zone (Morato et al. 2008). Seamounts are important for a variety of reasons including scientific, conservation and socio-economic aspects (Pitcher et al. 2007). In the Azores, it was estimated that more than 60% of demersal and deep sea fisheries depend directly on seamounts. Despite their importance, these ecosystems still remain poorly known and relatively few seamounts (<300 of an estimated 100 000) have been studied in any detail (Rowden et al. 2010).

The Condor seamount in the Azores (NE Atlantic) was chosen as a case study to investigate and monitor, in detail, many different aspects of seamount ecosystems. Condor, located at about 10 nautical miles WSW of Faial island (Fig. 1), was selected as an emblematic case study mainly because of its proximity to Faial and its importance as a traditional fishing ground for the local demersal fleet. In recent years, therefore, it has become a prime area for gaining knowledge of oceanographic, biological and ecological processes occurring at seamounts, and for better contributing to sustainable management of seamount ecosystems (Giacomello & Menezes 2011; Menezes et al. 2011). The trial that is being developed at Condor involves scientists, fishermen, tourism operators, and local authorities.

To allow the development of this experiment, Condor seamount is temporarily protected. Restrictions on commercial demersal fisheries, regulated by regional decrees (No. 48/2010 and No. 47/2012), will remain in force from June 2010 through 2014. The fishing moratorium has been agreed between users (scientists, fishermen, tourist operators) and local authorities. Fishermen and tourist operators supported this measure mainly in response to the perception of resource overexploitation and the need for finding new forms of management (Menezes et al. 2011).

Implementation of the Condor scientific station started in 2008, under the aegis of the Condor project ([www.condor-project.org](http://www.condor-project.org)), and through the support and participation of several other national and international scientific programs. The implementation of a protected, semi-permanent seamount observatory/laboratory allowed the safe deployment of moored equipment and the collection of data through several survey campaigns. The reduced level of human interference under the protection regime permits better interpretation of the results of observations, monitoring, and in situ experiments.

Thanks to the development of this protected scientific station, intensive research on various aspects of the Condor ecosystem was conducted (Giacomello & Menezes 2011; Menezes et al. 2011). This included habitat mapping, geochemical description of the sediment, as well as physical and biochemical

characterization of the water column. The fauna studied at Condor ranges from sediment fauna (including the microbial component) to sessile fauna (corals, sponges and other invertebrates), epibenthic crustaceans to demersal and deep-water fishes. In the water column around Condor, fauna characterization included plankton, animals from the sound scattering layer, and marine mammals. Condor faunal groups were also analyzed to describe the seamount food chain. All species recordings made at Condor seamount, obtained from various sources of information, are currently being used for compiling the Condor biodiversity list: so far, the list consists of 234 species, representing about 32% of the total samples collected to date.

The human component of the Condor ecosystem was studied through the characterization of the major uses of Condor. Past human uses (i.e commercial fishing) and current uses (scientific research, touristic activities) were described and are being monitored. An economic evaluation of activities was performed, applying an approach based on gross revenues for each activity. In terms of total average value per year, the most economically important activities were demersal fisheries (data for the period 1998 to 2009) and scientific research (data for the period 2009-2010). Shark diving, a growing touristic activity, especially at Condor, is presently being evaluated through interviews with operators and will be monitored in the near future.

To describe the current status of Condor demersal fish resources, fishery-dependent data (through fishermen questionnaires) and fishery-independent data (through scientific surveys) are being analyzed. The oldest fisheries data obtained to date for Condor refer to the 1980s, when a technological shift occurred in the Azores from an artisanal to a semi-industrialized fleet. The temporal trend in landings (kg /hook) from Condor, from the 1980s to the present time, is strongly decreasing. Data from scientific longline surveys, used to estimate relative abundances of some species and other biological parameters such as length frequency distributions, provide indicators to describe the Condor fish community and its current status. A comparison of length frequency distributions in *Pagellus bogaraveo*, the most emblematic species of the Azorean demersal fishery, showed a significant decrease in average fish size (mean fork length  $\pm$  standard deviation, in cm) over time from 1983 ( $35.20 \pm 4.65$ , N = 94) to 2010 ( $29.60 \pm 4.34$ , N = 241).

Field and laboratory work, data analysis and compilation of publications on the Condor case study are still ongoing and will continue in the coming years. The current protection regime, along with the multidisciplinary knowledge of the Condor ecosystem that is being acquired, makes this seamount a prime area to carry out scientific studies and test new forms of management that will be relevant to this and similar areas.

## O monte submarino Condor: três anos de investigação

Os montes submarinos são elevações subaquáticas comuns nos oceanos de todo o mundo, incluindo a Zona Económica Exclusiva dos Açores (Wessel et al 2007; Morato et al. 2008). São estruturas importantes para ciência, conservação e a socio-economia (Pitcher et al. 2007). Na região dos Açores, considera-se que mais de 60% da pesca demersal e de profundidade é feita em montes submarinos. Embora a sua importância seja reconhecida, estes ecossistemas permanecem ainda pouco estudados. Só uma pequena fração de montes submarinos (<300 dos estimados 100000) foi analisada em algum detalhe até hoje (Rowden et al. 2010).

Com o objetivo de estudar e monitorizar no detalhe vários aspetos do ecossistema dos montes submarinos, foi escolhido um caso de estudo emblemático para a região dos Açores (Atlântico nordeste). O monte submarino Condor, situado acerca de 10 milhas náuticas a oés-sudoeste da ilha do Faial, foi escolhido para este fim, principalmente por causa da sua proximidade ao Faial, e da sua tradicional importância como área de pesca para frota demersal local. Nos últimos anos, o Condor tornou-se uma área privilegiada para estudar vários aspectos dos ecossistemas dos montes submarinos, e contribuir para o objetivo de estabelecer, na região, uma gestão sustentável, baseada no conhecimento científico dos recursos marinhos (Giacomello & Menezes 2011; Menezes et al. 2011). Neste sentido, a experiência que está a ser desenvolvida no Condor envolve vários atores, desde cientistas, pescadores, operadores marítimo-turísticos a autoridades locais.

O monte Condor está temporariamente protegido, de forma a permitir o desenvolvimento desta experiência. As restrições à pesca de fundo encontram-se regulamentadas pelas Portarias Regionais n.º48/2010 e n.º47/2012, e estarão em vigor de Junho de 2010 até ao final de 2014. As restrições de acesso ao Condor foram acordadas entre os utilizadores do Condor (cientistas, pescadores, operadores marítimo-turísticos) e as autoridades locais. Esta medida foi apoiada pelos pescadores e operadores marítimo-turísticos, principalmente motivados pela expectativa de se vir assim a desenvolver novas metodologias de gestão dos recursos vivos, tendo em atenção uma perceção negativa crescente sobre o atual estado dos recursos demersais da região (Menezes et al. 2011).

A implementação da estação científica do Condor começou em 2008, sob a égide do projeto Condor ([www.condor-project.org](http://www.condor-project.org)), e envolveu também o apoio e participação de vários projetos científicos nacionais e internacionais. A instalação de um observatório/laboratório semi-permanente, onde possam ser mantidos em segurança equipamentos fundeados e possam ser realizadas campanhas e levantamentos repetidos e detalhados, permite observar, monitorizar e realizar experimentação sem interferências humanas, as quais poderiam comprometer o sucesso dos estudos *in situ* e/o de longo prazo, bem como alterar os processos naturais que se pretendem estudar. Utilizando abordagens e métodos distintos, foram investigados vários aspetos do ecossistema do Condor (Giacomello & Menezes 2011; Menezes et al. 2011). O ambiente do Condor foi estudado nas vertentes de mapeamento do habitat, composição geoquímica do sedimento, e caracterização física e bioquímica da coluna de água. Os estudos da fauna do monte Condor abrangeram os mais diversos compartimentos faunísticos, da fauna do sedimento (incluindo a comunidade microbiana), até à fauna sésil, como sejam os corais, esponjas e outros invertebrados, camarões e peixes demersais e de profundidade. Na coluna de água ao redor do Condor, o estudo da fauna incluiu o plâncton, os organismos da camada de dispersão acústica, e os mamíferos marinhos. As amostras recolhidas durante várias campanhas, pertencentes aos diversos compartimentos faunísticos, foram utilizadas para efetuar um estudo sobre a rede trófica do monte Condor. Todos os registos das espécies no Condor, provenientes de várias fontes de informação, contribuem a compilação da lista de biodiversidade do Condor. Até agora, em cerca de 32% das amostras recolhidas já analisadas, foram identificadas cerca de 234 espécies.

No âmbito do estudo das várias componentes do ecossistema Condor, foi incluída também a dimensão humana, através da caracterização dos usos deste monte submarino. Com este objetivo, foi reconstruída a história da pesca comercial no passado nesta área, e iniciou-se a monitorização das atividades humanas desenvolvidas atualmente no banco, que continua ainda hoje. A avaliação económica dos usos considerados, utilizando uma abordagem baseada nas receitas brutas de cada atividade, mostra que, em termos de valor total médio anual, as atividades mais importantes são a pesca demersal (dados de 1998 a 2009) e a investigação científica (dados de 2009 a 2010). A atividade de mergulho com tubarões, que ganhou recentemente importância, especialmente no Condor, está a ser avaliada através de inquéritos aos operadores e será monitorizada no próximo futuro.

