



ROV's – robots submarinos

Disciplinas intervenientes

Língua Portuguesa, Educação Visual e Tecnológica, Ciências Naturais, Língua Inglesa.

1 Motivação

- Visita ao Instituto Hidrográfico



- Visita a um Veículo de Operação Remota (ROV), ROV-LUSO:
na Estrutura de Missão para a Extensão da Plataforma Continental (EMEPC)



- Requisitar à EMEPC uma sessão educativa com o mini-rov Lusinho



- Exibição do filme Oceano Profundo (volume 5 eps.11) da colecção «O planeta Terra como nunca antes viu» – BBC (à venda na FNAC)





ROV's – robots submarinos

2 Definição do Tema

Sugestão de questões a abordar:

1. Para que servem os ROV's?
2. Quais as aplicações dos mini-rov's e dos rov's? Quais as diferenças?
3. A Exploração do fundo do mar “a ponta do iceberg”.
4. Como é que a tecnologia robótica está a revolucionar o conhecimento dos fundos oceânicos?

Tema: ROV's - robots submarinos

3 Planificação

3.1. Objectivos

- Identificar os diferentes ROV's existentes no nosso país. Distinguir as diferentes capacidades de cada um e potencialidades.
- Identificar as aplicações dos mini-ROV's na sociedade e indústria
- Reflectir sobre :
 - avanço tecnológico vs. preservação do ambiente marinho
 - avanço tecnológico vs. exploração dos recursos marinhos
- Reflectir sobre as potencialidades dos ROV's na exploração científica e exploração dos recursos marinhos do oceano Atlântico



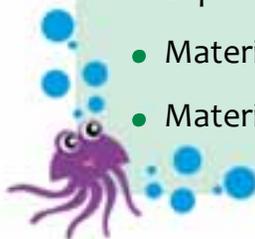
ROV's – robots submarinos

3.2. Materiais

Os materiais terão de ser seleccionados de acordo com todas as iniciativas que se desenvolverão ao longo do projecto, de acordo com os recursos da escola, a imaginação dos intervenientes e o resultado pretendido.

Material para as actividades propostas:

- Bloco de notas
- Lápis
- Material áudio-visual (ex: gravador de voz, máquina fotográfica/ câmara de vídeo)
- Materiais recicláveis, pasta de papel ou outros que permitam criar as maquetas



3.3. Informação de Apoio

O ROV é um veículo subaquático, controlado remotamente, que permite a observação do fundo do mar e de estruturas submarinas. A ligação entre o veículo e a superfície é assegurada por um cabo umbilical que permite a comunicação bidireccional, assim como o transporte de energia para o veículo.

A utilização de um ROV permite operações até grandes profundidades (podem chegar aos 6000m) e durante um período prolongado (dias) nunca conseguido com recurso a mergulhadores. Além disso, permite a realização de operações em águas contaminadas que representam um risco para a vida humana bem como a manipulação de estruturas submersas. São inúmeras as aplicações desta tecnologia que vão desde a investigação marinha em meio hostil, às actividades militares, passando pela indústria de petróleo e gás.





ROV's – robots submarinos

Actualmente, os ROV's também começam a ser utilizados na prospecção e exploração de minérios em oceano profundo.

Informação detalhada sobre ROV's pode ser encontrada em:

Mini-Rov's

<http://www.ac-cess.com/>

<http://www.rovworld.eu/pt.html>

ROV's

<http://www.neptunsubsea.no/subsea-equipment/>

<http://www.argus-rs.no/>

ROV's em Portugal

<http://www.hidrografico.pt/rov-remotely-operated-vehicle.php>

<http://www.emepc.pt>

Institutos de investigação internacionais que possuem ROV's

<http://oceanexplorer.noaa.gov/technology/subs/rov/rov.html>

<http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/o6fire/background/tech/tech.html>

http://www.ifremer.fr/flotte/systemes_sm/engins/victor.htm

<http://www.whoi.edu/oceanus/viewArticle.do?id=54066>

<http://www.whoi.edu/oceanus/viewArticle.do?id=14507>

<http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/o6fire/logs/may10/may10.html>



ROV's – robots submarinos

3.4. Preparação

Consoante as actividades seleccionadas da etapa 4, haverá a necessidade de diferentes metodologias de preparação.

