

O Conhecimento Científico do Mar

Ricardo Serrão Santos

IMAR – Instituto do Mar e Departamento de Oceanografia e Pescas da Universidade dos Açores

Resumo

Os mares e oceanos têm um papel vital para a vida do planeta Terra. Para além de fonte importante de recursos vivos, minerais e energéticos têm assegurado a reciclagem e o depósito de numerosos contaminantes com que as sociedades modernas, após a revolução industrial, vêm poluindo os ecossistemas do planeta que habitamos. Deste modo, têm vindo a adiar, mas não a eliminar, cenários de catástrofe ambientais. Os estudos actuais em ciências do mar são assim importantes não só em termos estritamente científicos mas também dada a relevância e urgência social, económica, política e de gestão. Portugal está particularmente bem posicionado para o desenvolvimento e aplicação da investigação naquele domínio científico. Portugal, que detém uma das maiores Zonas Económicas Exclusivas da Europa, na qual grande parte é oceano aberto e mar profundo, tem assim condições especiais, mas também obrigações para desenvolver a investigação em ciências do mar. A investigação científica nacional em ciências do mar, apesar de tardia no âmbito do sistema científico mundial e nacional, tem vindo a fazer progressos acentuados em comparação com outros domínios disciplinares. Na última década, o *ranking* de publicações científicas indexadas internacionalmente em domínios das ciências marinhas passou para o 13º lugar, quando na década passada ocupava o 30º lugar entre os diferentes tópicos identificados pelo portal *Web of Knowledge*. Neste artigo são analisados alguns dos progressos alcançados e encarado com optimismo o progresso científico nacional para o século XXI agora que o país está dotado de uma estratégia nacional para os Oceanos, de uma estratégia nacional para o Mar e que dispõe de dois navios oceanográficos de alto mar e um ROV que pode explorar os oceanos até à profundidade de 6000 metros.

Abstract

The Sea's Scientific Knowledge

The seas and the oceans play a major role as support of life in planet Earth. Besides their importance as source of live, mineral and energy resources, they have secured the recycling and deposit of numerous contaminants produced by the modern societies. In this context, they have been helping with the postponing of an eminent global environmental catastrophe. The modern studies in marine sciences are thus not only of strictly scientific importance but also of societal, economic and management relevance and urgency. Portugal is particularly well positioned to develop research in such scientific domains.

*Portugal has one of the larger Economic Exclusive Zones among the European countries where most of the area is open ocean and deep-sea. Thus the country has special conditions, but also special obligations, in view to develop marine research. Marine research in marine sciences, notwithstanding in the world and national scientific system, has seen marked progress in comparison with other domains. In the last decade Portuguese scientific publications ranked 13rd place among all topics of research identified in the portal *Web of Knowledge*, in comparison with the 30th placed occupied in the previous decade.*

In the present paper I analyse some of the progresses reached. I thereby see with optimism the national scientific progress for the 21st century now that the country is provided with a Ocean Act and a National Strategy for the Sea, and is equipped with two new ocean research ships and a deep-se ROV enable to dive at 6000 metres deep.

Introdução

Nunca é de mais relevar a importância dos mares e oceanos no contexto do planeta Terra. No seu conjunto de mares e oceanos, o grande Oceano é **Primordial**: a vida teve origem nos oceanos onde esteve restringida pelo menos durante 1 a 3 milhões de anos, e contém 32 *fila*, contra apenas 11 nos ambientes terrestres. É **Enorme**: representa 70% da superfície da Terra, 90% do volume da Terra ocupado por vida e tem 170 vezes mais espaço de vida que qualquer outro ambiente da Terra. É **Largamente Desconhecido**: apenas cerca de 0.00001% dos fundos marinhos foram sujeitos a investigações biológicas. É **Incrivelmente diverso**: supõe-se que os oceanos contêm 10 milhões de espécies do macrobentos, 100 milhões de espécies de microbentos (comparados com os 1.7 milhões de espécies até à data descritas para todos os ambientes terrestres).