O estado dos recursos de peixes demersais do Condor está a ser avaliado através de dados de pesca (inquéritos à frota local) e dados obtidos nos cruzeiros científicos. Os dados de pesca (descargas de peixes em kg por anzol) mais antigos que foi possível apurar até agora referem-se aos anos 80, no período chave de mudança de uma pesca artesanal para uma pesca semi-industrial. A tendência ao longo dos anos, da década 80 até hoje, é de uma forte diminuição das descargas de peixe demersal pescado no Condor. Os dados recolhidos nas campanhas científicas anuais de monitorização estão ser utilizados para estimar as abundâncias relativas das espécies, e avaliar outros parâmetros biológicos (como os comprimentos), e outros indicadores populacionais que permitam descrever a comunidade e o estado dos peixes demersais no Condor. Por exemplo, as distribuições de frequência de comprimentos do goraz (*Pagellus bogaraveo*), o peixe mais emblemático na pescaria demersal açoriana, são significativamente diferentes entre 1983 e 2010, com uma diminuição do tamanho médio dos gorazes ao longo de quase de três décadas, no Condor (Comprimento Furcal médio  $\pm$  desvio padrão, em cm: 1983: 35.20 $\pm$ 4.65, N=94; 2010: 29.60 $\pm$ 4.34, N=241).

Os trabalhos de campo, as análises laboratoriais e de dados do Condor, juntamente com a compilação de publicações científicas sobre este caso de estudo, estão ainda em curso e continuarão nos próximos anos. O regime de proteção atualmente em vigor no Condor, juntamente com um conhecimento mais detalhado sobre todo este ecossistema que se pretende adquirir, fazem do monte submarino Condor uma oportunidade única, para efetuar estudos científicos e experimentar novas formas de gestão.

## AGRADECIMENTOS

A investigação no monte submarino Condor envolveu vários projectos: BIOMOUNT (PTDC/MAR/105486/2008), CONDOR (EEA Grants- PT0040/2008), CoralChange (PIRG03-GA-2008-231109), CoralFISH - (FP7 ENV/2007/1/213144), CORAZON (PTDC/MAR/72169/2006), DEECON (06- EuroDEEP-FP-008 & SFRH-EuroDEEP/0002/2007), DEMERSAIS (under the protocol with Azores Regional Government), ESONET (FP6- GOCE/2005/036851-1), HERMIONE (EC/FP7- 226354), MARPROF (MAC/2/M065), POPA Programme (IMAR-DOP/UAz; www.popaobserver.org), ReDEco (MARIN-ERA/MAR/0003/2008), REGIONAL FISHERIES DATA COLLECTION PROGRAM, SEAMOV (PTDC/MAR/108232/2008), TRACE (PTDC/MAR/74071/2006). Agradecemos as tripulações dos navios de investigação: L/I Águas Vivas, N/I Arquipelago, N/I Noruega, NRP Almirante Gago Coutinho.

## REFERENCES

- Giacomello, E. & G. Menezes (Eds.) 2011. CONDOR Observatory for long-term study and monitoring of Azorean seamount ecosystems. Final Project Report. Arquivos do DOP, Série Estudos 1/2012. 261 pp + 9 annexes.
- Menezes, G., E. Giacomello & Consórcio Condor 2011. Instrumentos para a gestão do monte submarino Condor (Management Toolbox). Arquivos do DOP, Série Estudos, 2/2012, 66pp.+4 anexos.
- Morato, T., M. Machete, A. Kitchingman, F. Tempera, S. Lai, G. Menezes, T.J. Pitcher, & R.S. Santos 2008. Abundance and distribution of seamounts in the Azores. *Marine Ecology Progress Series* 357: 17–21.
- Pitcher, T.J., T. Morato, P.J.B. Hart, M.R. Clark, N. Haggan & R.S. Santos 2007. *Seamounts: Ecology, Fisheries, and Conservation*. Blackwell Fisheries and Aquatic Resources Series 12, Blackwell Publishing, Oxford. 527 pp.
- Rowden, A.A., J.F. Dower, T.A. Schlacher, M. Consalvey & M.R. Clark 2010. Paradigms in seamount ecology: fact, fiction and future. *Marine Ecology* 31 (Suppl. 1): 226–241.
- Wessel, P. 2007. Seamount characteristics. Pp. 3-25 in: Pitcher, T.J., T. Morato, P.J.B. Hart, M.R. Clark, N. Haggan & R.S. Santos (Eds). *Seamounts: ecology, fisheries and conservation*. Fish and Aquatic Resource Series 12. Blackwell, Oxford.

## Faunal communities from Faial-Pico channel southern slope depicted from submersible platforms

JOSÉ N. GOMES-PEREIRA, F. TEMPERA & F. PORTEIRO



Gomes-Pereira, J.N., F. Tempera & F. Porteiro 2014. Faunal communities from Faial-Pico channel southern slope depicted from submersible platforms. Pp. 55-57 in: Carreira, G., F. Cardigos & F.M. Porteiro (Eds). The sea of the Azores: scientific forum for decision support. *Arquipelago*. Life and Marine Sciences. Supplement 8.

*José Nuno Gomes-Pereira (e-mail: josenunopereira@uac.pt), Fernando Tempera and Filipe M. Porteiro, Department of Oceanography and Fisheries, Centre of Imar of the University of the Azores, Rua Prof. Dr. Frederico Machado, PT-9900, Açores, Portugal.*

Benthic communities from the lower circalittoral of the Azores have been little surveyed. These are twilight habitats below ca. 80m, too deep for most deep-water divers while underwater video recording platforms are often concerned with deeper regions. Within projects CORAZON (FCT/PTDC/MAR/72169/2006) and CoralFISH (FP7 ENV/2007/1/213144), mid-depth benthic communities and associated fish were studied in the Faial-Pico channel southern slope. Surveys were conducted with the Remote Operated Vehicle *SP* (SeaBotix LBV300S-6; IMAR-DOP/UAz). The general bottom geomorphology was described and benthic sessile and mobile megafauna of conspicuous morphotype, or larger than circa 10 cm, as well as all ichthyofauna present, was logged on to a database with the customizable video annotation software COVER (Ifremer). 61 dives between 2010 and 2011 surveyed depths between 80 and 255 meters depth. Dives extended from Monte da Guia to the circalittoral off Criação Velha in Pico Island. Results presented here provide an overview of the most common biocenosis.

The environment is characterised by strong tidal currents, funnelling through the channel, generating a great amount of sediment transport and deposition. These sediments are present in the majority of geological facies, including extensive areas of sandy bottom, as well as deeper areas of exposed sedimentary rock covered by fine sediments. A great diversity of filter feeding benthic megafauna colonizes the circalittoral hard-bottom areas. Sponges dominated in terms of diversity, with 8 taxa identified, and 10 morphospecies. Hydrozoa followed, with over 7 taxa and 2 morphospecies. In terms of corals, only five species were identified. The most numerous were *Viminella flagellum*, extending throughout the surveyed depths, and *Alcyonium* spp. (between 120-170m). A mono-specific large community of *Anthipathes subpinnata* was registered and was described by de Matos et al 2013. A mono-specific aggregations of *Nemertesia ramosa* was recorded between 154 and 158m and records of this species and throughout the Azores have been reviewed by Gomes-Pereira and Tempera (submitted). Two habitats in hard bottom extend throughout the Canal Faial-Pico southern slope and succeed with increasing depth: these habitats are dominated by large hydrarians, particularly the plumulariid hydroids *Polyplumaria flabellata*, and at increasing depths, large demosponges dominate the invertebrate community. Both habitats are described below and illustrated in figure 1.

*Polyplumaria flabellata* gardens: in association with other large hydrozoans (e.g. *Lytocarpia myriophyllum*, *Diphasia alata*, *Nemertesia* spp., *Aglaophenia* sp.) occur between 80 and 120m depth (and possibly shallower) on rocky substrate mixed with coarse sediment. Sponge fauna is also varied, including *Haliclona implexa* and *Axinella vasonuda*, as well as *Petrosia* sp. and other encrusting spe-

cies. Fish fauna comprises different trophic guilds, including *Thalassoma pavo* and *Bodianus scrofa* (at shallower depths), *Anthias anthias*, *Callanthias ruber*, *Serranus atricauda*, *Lapanella fasciata* and *Zeus faber*.