Actividade 1

- Fazer um levantamento de empresas e instituições (ver exemplos de instituições) dos profissionais portugueses que utilizam estes equipamentos
- Elaborar uma lista de profissionais a contactar
- Desenvolver uma ficha para as entrevistas aos profissionais (exemplo: dados pessoais, instituição, local de trabalho, funções desempenhadas, síntese do dia-a-dia a bordo, síntese do trabalho a bordo)
- Leitura dos textos do Anexo 1 (notícias)
- Leitura do texto do Anexo 2 (excerto de um diário náutico)

Actividade 2

- Efectuar a recolha de imagens e de modelos dos ROV's (ver informação de apoio)
- Seleccionar os materiais a utilizar na construção dos ROV's
- Seleccionar a informação técnica e aplicações dos ROV's escolhidos

Exemplos de instituições a contactar (ver lista de contactos):

Pilotos ROV

- Estrutura de Missão para a Extensão da Plataforma Continental (EMEPC)





ROV's – robots submarinos

- Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiente - Universidade do Porto

Cientistas

- Centro de Geofísica da Universidade de Évora
- Centro de Recursos Minerais da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (CREMINER)
- Departamento de Geologia Marinha do Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG)
- Centro de Estudos do Ambiente e do Mar - Universidade de Aveiro
- Estação de Biologia Marinha de Funchal
- Departamento de Oceanografia e Pescas (DOP) - Universidade dos Açores
- Instituto Hidrográfico

4 Desenvolvimento

Propostas de Actividades

1. Entrevistas presenciais a cientistas portugueses que tenham participado em campanhas oceanográficas com ROV's. Preferencialmente efectuar mais do que uma entrevista para os alunos obterem diferentes perspectivas da utilização do equipamento (ex: biólogo marinho, geólogo marinho, geofísico, oceanógrafo).





ROV's – robots submarinos

Entrevista presencial a pilotos de ROV portugueses.



Elaboração de um excerto de diário de bordo de piloto ou cientista com base nas entrevistas, bibliografia e informação de apoio.

2. Elaboração de maquetas de ROV's com materiais diversos e painéis com as características e respectivas aplicações. Atribuição de nome a cada um dos ROV's criados.

5 Sugestões de Produto Final

- Exposição dos trabalhos finais sob a forma de posters ou apresentação oral. Ex: “As diferentes aplicações dos ROV's: quais as usadas em Portugal?” ou “ROV um parceiro na preservação dos oceanos” ou “Um dia com um piloto de ROV”.
- Organização de um seminário para a divulgação da aplicação dos ROV's em Portugal, convidando profissionais relacionados com o tema.
- Criação de um blog ou peça de teatro com o dia-a-dia de um cientista ou piloto de ROV a bordo de um navio.
- Exposição do um Diário de Bordo em vitrinas ou em posters.
- Exposição das maquetas de ROV e respectiva informação. Concurso da maqueta mais criativa.





ROV's – robots submarinos

6 Avaliação

Preenchimento das fichas de auto-avaliação e hetero-avaliação.

Debate na turma acerca da abordagem ao problema, sucesso da divulgação do tema.

Bibliografia

Bohm, H. 1997. Build Your Own Underwater Robot and Other Wet Projects. Westcoast Words.

Christ, R.D. & R. L. Wernli Sr. 2007. The ROV Manual: A User Guide for Observation Class Remotely Operated Vehicles. Elsevier.

Le Pichon, X. 1988. Kaiko - Viagem aos Confins do Oceano. Gradiva Publicações.