Os oceanos regulam macro e microprocessos vitais para a vida no Planeta. Eles são o «depósito» onde são reciclados muitos dos gases, incluindo aqueles que são puramente produzidos pelo homem, como os clorofluorcarbonetos que, no entanto, dada a sua inércia química, são emitidos para a atmosfera de forma mais rápida do que aquela com que são absorvidos pelos oceanos. A par da variabilidade da actividade solar, das mudanças orbitais, dos impactes vulcânicos, os oceanos são dos mais importantes reguladores do clima do Planeta.

O facto de a vida ter tido origem nos oceanos, e aí se ter diferenciado isoladamente durante largos milhões de anos antes de ter colonizado a crosta terrestre, contribuiu para a maior diversificação filética nos oceanos. Dos cerca de 35 *phyla* animal actualmente identificados, cerca de 14 são exclusivamente oceânicos, e dois deles só muito recentemente foram descobertos: Loricifera, descoberto em 1983, e Cycloptera, descrito em 1995.

O que é paradigmático é que se desenvolveram no século passado as condições para um enorme salto qualitativo do nosso conhecimento sobre os oceanos, mas a riqueza desse conhecimento é prejudicada pela sua destruição antecipada. Arriscamo-nos a desvendar apenas aquilo que já lá esteve.

O Quadro Europeu

Dado a reconhecida importância dos oceanos em processos vitais para as sociedades humanas o seu estudo, sob os diversos pontos de vista, biológico e físico, tem vindo a ganhar particular relevância no âmbito das estratégias de financiamento internacionais e europeias. Desde há já vários anos que se organiza na Europa a

conferência *EurOcean*. Na reunião de 2004, realizada em Galway, foram definidos os principais desafios para o futuro na área das Ciências e Tecnologias do Mar, assim como o papel essencial que devem desempenhar o Espaço Europeu de Investigação e a proposta da comissão, 7º Programa-Quadro de Investigação (2007-2013), no apoio à excelência a nível mundial na ciência e tecnologia marinhas.

A Declaração de Galway define os objectivos e as problemáticas prioritárias da investigação científica em Ciências do Mar para uma Europa de competitividade. Algumas das prioridades ali assinaladas apontam para: 1) a implementação de uma perspectiva baseada no ecossistema tendo em vista o desenvolvimento sustentável; 2) a integração das novas excitantes descobertas em ciências do mar (e.g. o papel do picoplankton, dos extremófilos dos fundos marinhos e dos micro-organismos do subsolo marinho) para compreendermos como o ecossistema marinho funciona e a sua possível aplicação comercial; 3) a conservação da biodiversidade marinha tendo como base o seu carácter único e objectivos sociais e económicos (e.g. novos compostos bioactivos para a medicina, a farmacêutica e a indústria); 3) a exploração do mar profundo e margens continentais, uma das últimas fronteiras do planeta, tendo em vista descobrir os seus mistérios e aceder aos recursos potenciais.

Apesar de, por vezes, se assumir que as Ciências e Tecnologias do Mar perderam visibilidade e relevância a partir do 5ª Programa Quadro da UE, quando foi dissolvido o sub-programa MAST (acrónimo para *Marine Sciences and Technologies*) e o quadro de investigação em ciências e tecnologias marinhas (C&TM) passou a apresentar uma configuração transversal a várias áreas temáticas, a verdade é que as ciências e tecnologias do mar estão representadas de forma avantajada nas diferentes áreas temáticas.

Uma das componentes mais desconhecidas dos oceanos são os seus fundos marinhos, que passarei a designar por *mar profundo*. O grande interesse científico do mar profundo começou a ser relevado de forma enfática nos documentos estratégicos do *Marine Board* da *European Science Foundation, Navigating the Future* (ESF 2006). Em particular *Navigating the Future III*, destaca as “novas fronteiras das ciências marinhas” (p. 49) onde dá particular ênfase ao mar profundo. A *DG Research* seria promotora em 2007 de uma iniciativa relativa ao balizamento das prioridades da investigação para o mar profundo no âmbito da iniciativa “The Deep-Sea Frontier – Science challenges for a sustainable future” (EC 2007), que se reflectiu nas temáticas do financiamento do 7º PQ da CE. No 7º PQ, as Ciências e Tecnologias do Mar são consideradas como uma área prioritária e transversal onde é dado particular ênfase ao mar profundo. Alguns exemplos do 1º concurso de 2007: “ENV.2007.2.2.1.3. *Habitat-marine species interactions in view of ecosystem based management in the*

deep-sea; ENV.2007.2.2.1.5. Deep Ocean geophysical and biological processes. The work to be undertaken within the perspective of a "Deep-Sea Frontier" ...".