Sponge aggregations: are a common circalittoral and upper slope biotope, characterized by erected and arborescent sponges colonizing rocky substrate and mixed with coarse sediment in depths ranging from 110 m to more than 225 m. Characteristic sponges are *P. hystrix*, *H. implexa* and *A. vasonuda*, as well as *Auletta sessilis*, *A. sycinularia*, *Petrosia* sp., and other species, including other flabellate and encrusting species. Hydrozoans have often a sparse occurrence, including *P. flabellata*, *L. myriophyllum*, *Aglaophenia* sp. and other species. Anthozoans such as *A. maristenebrosi*, *Alcyonium* sp. and *V. flagellum* have also been observed in this biotope. A diverse fish fauna has been observed, including *A. anthias*, *C. ruber*, *S. atricauda*, *S. cabrilla*, *Z. faber*, *A. filamentosus*, *S. scrofa*, *L. mixtus*, and in the deeper areas the rockfish *P. kuhlii* and *H. dactylopterus*. In the Azores both these biotopes have only been recorded in the Formigas Bank as well. These habitats have been proposed as a new EUNIS habitat type, Mixed faunal turf communities on circalittoral rock by Tempera et al. 2013.

## Comunidades faunísticas do sul do canal Faial-Pico com base em submersíveis

As comunidades bentónicas do circalitoral inferior dos Açores têm sido pouco estudadas. Habitats com reduzida luminosidade em profundidades abaixo dos ca. 80m são demasiado profundos para a maioria dos mergulhadores de profundidade, enquanto as plataformas de recolha de vídeo estão geralmente concentradas em áreas mais profundas. No âmbito dos projetos CORAZON (FCT/PTDC/MAR/72169/2006) e CoralFISH (FP7 ENV/2007/1/213144), as comunidades bentónicas de profundidades intermédias e peixes associados foram estudadas no declive sul do canal Faial-Pico. As pesquisas decorreram com o veículo de operação remota ROV *SP* (SeaBotix LBV300S-6; IMAR-DOP/UAz). A geomorfologia geral do fundo foi descrita, e a megafauna conspícua sessil e móvel, ou com mais de 10 cm, assim como toda a ictiofauna presente, foi registada numa base de dados com o software de análise de vídeo COVER (Ifremer). Foram efectuados 61 mergulhos entre 2010 e 2011, em profundidades compreendidas entre os 80 e os 225 metros. A área coberta estende-se do circalitoral do Monte da Guia (Faial) à zona fora da Criação Velha e ao Cabeço do Luís (Pico). Os resultados aqui apresentados pretendem fornecer apenas uma visão geral dos dois principais habitats encontrados.

O ambiente é caracterizado por fortes correntes de mare, afunilando pelo canal, gerando uma grande quantidade de transporte e deposição de sedimento. Este sedimentos estão presentes na maioria das fácies geológicas, incluindo extensas áreas de fundo arenoso assim como áreas mais profundas de rocha sedimentar exposta coberta por uma camada fina de sedimentos. Uma grande diversidade de megafauna bentónica filtradora coloniza o fundo rochoso do circalitoral. As esponjas dominam em termos de diversidade, com 8 taxa identificados e 10 morfo-espécies. Os hydrozoários são o segundo taxa mais diverso com 7 taxa identificados e 2 morfo-espécies. Em termos de corais, apenas cinco espécies foram identificadas. A mais numerosa foi o coral chicote *V. flagellum*, ocorrendo nas diferentes profundidades estudadas. Uma grande agregação mono-específica do coral *Anthipathes subpinnata* foi registada no Cabeço do Luís e descrita por Matos et al. 2013. Um habitat dominado por *Nemertesia ramosa* foi registado entre os 150-160 m. A ocorrência desta espécie nos Açores foi revista Gomes-Pereira & Tempera (submitted). Dois habitats ocorrem na maioria dos locais do declive sul do canal Faial-Pico, sucedendo com o aumento de profundidade: são habitats dominados pelos hidrários plumulários *Polyplumaria flabellata*, sendo que em profundidades superiores, grandes desmosponjas dominam as comunidades de invertebrados. Estes habitats são descritos em baixo e ilustrados na figura 1.

Jardins de *Polyplumaria flabellata*: em associação com outros grande hidrários (ex. *Lytocarpia myriophyllum*, *Diphasia alata*, *Nemertesia* spp., *Aglaophenia* sp.) ocorrem entre 80 e 120 metros (e possivelmente em menores profundidades), em substrato rochoso. A fauna esponjiária é variada incluindo *Haliclona implexa* and *Axinella vasonuda*, assim como *Petrosia* sp. e outras espécies encrustantes. A fauna ictiológica include diferentes guildas troficas, nomeadamente *Thalassoma pavo* e *Bodianus scrofa* (a menores profundidades) e *Anthias anthias*, *Callanthias ruber*, *Serranus atricauda*, *Lapanella fasciata* e *Zeus faber*.

As agregações de esponjas: são comuns nos biótopos do circalitoral e talude superior. Caracterizam-se por esponjas arborescentes e eretas colonizando substrato rochoso e misto com sedimento grosseiro em profundidades dos 110 metros a mais de 225m. Esponjas características são a *Pseudotrachya hystrix*, *H. implexa* e *A. vasonuda*, assim como *Auleta sessilis*, *A. sycinularia*, *Petrosia* sp., etc. Hidrários têm geralmente uma ocorrência esparsa. Antozoários como o *Alcyonium maristenebrosi*, *Alcyonium* sp. and *V. flagellum* foram também registados neste biótopo. Uma fauna piscícola diversa ocorre neste habitat, incluindo as anthias (*A. anthias*, *C. ruber*), garoupas (*S. atricauda*, *S. cabrilla*), *Z. faber*, *A. filamentosus*, *S. scrofa*, *L. mixtus*, e nas zonas mais profundas o bagre *P. kuhlii* e o boca negra *H. dactylopterus*. Nos Açores ambos estes biótopos foram registados apenas no Canal e nas Formigas, tendo sido propostos como habitats EUNIS (Tempera et al. 2013).

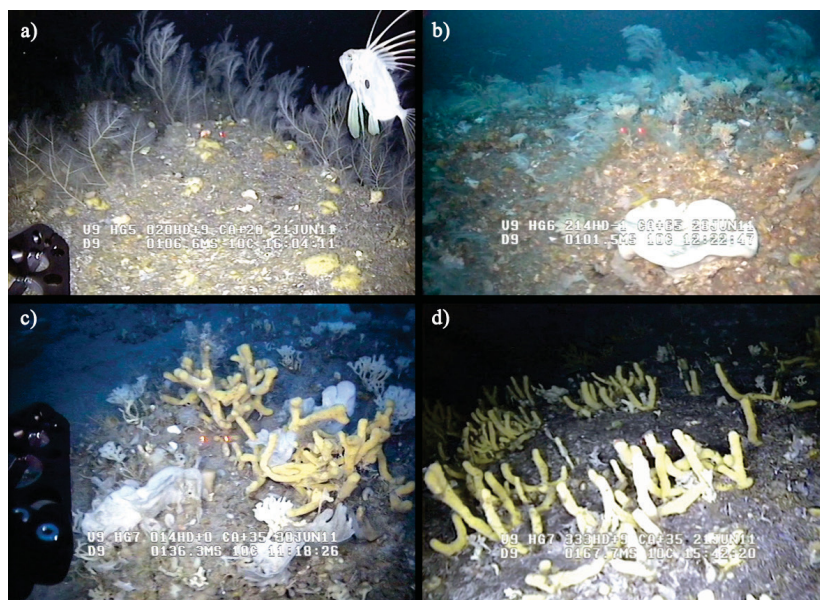


Fig. 1. Main biocenoses: a) *Polyplumaria flabellata* garden b) *P. flabellata* garden with large sponges; c) Multi-specific sponge aggregation d) Sponge aggregation dominated by *P. hystrix* / Principais biocenoses a) Jardim do hidrário *P. flabellata*; b) Jardim de *P. flabellata* com megaesponjas; c) Agregação de esponjas multi-específica; d) Agregação de esponjas dominada pela *Pseudotrachya hystrix*.

## REFERENCES

- de Matos V, Gomes-Pereira JN, Tempera F, Ribeiro PA, Braga-Henriques A, Porteiro F (2013) First record of *Antipathella subpinnata* (Anthozoa, Antipatharia) in the Azores (NE Atlantic), with description of the first monotypic garden for this species. Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography 99: 113-121.
- Tempera F, Atchoi E, Amorim P, Gomes-Pereira J, Gonçalves J (2013) Atlantic Area Marine Habitats. Adding new Macaronesian habitat types from the Azores to the EUNIS Habitat Classification MeshAtlantic Technical Report 126 p.

# Plan for Maritime Spatial Planning of the Azores and the implementation of the Policy Framework "Marine Strategy": Why and how to engage the public

ALISON L. NEILSON



Neilson, A.L. 2014. Plan for Maritime Spatial Planning of the Azores and the implementation of the Policy Framework "Marine Strategy": Why and how to engage the public. Pp. 59-61 in: Carreira, G., F. Cardigos & F.M. Porteiro (Eds). The sea of the Azores: scientific forum for decision support. *Arquipelago*. Life and Marine Sciences. Supplement 8.

*Alison L. Neilson (e-mail: aneilson@uac.pt), Azorean Biodiversity Group, CITA-A, University of Azores*

Creating policies to manage how the use of the oceans is shared amongst European countries with vastly different histories and cultures is understandably difficult. Unfortunately, attempts at sweeping agreements such as the Common Fisheries Policy have been driven by uncritical adherence to beliefs in neoliberal theories of privatization (Bromley 2009; Høst 2010; Lam & Pauly 2010) and the commodification of sea resources at the expense of science (Daw & Gray 2005) and community values. These policies that forced the destruction of thousands of wooden fishing boats (Kapantagakakis 2012), important patrimony of coastal communities, is forcing other fishers into discarding tons of their catch (Daw & Gray, 2005) and generally concentrates the wealth from fishing into the interests of a few who have the power to resist any conservation efforts that might threaten profit (Bromley 2009). Recently, the EU broadened its outlook regarding the environment to acknowledge the importance of people as well, as Janez Potocnik, European Commissioner for Environment, stated (2011), "We have to protect our ecosystems and their biodiversity now, not only to conserve nature, but also to support the livelihoods of those that depend on them." Specifically, the Marine Strategy Framework Directive strengthens Member States' competences and responsibilities inside territorial waters and the Exclusive Economic zones guiding "future European Fisheries Council Decisions towards long term objectives even at regional levels instead of short term national socio-economic concerns" (Ratz et al. 2010).

The guidelines for implementing the policy framework for the Marine Strategy clearly encourage the participation of stakeholders in order to encourage ownership and compliance with the final plans, but also to ensure that the plan is strong having taken into consideration the full breadth of perceptions, interests, knowledge and traditions (Ethler & Douvere 2009). Research done in the Azores (Neilson et al. in press), as well as others working in coastal communities in Spain (Carbonell 2012), indicates strong local knowledge founded on distinct perspectives and experiences of the sea that can complement formal scientific knowledge. In fact, scientists and fishers from coastal communities, in particular, can be mutual allies in supporting precautionary approaches to protecting ocean resources, as exemplified by the way scientists and fishers worked together in Corvo island.

Unfortunately, there are many difficult barriers to communication between scientists and non-scientists including: understanding and defining the problem in question, lack of trust, differing perspectives on the marine environment, lack of 100% scientific certainty, having an environment conducive to effective communication, having a good knowledge of all sectors and complex management arrangements

(Thompson et al. 2004). Often, participation and “education” efforts are mere marketing of a desired position and a one-way flow of scientific information rather than a transformative process of mutual learning. In October 2011, fishers from across the Azores met with scientists from multiple countries to have a mutual exchange of ideas in a forum designed to facilitate mutual learning across multiple languages (Neilson, Bulhão & Sousa 2012). In order to have full participation, much preparation was done by consulting across the islands to prepare the topics to be discussed. Roundtables, translators, recorders and trained facilitators followed a structured program in order to ensure all voices could be heard, not only a few dominant ones. Posters and informal sessions were also used and participants were consulted afterwards to ensure that their input was recorded correctly. These processes are necessarily intensive and long but are effective in creating comprehensive strategies with solid community support.

## Plano de Ordenamento do Espaço Marítimo dos Açores e a implementação da Diretiva-Quadro Estratégia Marina: Por que e como envolver o público

A criação de políticas para gerir a forma de como o uso dos oceanos deve ser compartilhado entre os países europeus com diferentes histórias e culturas é compreensivelmente difícil. Infelizmente, tentativas de acordos abrangentes, tais como a Política Comum das Pescas, têm sido impulsionadas pela adesão acrítica às crenças em teorias neoliberais de privatização (Bromley, 2009; Høst, 2010; Lam & Pauly, 2010) e da mercantilização dos recursos do mar à custa da ciência (Daw & Gray, 2005) e dos valores comunitários. Essas políticas obrigaram à destruição de milhares de barcos de pesca de madeira (Kapantagakis, 2012), importante património das comunidades costeiras, está forçando outros pescadores a descartar toneladas das suas capturas (Daw e Gray, 2005) e geralmente concentra a riqueza da pesca nos interesses de uns poucos que têm o poder de resistir a todos os esforços de conservação que possam ameaçar os seus lucros (Bromley, 2009). Recentemente, a União Europeia ampliou sua visão sobre o ambiente e reconheceu a importância das pessoas para tal, como Janez Potocnik, Comissário Europeu para o Ambiente afirma, "temos que proteger os nossos ecossistemas e sua biodiversidade agora, não só para a conservação da natureza, mas também para apoiar os meios de subsistência daqueles que dependem deles" (2011). Especificamente, a Directiva Quadro da Estratégia Marinha fortalece as competências e responsabilidades dos Estados-Membros dentro de águas territoriais e zonas económicas exclusivas orientando as "futuras decisões do Conselho Europeu das Pescas para objectivos de longo prazo, mesmo a nível regional, em vez de preocupações sócio-económicas nacionais de curta duração" (Ratz et al. 2010, p. 1028).

As diretrizes para a implementação do quadro político para a Estratégia Marinha incentiva claramente a participação das partes interessadas, a fim de incentivar a apropriação e a conformidade com os planos finais, mas também para garantir que o plano seja efetivo tendo em consideração a amplitude de percepções, interesses, saberes e tradições (Ethler & Douvere 2009). Uma investigação feita nos Açores (Neilson et al. In press), bem como outras que envolvem trabalho nas comunidades costeiras da Espanha (Carbonell 2012), indicam que forte conhecimento local tem fundamento em distintas perspectivas e experiências do mar e que estas podem complementar o conhecimento científico formal. Na verdade, cientistas e pescadores, em particular de comunidades costeiras, podem ser aliados mútuos no apoio a abordagens de precaução para proteger os recursos oceânicos, como o exemplo da forma como os cientistas e pescadores trabalharam juntos na ilha do Corvo.

Infelizmente, existem muitas barreiras na comunicação entre cientistas e não-cientistas, incluindo a compreensão e definição do problema em questão, a falta de confiança, diferentes perspectivas sobre o

ambiente marinho, a falta de 100% de certeza científica, ter um ambiente propício para uma comunicação eficaz, ter um bom conhecimento de todos os setores e complexos mecanismos de gestão (Thompson et al. 2004). Muitas vezes, os esforços de participação e "educação" são meras comercializações de uma posição desejada e um fluxo unidirecional de informação científica, ao invés de um processo de transformação de aprendizagem mútua. Em Outubro de 2011, pescadores de todo os Açores reuniram-se com cientistas de vários países para ter uma troca mútua de idéias num fórum destinado a facilitar a aprendizagem mútua em várias línguas (Neilson et al. 2012). Para facilitar uma participação plena, a preparação foi feita através de consultas em todas ilhas sobre os temas a serem discutidos. Mesas Redondas, tradutores, gravadores e facilitadores treinados seguiram um programa estruturado, a fim de garantir que todas as vozes fossem ouvidas, e não apenas as vozes de alguns que dominam. Posters e sessões informais também foram utilizados e os participantes foram consultados a seguir para garantir que suas contribuições fossem gravadas corretamente. Estes processos são necessariamente intensivos e longos, mas são eficazes na criação de estratégias globais, com o apoio sólido da comunidade.

## REFERENCES

- Bromley, D. W. 2009. Abdicating responsibility: The deceptions of fisheries policy. *Fisheries* 34(6): 280-302.
- Carbonell, E. 2012. The Catalan fishermen's traditional knowledge of climate change and the weather. *International Journal of Intangible Heritage* 7: 61-75.
- Daw, T. & T. Gray 2005. Fisheries science and sustainability in international policy: a study of failure in the European Union's Common Fisheries Policy. *Marine Policy* 29( 3): 189-197.
- Ehler, C. & F. Douvère 2009. Marine Spatial Planning: a step-by-step approach toward ecosystem-based management. Intergovernmental Oceanographic Commission and Man and the Biosphere Programme. *IOC Manual and Guides* No. 53, ICAM Dossier No. 6. Paris: UNESCO.
- Høst, J. 2010. A neoliberal catch: Access rights and the clash of coastal life modes. Presentation at the World Small-Scale Fisheries Congress, Bangkok, Thailand, October 18-22, 2010.
- Kapantagakis, A. 2012. The Greek fishery in a European context. Fleet reduction and destruction of shipbuilding heritage. Pp. 415- 462 in Højrup, T. & K. Schiewe (Eds). *European Fisheries at a tipping-point*. Editum. Ediciones de la Universidad de Murcia. 521 pp.
- Lam, M.E. & D. Pauly 2010. Who is right to fish? Evolving a social contract for ethical fisheries. *Ecology and Society* 15(3): 16.
- Neilson, A.L., C. Bulhão Pato & L. Sousa 2012. A short reflection on research and fishing cultures performing knowledge together /Uma breve reflexão sobre o modo como investigadores e pescadores podem cooperar pelo conhecimento. *Revista Maria Scientia* 2012(2):73-82.
- Neilson, A. L., R. Gabriel, A.M. Arroz , & E. Mendonca, E. (in press). Perspectives about the Sea in the Azores: Respecting fish, fishers and fishing. In J. Urquhart, T. Acott, & M. Zhao (Eds) *Social Issues in Sustainable Marine Fisheries Management* (chpt 4). Amsterdam, NL: MARE and Amsterdam University Press.
- Potocnik, J. 2011. *Forward, Seas for life, protected, sustainable, shared European seas by 2020*. European Union: Belgium. [http://europa.eu/europedirect/meet\\_us/index\\_en.htm](http://europa.eu/europedirect/meet_us/index_en.htm)
- Rätz, H., H. Dörner, R. Scott, R. & T. Barbas, T. 2010. Complementary roles of European and national institutions under the Common Fisheries Policy and the Marine Strategy Framework Directive. *Marine Policy* 34: 1028-1035.
- Thompson, L., B. Jago, L. Fernandes & J. Day 2004. Barriers to communication – how these critical aspects were addressed during the public participation for rezoning of the Great Barrier Reef Marine Park. Technical Report of the Great Barrier Reef Marine Park Authority, April 15, 2004.