O Quadro Português

Em 2004 concluía-se também em Portugal o processo conducente à Estratégia Nacional para os Oceanos, para a qual tinha sido criada a Comissão Estratégica dos Oceanos presidida pelo jovem e dinâmico jurista Tiago Pitta e Cunha, onde se afirmava *O Oceano como Desígnio Nacional para o Século XXI*. Entre as mais de 250 medidas ali enunciadas, figuravam as prioridades dadas nas Ciências e Tecnologias do Mar em Portugal em particular a necessidade de: 1) adoptar uma gestão integrada do Oceano, incluindo as zonas costeiras; 2) estabelecer um sistema de apoio à decisão orientado à protecção, ao uso e ao desenvolvimento sustentáveis do Oceano e dos seus recursos; 3) promover um quadro coerente de formação e investigação científica e tecnológica na área do Oceano; 4) criar um sistema integrado de recolha de dados, gestão de informação e do conhecimento, e monitorização do Oceano, incluindo as zonas costeiras.

A Estratégia Nacional para os Oceanos, na sua vertente científica, decorria da dinâmica introduzida nos anos 90, década em que, de facto, foram criadas orientações estratégicas sustentadas num importante instrumento financeiro. A baliza deste arranque de tipo novo e o instrumento para a progressão da investigação em C&TM em Portugal foi a criação do Programa Dinamizador das Ciências e Tecnologias do Mar (PDCTM), que teve como principal impulsionador o espírito sagaz e militante incansável das causas do(s) Oceano(s) o Prof. Mário Ruivo. Corria então o ano de 1998 um ano marco na reflexão sobre os oceanos em que se celebrou o Ano Internacional dos Oceanos e a correspondente EXPO'98, ambos também impulsionados por Mário Ruivo.

Por detrás do PDCTM esteve a então criada Comissão Oceanográfica Intersectorial na dependência da Fundação para a Ciência e Tecnologia. O PDCTM estabeleceu como prioridades: 1) O estudo dos processos naturais na Zona Económica Exclusiva (ZEE) e na plataforma continental portuguesa e suas interações com a atmosfera, biosfera e geosfera; 2) O desenvolvimento das bases científicas, metodológicas e técnicas de gestão integrada da zona costeira portuguesa e estuários, com especial atenção aos recursos vivos e à biodiversidade e ainda aos efeitos da poluição, ou de outras formas de degradação ambiental; 3) Os estudos relacionados com a prospecção dos recursos do solo e subsolo marinhos na Zona Económica Exclusiva Nacional (Continente, Açores e Madeira), bem como de possíveis novos campos de

exploração com potencial interesse em diversos domínios, como sejam a biotecnologia e as aplicações nos domínios da farmacologia e da medicina; 4) A criação de bases científicas, metodologias e projectos-piloto de monitorização que contribuam para a estruturação de um sistema nacional e para o Sistema Global de Observação dos Oceanos (GOOS); 5) O desenvolvimento de serviços operacionais de gestão e difusão de informação em Ciências do mar e dados oceanográficos.

Com apoios financeiros substanciais da UE o ministério que tutelava as Ciências e Tecnologias e o seu órgão, a Fundação para a Ciência e Tecnologia, criaram um sistema de bolsas para formação superior que aumentou significativamente a qualidade e competência dos recursos humanos. Isso reflectiu-se de forma particular no ranking da investigação científica relacionada com o mar. Por exemplo, no ranking das publicações científicas incluídas na *Web of Knowledge* (www.isiknowledge.com/) a biologia marinha passou do 30º lugar, que ocupava na década de 90 no panorama das publicações científicas nacionais, para 13º no conjunto dos primeiros 8 anos de século XXI.