## Habitat predictive modelling of demersal fish species of the Azores

HUGO PARRA, A. ROSA, G. MENEZES, F. TEMPERA & T. MORATO



Parra, H., A. Rosa, G. Menezes, F. Tempera & T. Morato 2014. Habitat predictive modeling of demersal fish species in the Azores. Pp. 63-65 in: Carreira, G., F. Cardigos & F.M. Porteiro (Eds). The sea of the Azores: scientific forum for decision support. *Arquipelago*. Life and Marine Sciences. Supplement 8.

Hugo Parra (e-mail: [h2ugo@hotmail.com](mailto:h2ugo@hotmail.com)), Alexandra Rosa, Gui Menezes, Fernando Tempera, Telmo Morato, Departamento Oceanografia e Pescas, Universidade dos Açores, 9900 Horta, Portugal; 2 IMAR, LARSyS, Universidade dos Açores, 9900 Horta, Portugal.

Knowledge on geographical distribution patterns of marine species is essential for population ecology research, fisheries management and biodiversity conservation. Species distribution modelling (SDM) is a statistical approach commonly followed to investigate species-environment interactions by relating occurrence or abundance of species with environmental variables or predictors (Franklin 2009). Given a large variety of modelling techniques combined with the increasing availability of high resolution remote sensing data on environmental factors for studying oceans dynamics, SDM provides the ability to create species potential distribution maps and assess habitat usage and preferences (Guisan & Zimmermann 2000).

In the present study we used the maximum entropy model (MaxEnt) to assess the potential distribution in the Azores economic exclusive zone (EEZ) of four demersal fish species with high commercial and economic interest: bluemouth rockfish (*Helicolenus dactylopterus dactylopterus*), forkbeard (*Phycis phycis*) wreckfish (*Polyprion americanus*) and offshore rockfish (*Pontinus kuhlii*). Additionally, the present study aimed at producing distribution maps that could be used in fisheries management strategies in the future. MaxEnt fits a probability distribution for occurrence of species in a set of commonly georeferenced gridded layers or environmental variables, and produces predictions as a logistic probability of species occurrence, ranging between 0 and 1 (Phillips et al. 2006).

We collected a total of 8191 fish presence/absence records obtained from 488 longline sets performed from 1996 to 2011. The presence/absence data were then used in the model training process in order to assess the probability of species occurrence from six predictor variables (depth, oxygen saturation, bottom salinity, slope, northness and eastness) disposed in layers with approximately 300 m resolution. We were interested in determining which environmental predictors were most relevant for the distribution of each target species.

The evaluation of model performance by the ROC-AUC scores estimated by MaxEnt showed that model predictions for three of the four target species were considered 'excellent' (i.e. AUCMaxent 10 fold cross-validation >0.80) while the blackbelly rosefish model showed the lowest cross-validation AUC value (0.70) albeit close to being 'acceptable' prediction. Among the gathered set of explanatory variables, depth was the most important variable contributing from 85.3% for wreckfish to 94.6% to forkbeard in explaining the distribution of the target species.

The application of MaxEnt model to high resolution seafloor topographic and biogeochemical data proved to be effective in predicted demersal fish species distributions in the Azores. The bluemouth rockfish showed a wider distribution compared to the forkbeard with a much narrower distribution closer to the island shores. Our model showed relative proportions of potentially suitable habitat in the entire Azores EEZ of 1.2% for bluemouth rockfish, 0.5% for forkbeard and wreckfish and 0.3% for offshore rockfish, which comprises total areas ranging approximately from 11.187 to 3.070 Km<sup>2</sup> (Fig. 1). The probable occurrence of the four investigated species was found to be higher in areas around island slopes and on seamounts, which is consistent with our knowledge of the distributions of these species for the Azores, emphasizing the importance of these habitats for demersal fish growth and survival.

## Modelação preditiva da distribuição de espécies de peixes demersais dos Açores

Conhecer qual a distribuição das espécies no espaço, e tentar relacionar essa distribuição com as condições ambientais dos seus habitats é uma componente fundamental dos estudos de ecologia, gestão de recursos e conservação da biodiversidade. A modelação preditiva espacial da distribuição de espécies surge assim como uma ferramenta que investiga as interações espécie-ambiente e quantifica a influência de variáveis ambientais na distribuição das espécies (Franklin 2009). Com o progressivo desenvolvimento das técnicas de modelação preditiva nas últimas décadas, associado à crescente disponibilidade e qualidade da informação obtida por deteção remota, atualmente é possível criar mapas da distribuição potencial das espécies e averiguar a utilização e preferências do habitat (Guisan & Zimmermann, 2000).

Este projeto tem como objetivo mapear a distribuição de quatro espécies de peixes demersais dentro da zona económica exclusiva (ZEE) dos Açores: boca negra (*Helicolenus dactylopterus dactylopterus*); abrótea (*Phycis phycis*), cherne (*Polyprion americanus*) e bagre (*Pontinus kuhlii*). Para tal, recorreremos à técnica de modelação de máxima entropia (Maxent) para determinar a distribuição destas quatro espécies com elevado valor comercial e económico para a região dos Açores. Concomitantemente, será produzido um mapa de distribuição potencial que poderá revelar-se útil na definição de estratégias de gestão pesqueira no futuro. O Maxent é um algoritmo que se foca no ajustamento de uma probabilidade de ocorrência de uma espécie num conjunto de grelhas ou variáveis ambientais georreferenciadas e produz predições que variam entre 0 e 1, representando a probabilidade logística de ocorrência da espécie (Phillips et al. 2006).

Para esta análise foram reunidos um total de 8191 pontos de presença/ausência das espécies, obtidos através de 488 lances de pesca experimental por palangre, realizados no âmbito de campanhas anuais e extraordinárias de monitorização das espécies de peixes demersais dos Açores, realizadas entre 1996 e 2011. Os dados de presença/ausência para cada espécie foram posteriormente utilizados no processo de ajustamento do modelo, em conjunto com seis variáveis ambientais (profundidade, saturação de oxigénio, salinidade de fundo, declive batimétrico, e duas variáveis derivadas da variável aspeto batimétrico designadas eastness e northness). Este estudo tem como interesse determinar quais os fatores ambientais mais relevantes para a distribuição das espécies-alvo recorrendo a um algoritmo computacional recente.

O desempenho dos modelos foi avaliada através dos valores da área sobre a curva ROC (AUC), estimados através do modelo Maxent. Os resultados mostram que a aplicação do modelo Maxent para prever a distribuição de espécies de peixes demersais nos Açores a partir de variáveis geomorfológicas

e biogeoquímicas revelou ser eficiente. Os modelos produzidos para três das quatro espécies analisadas demonstraram predições consideradas ‘excelentes’, com um valor de AUC superior a 0.8. O modelo para a espécie boca-negra produziu predições um pouco abaixo de serem consideradas ‘aceitáveis’, com um valor de AUC inferior a 0.7. Entre as variáveis ambientais utilizadas no modelo, a profundidade é considerada a variável mais importante para explicar a distribuição das espécies-alvo. A proporção relativa à totalidade da área da ZEE dos Açores de habitat potencial adequado á ocorrência das espécies estudadas é de 1,2% para boca-negra, 0,5% para abrótea e cherne e 0,3% para bagre, correspondendo a áreas entre aproximadamente 11.187 e 3.070 Km<sup>2</sup> (Fig. 1).

Os modelos revelaram que as áreas com maior probabilidade de ocorrência para as espécies investigadas incluem montes submarinos e os declives em redor das ilhas, confirmando a distribuição conhecida para estas espécies nos Açores.