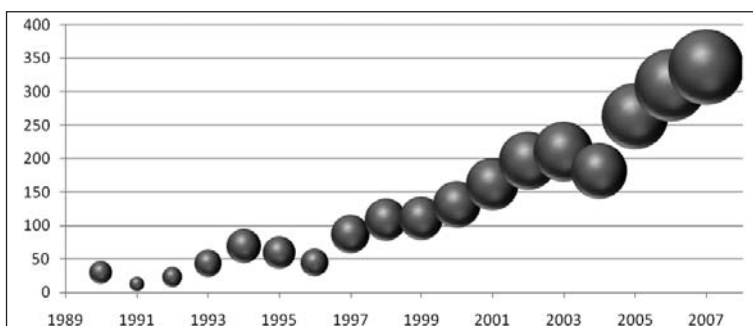


Figura 1 - Evolução anual do número de publicações científicas em “biologia marinha” de autores portugueses entre 1990 e 2007.

Quer a Estratégia Nacional para os Oceanos, quer o documento da Estratégia Nacional para o Mar (CEO, 2004), que lhe seguiria dinamizada pela então criada Estrutura de Missão para os Assuntos do Mar (EMAM, 2007) relevam a importância estratégica nacional da investigação do mar profundo. Esta prioridade está aliás contida no programa do XVII Governo Constitucional (2005-2009) que advoga o interesse em: “1) Desenvolver as iniciativas tendentes ao alargamento da plataforma continental, de acordo com a Convenção das Nações Unidas sobre Direito do Mar, para além das duzentas milhas marítimas; 2) Criar áreas de desenvolvimento especializadas com vantagens comparativas no Mar, nomeadamente no campo da investigação científica e tecnológica e na gestão dos recursos vivos,

valorizando patrimónios únicos como os campos hidrotermais submarinos nos Açores. (pg. 117)

Construir o Conhecimento do Mar Profundo

O Oceano Atlântico e a sua crista média, em particular, albergam uma grande variedade de habitats do mar profundo como os montes submarinos com os seus recifes e jardins de corais frios e colónias massivas de esponjas, vulcões activos e ecossistemas quimossintéticos com formas de vida extrema (extremófilos). Neste sobressam os sulfuretos polimetálicos. Os sulfuretos polimetálicos ocorrem ao longo das dorsais médias oceânicas. Formam chaminés de depósitos minerais trazidos ao nível do solo submarino pela água aquecida que penetrou no subsolo onde se misturou com minerais. Estas crostas contêm alguns metais nobres. Estes sítios, quando activos, albergam comunidades faunísticas quimissintéticas únicas com grande interesse biológico e interesse biotecnológico.

O Mar Profundo

O mar profundo é o domínio dos oceanos para além das 200 milhas de profundidade, uma linha divisória um tanto arbitrária, mas funcional do ponto de vista descritivo. O mar profundo é também aquele que fica para além do acesso directo da luz solar, uma definição de fronteira e transição que deve ser entendida com amplitude.

Este espaço tridimensional dos nossos oceanos foi durante séculos um campo de incógnitas, um gerador de mitos, um reduto de incertezas e indiferença e um desafio desconhecido.

Verticalmente distante, escuro, vasto e sujeito a tremendas pressões barométricas, o fundo dos oceanos é, no entanto, a maior componente do nosso planeta. No século XIX Edward Forbes, um naturalista britânico nascido na Isle of Man, avançou com a *teoria azóica* que postulava que não havia vida no oceano abaixo dos 500 metros de profundidade. Uma teoria que, como tantas outras, obscurecia e adulterava algumas evidências obtidas já naquela época (ca. de 1843). Mas, ainda no século XIX vimos esta hipótese ser refutada após a famosa expedição à volta do mundo do navio inglês *H.M.S. Challenger* que decorreu entre 1872 e 1876. Esta expedição representa o dealbar da oceanografia moderna.

No século XX observaram-se desenvolvimentos notáveis no domínio da investigação dos oceanos, para o que muito contribuíram os progressos na navegação,

nas tecnologias submarinas e na acústica, ocorridas durante a 2ª Guerra Mundial. Multiplicaram-se os cruzeiros científicos e nos anos 60, com o submersível americano *Alvin*, iniciou-se uma nova era da investigação continuada do oceano profundo com acesso a sistemas de visualização. Só nos anos 80 outros submersíveis com capacidades equivalentes (mergulhar abaixo dos 4000 metros de profundidade): o *Nautilus* da França, os MIR da então União Soviética e o *Shinkai* do Japão aparecem em cena. Entretanto, com o desenvolvimento das tecnologias robóticas várias outras plataformas entraram ao serviço das ciências do mar. Assistimos a um despertar simultâneo de alguns domínios das ciências e das tecnologias com implicações particulares na investigação do mar profundo, desembocando na actual era de planificação dos observatórios dos fundos marinhos (Santos *et al.*, 2002; Barriga & Santos 2003; <http://www.ifremer.fr/esonet/index.htm>).

À parte a “curiosidade” científica dos investigadores em ciências da terra e do espaço, e em especial em ciências do mar, o facto é que o mar profundo constituiu, até décadas relativamente recentes, a dimensão abandonada das ciências em geral e da política em particular. O mesmo não significa que o mar profundo, pouco conhecido e pouco visualizado, não estivesse já a ser alvo de impactos assinaláveis, nomeadamente das pescas de profundidade.

Progressos na Investigação: Portugal e o Nordeste Atlântico

Se usarmos como exemplo uma pequena “talhada” do nosso planeta, o Nordeste Atlântico abrangido pela convenção OSPAR, podemos verificar que o mar profundo representa 86% da área desta região, e que 76% da área sob jurisdições nacionais, as chamadas Zonas Económicas Exclusivas, estão abaixo da batimétrica dos 200 metros, enquanto toda a chamada “Área” é “mar profundo”.

De facto, só muito recentemente as questões políticas sobre o mar profundo se começaram a colocar com mais acuidade. Em parte, o interesse adveio da crise nos recursos vivos marinhos das margens ou plataformas continentais e dos recursos minerais clássicos. No caso das pescas assistiu-se a uma migração das frotas das áreas tradicionais para zonas produtivas do mar profundo (Morato *et al.* 2006).

Apesar de as planícies abissais, com as suas características baixas biomassas, significarem a grande componente dos fundos marinhos, o oceano está “semeado” de montanhas que representam oásis de vida.

No Nordeste Atlântico existem numerosas cadeias de montes submarinos, onde ocorrem também importantes habitats como sejam os corais frios e as colónias de esponjas, todos eles recentemente considerados como habitats prioritários no âmbito da

convenção OSPAR e da Conservação da Biodiversidade Biológica. Também nesta região, ocorre um conjunto de ecossistemas hidrotermais de profundidade que são caracterizados por, ao contrário de todos os outros sistemas conhecidos que dependem directa ou indirectamente da fotossíntese, a vida se basear em processos de quimiosíntese, que têm colónias de bactérias na base da cadeia energética (Colaço *et al.* 2002). O interesse científico despertado por estes ecossistemas, caracterizados pela ausência de luz, elevada pressão, actividade vulcânica, baixa taxa de oxigénio, gradientes de temperatura que podem atingir os 350°C, fluidos com baixo pH e altamente ricos em metais pesados, chaminés ricas em importantes minerais, despertou acrescido interesse para a investigação científica. Sem exagero, podemos considerá-los actualmente os ecossistemas do mar profundo mais bem estudados apesar de apenas terem sido descobertos em 1977 no Pacífico e nos anos 80 no Atlântico, ao largo dos Açores.

Portugal, com os arquipélagos dos Açores e da Madeira, tem uma das maiores Zonas Económicas Exclusivas da Europa onde ocorrem algumas das mais importantes cadeias de montes submarinos e os principais campos hidrotermais do Atlântico.

Apesar de Portugal não ter possuído capacidades tecnológicas endógenas para o acesso directo à investigação nestes domínios, i. e. os submersíveis tripulados ou de operação remota, possui uma comunidade científica activa baseada em diversas universidades e institutos que investiu na investigação nestes domínios dando hoje cartas a nível mundial, em particular nos domínios da biologia, ecologia e disciplinas afins.