## REFERENCES

- Franklin, J. 2009. *Mapping species distributions: spatial inference and prediction*. Cambridge University Press. 320 pp.
- Guisan, A, & N. E. Zimmermann 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling* 135: 147-186.
- Phillips, S. J., R. P. Anderson & R. E. Schapire 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distribution. *Ecological Modelling* 190: 231-259.
- Jacquet, J., H. Fox, H. Motta, A. Ngusaru & D. Zeller 2010. Few data but many fish: marine small-scale fisheries catches for Mozambique and Tanzania. *African Journal of Marine Science* 32: 197-206.

## Total marine fisheries catch for the Azores (1950-2010)

CHRISTOPHER K. PHAM, A. CANHA, H. DIOGO, J.G. PEREIRA, R. PRIETO & T. MORATO

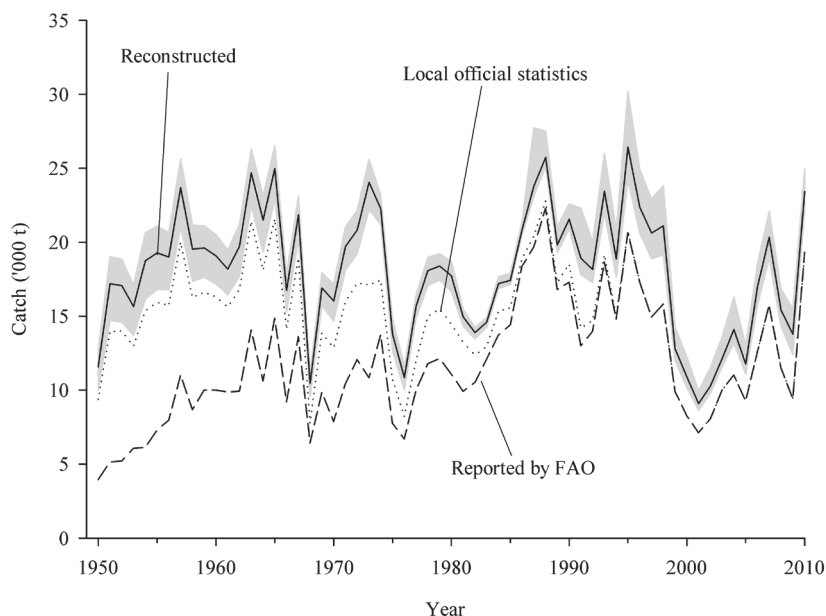


Pham, C.K., A. Canha, H. Diogo, J.G. Pereira, R. Prieto & T. Morato 2014. Total marine fisheries catch for the Azores (1950-2010). Pp. 67-69 in: Carreira, G., F. Cardigos & F.M. Porteiro (Eds). The sea of the Azores: scientific forum for decision support. *Arquipelago*. Life and Marine Sciences. Supplement 8.

*Christopher K. Pham (e-mail: phamchristopher@uac.pt), Angela Canha, Hugo Diogo, João G. Pereira, Rui Prieto, Telmo Morato, Departamento Oceanografia e Pescas, Universidade dos Açores, 9900 Horta, Portugal.*

Adequate management measures of marine resources require knowledge on total biomass extraction from fisheries. The use of nominal catches (official landing statistics) for understanding trends in fisheries and its impact on the marine environment will be misleading, since not all extractive components are included (Zeller et al. 2008; Pauly, 2009). Quantification of total anthropogenic removal of marine resources is therefore critical for the long-term goal of sustainable fisheries worldwide. As for most oceanic islands, fishing has always been a key driver of the local Azorean economy and efficient management is essential for its development. Official statistics suggest an average yearly catch of 11,135 tonnes in Azorean waters for the period 2000 to 2010. However, such data fail to incorporate a number of extractive components including Illegal, Unregulated and Unreported fishing (IUU) but also legal fishing activities from other nations for which catch amounts are scarcely available. In the Azores, IUU fishing includes recreational fishing, baitfish for pole-and-line fishing, discards and illegal fishing activities (e.g. invertebrate poaching). The objective of this work was to reconstruct total fisheries removal in Azorean waters from 1950 to 2010 by compiling available reported landings for all marine organisms (algae, invertebrates, fishes, sharks, and sperm-whales) and by quantifying catch arising from IUU fishing. IUU catch and foreign fishing activities were estimated using a compilation of published literature, local expert knowledge and data from monitoring programs.

Total unreported catch for the Azores for the period 1950 to 2010 was estimated to be 158,000 tonnes (95% CI, 119,000 – 219,000 tonnes), representing 17% of the catch reported in official landings data (i.e. 945,000 tonnes). Overall, unreported catch from the Azorean territory ranged between 720 and 6600 tonnes per year (Figure 1) with foreign fishing activity being the largest contributor (27% of total catches) followed by catches from the recreational sector (25%); discards from the demersal fishing fleet (21%); baitfish for the pole-and-line tuna fishery (11%); discards from pelagic longlining (7%); harvesting of coastal invertebrates (6%); Azorean boats landing outside the Azores (3%); and big-game fishing (0.1%).



**Fig.1.** Total capture rebuilt, declared by official statistics (includes sperm whales) and FAO for Azorean waters between 1950-2010 (shaded area represent confidence levels at 95%). / Captura total reconstruída, declarada pelas estatísticas oficiais locais (inclui cachalotes) e pela FAO para as águas Açorianas no período de 1950 – 2010. A área a sombreado representa os intervalos de confiança a 95% (Pham et al., 2013).

## Capturas totais das pescarias dos Açores (1950-2010)

A aplicação de medidas adequadas de gestão dos recursos marinhos, exige um conhecimento alargado das capturas totais. O uso de dados referentes às capturas nominais (estatísticas oficiais de desembarque) para a compreensão das tendências no sector das pescas e do seu impacto sobre o ambiente marinho poderá ser enganador, uma vez que nem todos os componentes extractivos estão nelas incluídos (Zeller et al., 2008; Pauly, 2009). A quantificação das capturas totais de recursos marinhos é, deste modo, crítica para se atingirem pescarias sustentáveis a longo prazo, quer a nível regional, Europeu ou mundial. À semelhança da maioria das ilhas oceânicas, a pesca é uma actividade muito importante para a economia local Açoriana, sendo, por isso, essencial que se estabeleça uma gestão eficiente. As estatísticas oficiais para águas Açorianas, sugerem uma captura anual média de 11135 toneladas para o período de 2000 a 2010. No entanto, tais dados falham por não incorporar todos os componentes extractivos, incluindo a pesca ilegal, não declarada e não regulamentada (IUU), assim como actividades de pesca legal de outras nações para as quais as quantidades capturadas estão raramente disponíveis. Nos Açores, a pesca IUU inclui a pesca recreativa, a pesca de isco vivo utilizado para a pescaria com salto e vara, as rejeições e actividades de pesca ilegal (ex., apanha de invertebrados). O objectivo deste trabalho consistiu em reconstruir as capturas totais em águas Açorianas entre 1950-2010, através da compilação dos desembarques declarados disponíveis para todos os organismos marinhos (algas, invertebrados, peixes, tubarões e cachalotes) e da quantificação da captura resultante das pescarias IUU. Os dados de capturas

IUU e das actividades de pesca estrangeira, foram estimados através da compilação da literatura, do conhecimento local e de dados provenientes de programas de monitorização.

A captura total não declarada para os Açores no período de 1950-2010 foi estimada em 158 mil toneladas (95% IC, 119 – 219 mil toneladas), representando 17% da captura declarada nos dados oficiais de desembarque (i.e., 945 mil toneladas). No total, para o território Açoriano a captura não declarada variou entre 720 e 6600 toneladas por ano (Figura 1), sendo a pesca estrangeira a actividade que mais contribuiu (27% do total das capturas), seguido das capturas do sector recreativo (25%), as rejeições da frota de pesca demersal (21%), a captura de isco vivo para a pescaria de atum com salto e vara (11%), rejeições da frota de pesca com palangre de superfície (7%), a apanha de invertebrados costeiros (6%), embarcações Açorianas que descarregam fora dos Açores (3%) e a pesca desportiva (0,1%).

O nível de capturas não declaradas nos Açores é considerado baixo quando comparado com outras partes do mundo, especialmente com nações em desenvolvimento onde normalmente não são contabilizadas nas estatísticas oficiais as pescarias artesanais de pequena escala (ex., Tanzania, Jacquet et al., 2010), mas também com alguns países Europeus, tais como a Dinamarca, onde se estimou que às capturas declaradas se deveria aplicar um factor de 1,4 ao valor apresentado (Zeller et al., 2011).

## REFERENCES

- Jacquet, J., H. Fox, H. Motta, A. Ngusaru & D. Zeller 2010. Few data but many fish: marine small-scale fisheries catches for Mozambique and Tanzania. *African Journal of Marine Science* 32: 197–206.
- Pauly, D. 2009. Beyond duplicity and ignorance in global fisheries. *Scientia Marina* 73: 215–224.
- Pham, C.K., A. Canha, H. Diogo, J.G. Pereira, R. Prieto & T. Morato 2013. Total marine fishery catch for the Azores (1950-2010). *ICES Journal of Marine Science* 70: 564-577.
- Zeller, D., M. Darcy, S. Booth, M.K. Lowe & S.J. Martell 2008. What about recreational catch? Potential impact on stock assessment for Hawaii's bottomfish fisheries. *Fisheries Research* 91:88-97.
- Zeller, D., P. Rossing, S. Harper, L. Persson, S. Booth & D. Pauly 2011. The Baltic Sea: estimates of total fisheries removals 1950–2007. *Fisheries Research* 108: 356–363.