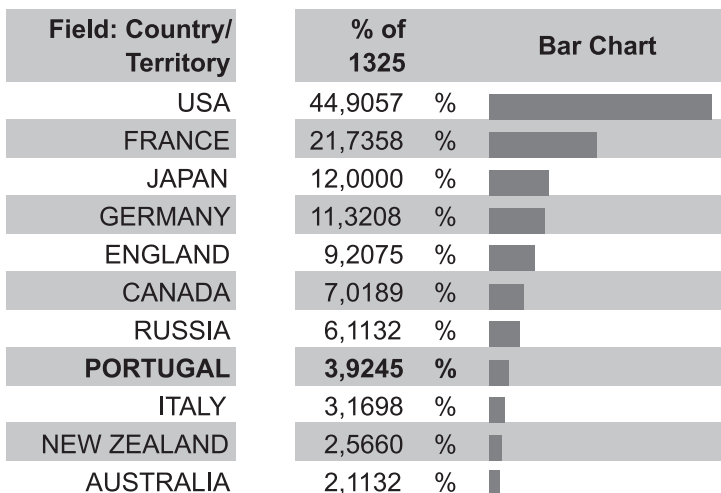


Figura 2 - Ranking dos países em termos de publicações científicas sobre ecossistemas hidrotermais.

Uma análise bibliométrica na *ISI Web of Knowledge* (<http://portal.isiknowledge.com>) mostra que Portugal, que nos anos 90 ocupava o 30º lugar entre os países do mundo no que diz respeito ao estudo das fontes hidrotermais, passou a ocupar, em 2007, a 8ª posição a nível mundial (com 4% das publicações científicas), sendo o 3º nos estudos do género *Bathymodiolus* (com 22% das publicações) e o 1º no estudo da espécie *Bathymodiolus azoricus* (com 58% das publicações). Esta espécie tornou-se um modelo para estudo das adaptações a ecossistemas extremos (Kadar & Powell 2006). É significativo o salto que se deu em Portugal neste domínio que actualmente abrange estudos no âmbito da genómica, proteómica, eco-toxicologia e evolução, entre outros domínios. Parte deste progresso advém de novas capacidades introduzidos pelo laboratório de ecossistemas profundos, LabHorta, e o sistema de jaulas acústicas recuperáveis que vieram abrir à comunidade científica nacional e internacional competências aumentadas de investigação em condições laboratoriais que reproduzem o ambiente natural (Dixon *et al.* 2001).

Portugal é ainda o 8º país do mundo em estudos sobre a Dorsal Médio Atlântica, maioritariamente no domínio da biologia/ecologia e está a ganhar uma dinâmica particular no estudo dos montes submarinos.

Outro aspecto concomitante com a investigação é a contribuição que os biólogos e a investigação biológica têm dado para a implementação de políticas de conservação dos habitats e biodiversidade e da classificação de áreas marinhas protegidas do mar profundo. Portugal, através dos Açores, foi o primeiro país da convenção OSPAR a submeter uma área marinha protegida à rede que está a ser implementada por esta convenção. Trata-se do Banco das Formigas e Dollabarat que se estende até aos 1600 metros de profundidade e que aliás constitui uma das primeiras, senão a primeira, reserva marinha do mar profundo (Brewin *et al.* 2007). Foi ainda o primeiro país daquela convenção a submeter montes submarinos e campos hidrotermais para o mesmo efeito. Ilustrativo é também a designação de uma extensa área na região autónoma dos Açores e da Madeira, praticamente ambas as ZEEs, como zonas livres de arrastos de profundidade e outras artes depredatórias, com o objectivo de proteger habitats prioritários como os corais frios. Esta disposição Europeia (Reg. CE nº 1568/2005) foi baseada na melhor informação biológica disponível (Probert *et al.* 2007).

Portugal, que teve as grandes panorâmicas oceânicas como desígnio, tendo partido para trazer novos mundos ao Mundo, está agora a afirmar-se na exploração tridimensional dos oceanos através da investigação científica de forma particularmente perceptível na investigação biológica dos ecossistemas do mar profundo.

Com uma comunidade científica de aproximadamente 3000 elementos dos quais cerca de 800 doutorados distribuídos por quatro Laboratórios Associados,

três Laboratórios do Estado e mais 10 Centros de Investigação, as capacidades de investigação foram francamente acrescidas com a introdução na frota de dois Navios de Investigação oceanográfica, o NI D. Carlos e o NI Gago Coutinho, geridos pelo Instituto Hidrográfico da Armada Portuguesa. A par destas capacidades foi criada a Estrutura de Missão para a Extensão da Plataforma Continental (EMPEC) que durante mais de 2 anos conduziu o complexo de cartografia dos fundos marinhos tendo em vista o programa de extensão da plataforma continental.

Em 2008, através da EMPEC, Portugal adquiriu um ROV para investigação e exploração científica com capacidade para trabalhar até aos 6000 metros de profundidade. Portugal juntou-se assim ao pequeno grupo de países com capacidade endógena de investigação nas profundezas dos oceanos.



Figura 3 – NRP Gago Coutinho do Instituto Hidrográfico no porto da Horta (Açores), ROV Luso (EMPEC) a bordo do navio e duas imagens dos braços em operação ao largo dos Açores (Outono de 2008) (Fotos: ImagDOP e EMPEC).

Referências

- Barriga, F. & R. S. Santos 2003. The MOMAR Area: a prime candidate for development of a seafloor observatory. 3rd International Workshop on Scientific Use of Submarine Cables and Related Technology, Proceedings: 259-262 [ISIP:000186634900056].
- Brewin, P. E., K. E. Stocks & G. Menezes. 2007. A history of seamount research (Chapter 3): 41-62. In: T. J. Pitcher, T. Morato, P. J. B. Hart, M. R. Clark, N. Haggan & R.S. Santos (Eds.). *Seamounts: Ecology, Fisheries and Conservation*. Blackwell Publishing, Oxford, UK. xxiv + 528pp.

CEO 2004 – *O Oceano: Um Desígnio Nacional para o Século XXI*. Relatório da Comissão Nacional Estratégica dos Oceanos. Parte I – 57 pp. Parte II – 329 pp. Comissão Estratégica dos Oceanos, Lisboa 2004.

Colaço A., Desbruyères D. & Dehairs F., 2002. Nutritional relations of deep-sea hydrothermal fields at the Mid-Atlantic Ridge: a stable isotope approach. *Deep-Sea Research*, 49: 395-412.

Dixon, D. R., P. R. Dando, R. S. Santos, J. P. Gwynn (and the VENTOX Consortium) 2001. Retrievable cages open up new era in deep-sea vent research. *InterRidge News*, 10 (2) 2001: 21-23.

EC 2007. *The Deep-Sea Frontier: Science Challenges for a Sustainable Future*. European Commission. Strasbourg, France: 53 pp.

EMAM 2007. *Estratégia Nacional para o Mar*. Ministério da Defesa Nacional. Estrutura de Missão para os Assuntos do Mar. Lisboa, 33 p.

ESF 2006. *Navigating the Future – III. Updated Synthesis of Perspectives on Marine Science and Technology in Europe*. Marine Board, European Science Foundation. Strasbourg, France: 68 pp.

Kádár, E. & J. J. Powell 2006. Post-capture investigations of hydrothermal vent macro-invertebrates to study adaptations to extreme environments. *Reviews in Environmental Science and Biotechnology*, 5 (2-3): 193-201.

Morato, T., R. Watson, T. J. Pitcher & D. Pauly 2007. Fishing down the deep. *Fish and Fisheries*, 7: 23-33.

Probert, P. K., S. Christiansen, K. M. Gjerde, S. Gubbay & R. S. Santos 2007. Management and conservation of seamounts (Chapter 20): 444-477. In: T. J. Pitcher, T. Morato, P. J. B. Hart, M. R. Clark, N. Haggan & R.S. Santos (Eds.). *Seamounts: Ecology, Fisheries and Conservation*. Blackwell Publishing, Oxford, UK. xxiv + 528 pp.

Santos, R. S., J. Escartin, A. Colaço & A. Adamczewska (Eds.) 2002. Towards planning of seafloor observatory programs for the MAR region (Proceedings of the II MoMAR Workshop). *Arquipélago – Life and Marine Sciences*. Supplement 3: xii + 64 pp. Publisher University of the Azores. Ponta Delgada. (ISBN: 972-8612-11-7)