## Coastal Marine Protected Areas in the Azores: opportunities, benefits and limitations

MARA SCHMIING, PEDRO AFONSO & RICARDO S. SANTOS



Schmiing, M., P. Afonso & R.S. Santos 2014. Coastal Marine Protected Areas in the Azores: opportunities, benefits and limitations. Pp. 71-74 in: Carreira, G., F. Cardigos & F.M. Porteiro (Eds). The sea of the Azores: scientific forum for decision support. *Arquipelago*. Life and Marine Sciences. Supplement 8.

*Mara Schmiing (e-mail: mschmiing@uac.pt), Centre of IMAR/Department of Oceanography and Fisheries of the University of the Azores and LARSyS – Associated Laboratory, 9901-862 Horta (Azores), Portugal*

Marine protected areas (MPAs) are established worldwide as a conservation tool, for in-stance, to maintain biodiversity, preserve pristine habitats, and, in particular, manage fisheries. In this regard, MPAs may function as a recovery or refuge area for depleted fish stocks and complete or even provide greater benefit than conventional methods (Russ 2002; Botsford 2005; Higgins et al. 2008). There is rising evidence for the positive influence of MPAs on fish assemblages inside and in proximity to the protected area, although the magnitude of such effects can be species-dependent (e.g. Goñi et al. 2008; Claudet et al. 2010; Vandeperre et al. 2011). Effectiveness further depends on previous exploitation levels, ecological traits, adult movement and larval dispersal of target species, habitat characteristics, connectivity of single protected areas, as well as monitoring and enforcement (e.g. Russ 2002; Botsford 2005; Higgins et al. 2008; Claudet et al. 2010).

Several MPAs are designated in the Azores archipelago (mid-North Atlantic), most of them in coastal zones, including the “Island Natural Parks” (“Parque Natural da Ilha”, PNI) of each of the nine islands, following the classification of the International Union for Conservation of Nature (IUCN) (Fig. 1). Only four areas of the PNIs are declared as nature reserves (IUCN category I) but the only true ‘no-take’ zone is the “Caldeirinhas” marine reserve in Faial Island (first established in 1988). Other very restrictive reserves, like the Formigas Islets (revised in 2003) off Santa Maria Island, allow for regulated operations of the commercial tuna fishing fleets.

We studied reef fish assemblages of these two reserves and a third voluntary reserve in Corvo Island, “Caneiro dos Meros” “Groupers’ alley”, (established in 1999). Abundance of commercial fishes was estimated by underwater visual censuses (Schmiing et al. 2013) and species were classified into ecological traits, according to their main habitat (benthic, pelagic, bentho-pelagic), maximum adult size (medium, large), home range (medium, large), and yearly displacement (small, medium, large) (Claudet et al. 2010). Generalised additive models (GAMs) were applied to model total abundance of an ecological trait as function of environmental covariates, including depth, rugosity, protection status (if applicable), and year since protection was implemented. Overall, results indicated that there was no effect of the protection status in Caneiro dos Meros (protected, unprotected), and only a limited effect in Caldeirinhas (protected, partial, unprotected). Abundances of more than half of the studied fish traits, especially in Caldeirinhas and Formigas Islets, were significantly influenced by the years since protection began and most decreased over time. An exception in Caldeirinhas were benthic fish abundances that fluctuated on a seven-year period, and pelagic fish abundances that increased for 14 years after declaration of the reserve but then dropped again. Lacking evidence for the effectiveness of protected

areas might be caused by missing enforcement and mismanagement, as observed elsewhere (Russ 2002).

Additionally, spatial distribution models for single species were estimated for Faial Island, including the neighbouring channel between Faial and Pico Island, as a first step for the assessment of the design (spacing, sizing) of the present MPA network (Schmiing et al. 2013). Results were used to establish predictive habitat maps in a geographic information system with the potential spatial distribution of target species down to the 40m isobath. By overlaying several species specific maps we identified rocky areas with shared potential presence of different trophic guilds that should be considered as a priority for conservation (Fig. 1): 50-83% of these “multi-species hotspots” (carnivores and omnivores, respectively) were located inside the existing MPA network. However, overall, such areas were much smaller than anticipated. Our habitat maps, and similar ones, are not only illustrative, and as such very comprehensible, but also provide increased opportunities for stakeholders and decision makers to perceive distinct spatial planning alternatives and support decision-making processes.

Summarizing, our study suggests that the current MPA network may be suboptimal, especially regarding the designation of true marine reserves, and could benefit, for instance, from improved enforcement.

## As Áreas Marinhas Protegidas Costeiras dos Açores – oportunidades, benefícios e limitações

As áreas marinhas protegidas (AMPs) estão estabelecidas a nível mundial como instrumentos de conservação para, por exemplo, manter a biodiversidade, preservar habitats prístinos e, em particular, para a gestão das pescas. As AMPs podem funcionar como áreas da recuperação ou de refúgio para populações diminuídas e completar ou até mesmo fornecer um benefício maior do que os métodos convencionais de conservação (Russ 2002; Botsford 2005; Higgins et al. 2008). Os sinais da eficiência das AMPs relativamente às populações das comunidades de peixes, dentro e na proximidade dessas áreas, crescem constantemente. A magnitude desses efeitos varia de espécie para espécie (e.g. Goñi et al. 2008; Claudet et al. 2010; Vandeperre et al. 2011). A eficácia também depende dos níveis de exploração anterior, das características ecológicas, do movimento dos peixes adultos e da dispersão larval de espécies-alvo, das características do habitat, da conectividade entre as diferentes áreas protegidas e da vigilância e cumprimento das regras instituídas (e.g. Russ 2002; Botsford 2005; Higgins et al. 2008; Claudet et al. 2010).

No arquipélago dos Açores (Nordeste Atlântico) estão designadas várias AMPs. A maioria destas encontra-se nas zonas costeiras e estão incluídas nos Parques Naturais (PNI) de cada uma das nove ilhas (PNI). Todas as AMPs estão classificadas de acordo com as categorias da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) (Fig. 1). No total, apenas quatro áreas são declaradas como reserva natural (IUCN categoria I), mas a única verdadeira zona de 'no-take' é a reserva marinha de "Caldeirinhas" na ilha do Faial (criado em 1988). Há outras pequenas zonas 'no-take' declaradas por razões arqueológicas. Outras reservas muito restritivas, como os “ilhéus das Formigas” (revista em 2003) integrado no PNI de Santa Maria, permitem as operações especialmente autorizadas de pesca de salto e vara por parte da frota de pesca comercial de atum.

Estudámos as comunidades de peixes dos habitats rochosas destas duas reservas a que adicionámos uma terceira, a reserva voluntária do Caneiro dos Meros, na ilha do Corvo (estabelecida em 1999). Estimámos as abundâncias de peixes comerciais através de censos visuais subaquáticos (Schmiing et al. 2013) e classificámos as espécies em grupos ecológicos, de acordo com o seu habitat principal (bentónico, pelágico, bento-pelágico), tamanho máximo de adulto (médio, grande), home range (médio, grande) e movimentação anual (pequena, média, grande) (Claudet et al. 2010). Usámos ‘generalised additive models’ (GAMs) para modelar a abundância total de cada grupo em função de variáveis ambientais, incluindo a profundidade, a rugosidade, o nível de protecção (se aplicável) e ano desde o início da protecção. Em geral, os resultados indicaram que não houve efeito do nível de protecção no Caneiro dos Meros (protegido, desprotegido) e apenas um efeito limitado nas Caldeirinhas (protegido, parcial, desprotegido). As abundâncias em mais da metade dos grupos estudados, especialmente nas Caldeirinhas e nos ilhéus das Formigas, foram significativamente influenciadas do ano desde o início da protecção e basicamente diminuíram ao longo do tempo. Exceptua-se a abundância de peixes bentónicos nas Caldeirinhas, que oscilaram num período de sete anos, e a abundância de peixes pelágicos, que aumentou durante 14 anos após a declaração da reserva, mas depois caiu novamente. A ausência de evidência para a eficácia das áreas protegidas pode ser causada pela falta de fiscalização e uma gestão incorrecta, como observado noutros locais (Russ 2002).

Além disso, modulámos a distribuição espacial de espécies individuais para a ilha do Faial, incluindo o canal adjacente da ilha do Pico, para avaliar o desenho (espaçamento, dimensionamento) da actual rede de AMPs (Schmiing et al. 2013). Usámos os resultados de modelação para estabelecer num sistema de informação geográfica com mapas preditivos da distribuição espacial potencial de espécies-alvos até os 40 m. Sobreposamos os mapas e identificámos áreas rochosas com a presença (potencial) comum de diferentes grupos tróficos. Estas áreas devem ser consideradas como áreas prioritárias da conservação (Fig. 1). 50-83% desses "hotspots multi-espécies" (carnívoros e onívoros, respectivamente) foram localizados dentro da rede existente de AMPs. Em geral, essas áreas são muito menores do que antecipado. Os mapas representadas neste estudo, tal como outros, não são apenas ilustrativos, e, como tal, facilmente compreensíveis, mas ajudam também a elucidar as entidades responsáveis e os utilizadores no sentido de entenderem as alternativas de desenho espacial e para apoiar a sua decisão em futuros processos de gestão.

Resumindo, o nosso estudo sugere que a rede actual das AMPs não está optimizada, sobretudo relativamente à designação das reservas marinhas ('no-take'), e poderia beneficiar, por exemplo, com uma melhor execução e cumprimento.

## REFERENCES

- Botsford, L.W. 2005. Potential contributions of marine reserves to sustainable fisheries: recent modeling results. *Bulletin of Marine Science* 76(2): 245-259.
- Claudet, J., C.W. Osenberg, P. Domenici, F. Badalamenti, M. Milazzo, J.M. Falcón & I. Bertocci et al. 2010. Marine reserves: fish life history and ecological traits matter. *Ecological Applications* 20: 830-839.
- Goñi, R., S. Adlerstein, D. Alvarez-Berastegui, A. Forcada, O. Renones, G. Criquet & S. Polti et al. 2008). Spillover from six western Mediterranean marine protected areas: evidence from artisanal fisheries. *Marine Ecology Progress Series* 366: 159-174.
- Higgins, R.M., F. Vandeperre, A. Perez-Ruzafa & R.S. Santos 2008. Priorities for fisheries in marine protected area design and management: Implications for artisanal-type fisheries as found in southern Europe. *Journal for Nature Conservation* 16(4): 222-233.
- Russ, G.R. 2002. Yet another review of marine reserves as reef fishery management tools. Pp. 421-443 in: Sale, P.F. (Ed.) *Coral reef fishes: dynamics and diversity in a complex ecosystem*. Academic Press, San Diego, USA.

549 pp.

- Schmiing, M., P. Afonso, F. Tempera, & R.S. Santos 2013. Predictive habitat modelling of reef fishes with contrasting trophic ecologies. *Marine Ecology Progress Series* 474:201-216.
- Vandeperre, V., R.M. Higgins, J. Sánchez-Meca, F. Maynou, R. Goñi, P. Martín-Sosa & A. Pérez-Ruzafa et al. 2011. Effects of no-take area size and age of marine protected areas on fishery yields: a meta-analytical approach. *Fish and Fisheries* 12(4): 412-426.

## Underwater trail design in Marine Protected Areas of the Azores

MARIA A. VENTURA, R. GRILO & ANA C. COSTA



Ventura, M.A., R. Grilo & A. C. Costa 2014. Underwater trail design in Marine Protected Areas of the Azores. Pp. 75-76 in: Carreira, G., F. Cardigos & F.M. Porteiro (Eds). The sea of the Azores: scientific forum for decision support. *Arquipelago*. Life and Marine Sciences. Supplement 8.

*Maria A. Ventura (e-mail: mateus@uac.pt), CIBIO, Centro de Investigação em Biodiversidade e Recursos Genéticos, InBIO Laboratório Associado, Pólo dos Açores – Departamento de Biologia da Universidade dos Açores, 9501-801 Ponta Delgada.*

Tourism is a growing sector in the Azores, in particular those activities such as hiking, whale watching and scuba diving, involving direct contact with nature (Bentz et al., 2013; Ventura et al., 2013). However, the uncontrolled and disorderly growth of these activities, particularly when carried out in areas of high conservation value such as marine protected areas (MPAs), can bring negative impacts to bear on the ecosystem (Lynn & Brown 2003; Calado et al. 2011).

According to recent studies, scuba diving is the third most popular activity pursued by tourists who visit the Azores and, as such, shows great potential for development. The design of underwater trails, similar to those used in terrestrial areas, values the seascape not only for tourism but also environmentally since it minimizes the area visited and as well as the associated impacts. This is particularly important within protected areas they are sensitive and usually with high biodiversity.

Local scuba diving operators working within the coastal Natura 2000 MPAs of the case-study islands, São Miguel and Flores, were interviewed to obtain information on the spots normally visited to dive with tourists. Another set of interviews was conducted with tourists in order to obtain information on their expectations versus their degree of satisfaction with the dive and dive location. Subsequently, four subaquatic trails were designed and described in two of the more important diving areas, under the auspices of the project MOST (Application of a model of sustainable tourism to areas of Natura 2000 network in the Azores). Aspects related to the difficulty of the dive (e.g. maximum depth; presence of caves) were particularly important in characterizing the trails. An evaluation of the trail's scenic value (e.g. number of charismatic species seen; type of substrate) was achieved through direct observation during two dives per spot during the summer of 2011. The relative abundance of the species observed, was assessed using the DAFOR scale.

In São Miguel Island, “Arcos do Hotel da Caloura” and “Panela” (Ponta da Galera) were the spots chosen within the Natura 2000 MPA, given their accessibility both in terms of location and maximum depth. The Arcos do Hotel spot is characterized by the presence of submersed arches and small tunnels of volcanic rock (basalt). The dive at the spot is classified as easy due to its shallow maximum depth of 16.6 m. In this spot, 46 species were identified, mostly invertebrates, chordates and a few species of algae. Panela is a vertical cave of 18.5 m depth and 10 m width. The dive at this spot is of medium difficulty due to the passage through tunnels and a cave. In terms of biodiversity, this trail is similar to the previous one (43 species), with some overlap of species.

In Flores Island, “Ilhéu do Garajau” and “Ilhéu de Maria Vaz” (also known as “Ilhéu da Gadelha”) were chosen to carry out this work. The dive at Ilhéu do Garajau is usually made along a vertical route close to the islet walls; 36 species were spotted, most of them of bony fishes, and much less algae than in São Miguel. The trail at Ilhéu de Maria Vaz is mainly made along a vertical wall; 42 species were identified along this trail, again with a higher diversity of bony fishes than invertebrates or algae, the latter group being the least diverse.

Comparing the dive spots of both islands we observe a greater abundance of bony fishes in Flores, whereas in São Miguel the number of species of invertebrates and fishes is more balanced. Algae are always the least diverse group, particularly in Flores. This can be due, on one hand, to the fact that algae are less conspicuous and more difficult to observe underwater; in the case of Flores this is aggravated due to the greater abundance of herbivorous fishes. Overall, we believe that these diving spots have a great ecological value in promoting tourism.

## Desenho de trilhos sub-aquáticos em áreas marinhas protegidas nos Açores

O turismo é um dos sectores em expansão na RAA, em particular as actividades que envolvam um contacto directo com a natureza, como sejam o pedestrianismo, observação de cetáceos ou mergulho com escafandro. Mas um crescimento descontrolado e desordenado destas actividades, particularmente em áreas com elevado valor conservacionista como sejam as AMPs, podem ter impactes negativos nos ecossistemas.

O mergulho é, segundo estudos recentes, a terceira actividade mais procurada pelos turistas que visitam os Açores, e como tal possui um grande potencial de desenvolvimento. Uma das formas que tem sido encontrada para a promoção turística e valorização ambiental desta actividade, é o desenho de trilhos sub-aquáticos, à semelhança do que já se faz no meio terrestre. Esta prática permite por um lado minimizar a área de visitação em zonas protegidas e ecologicamente sensíveis, enquanto valoriza a biodiversidade do local e a paisagem sub-aquática.

No âmbito do projecto MOST, foram desenhados e descritos 4 trilhos sub-aquáticos em duas ZECs, localizadas em duas ilhas dos Açores: São Miguel e Flores. Nesta apresentação fazemos uma breve descrição e caracterização, dos trilhos desenhados, bem como do seu valor biológico e paisagístico.

### REFERENCES

- Bentz, J., P. Dearden & H. Calado 2013. Strategies for marine wildlife tourism in small islands – the case of the Azores Pp.874 – 879 in: Conley, D.C., G. Masselink, P.E. Russell & T.J. O’Hare (Eds). Proceedings 12th International Coastal Symposium (Plymouth, England). *Journal of Coastal Research*. Special Issue 65: 2109 pp.
- Calado, H., P. Borges, M. Phillips, K. Ng & F. Alves 2011. The Azores archipelago, Portugal: improved understanding of small Island coastal hazards and mitigation measures. *Natural Hazards* 58(1): 427-444.
- Lynn, N. A. & R.D. Brown 2003. Effects of recreational use impacts on hiking experiences in natural areas. *Landscape and Urban Planning* 64 (1/2): 77-87.
- Ventura, M. A., R. E. Queiroz & L. Silva 2013. Pedestrianismo: uma actividade com futuro nos Açores. *Revista Açores magazine* – 28 de Abril: 26-27.