Portugal adquire ROV para explorar fundos Oceânicos

A Estrutura de Missão para a Extensão da Plataforma Continental (EMEPC) assinou a 29 de Fevereiro de 2008 o contrato para aquisição de um ROV ("Remotely Operated Vehicle"), modelo Abyss Bathysaurus XL da companhia Norueguesa, Argus Remote Systems AS com capacidade operacional até aos 6000m de profundidade.

O ROV, da classe trabalho, permite efectuar tarefas imprescindíveis para o sucesso da missão, tais como a recolha selectiva e contextualizada geologicamente de amostras geológicas. Paralelamente serve de plataforma para acoplamento de um elevado número de instrumentos científicos, como: parâmetros físicos e químicos da água, câmaras de alta definição HDTV, a amostragem na sub-superfície em rocha e sedimento, sonar e batimetria multi-feixe, medidor de correntes, entre outros.

O ROV permite ainda um avanço em matéria de exploração e prospecção dos fundos oceânicos, tendo em vista a inventariação de recursos e a sua potencial exploração económica. Numa perspectiva aplicada é igualmente possível o acoplamento de equipamentos específicos para operações de engenharia pesada como lançamento de cabos submarinos, inspecção, limpeza e manutenção de infra-estruturas submarinas, podendo igualmente ser utilizado em operações combate à poluição marinha.

Portugal possui as zonas marítimas de maior dimensão da União Europeia, cuja riqueza em biodiversidade e recursos não-vivos é assinalável. Este equipamento representa um avanço tecnológico e científico, essencial no quadro da missão de extensão da plataforma continental, sendo simultaneamente uma mais valia para o país, posicionando-o na linha da frente na investigação científica fundamental e aplicada do domínio oceânico profundo ao permitir o acesso a 99% dos fundos marinhos sob soberania portuguesa.

Fonte – EMEPC, 2009

Portugal

Mar Investigação oceanográfica com meios reforçados

Portugal compra robô submarino que desce aos 6000 metros

O país junta-se ao exclusivo clube de possuidores de submarinos de grande profundidade e passa a poder explorar o fundo de toda a sua ZEE

Teresa Firmino

Portugal juntou-se ao restrito clube mundial dos países com robôs submarinos que mergulham a 6000 metros. O ministro da Defesa, Nuno Severiano Teixeira, assinou a 21 de Fevereiro o despacho que autorizou a compra do aparelho, que está a ser construído pela empresa norueguesa Argon Remote Systems. O contrato de compra foi assinado anteriormente, sexta-feira, em Bergen, na Noruega.

Portugal passa a ser um dos poucos países do mundo com um veículo de operação remota (ROV) capaz de atingir essas profundidades oceânicas. A partir de agora, não só o fundo do mar de toda a Zona Económica Exclusiva (ZEE), como o da futura área que vier a estar sob jurisdição de Portugal na sequência da extensão da plataforma continental, ficará ao alcance directo dos cientistas portugueses.

Fontes hidrotermais e acidentes

Uma das áreas que passam a estar ao alcance directo dos investigadores são as fontes hidrotermais de profundidade dos Açores, únicas na Europa, onde existem formas de vida adaptadas a condições extremas. Al podem estudar moléculas úteis à Medicina e indústria ou recursos minerais. Têm sido visitadas anualmente por navios, submarinos e ROV estrangeiros, desde a descoberta das primeiras fontes dos Açores, em 1992. "Portugal deixa de estar dependente dos outros para investigar as fontes hidrotermais. Deixa de ser um passageiro das missões científicas estrangeiras, para ser o actor principal", sublinha Pinto de Abreu, chefe da Estrutura de Missão para a Extensão da Plataforma Continental.

Além da investigação científica e prospeção de recursos naturais, o novo ROV poderá ainda entrar em acção em caso de acidentes com navios (o petroleiro Prestige, afundado em 2002, ao largo da Galiza, foi inspecionado por um ROV norueguês). **TF**

O ROV não é tripulado: estará ligado por um cordão umbilical a um navio, de onde será comandado à distância, e por onde se acederá em tempo real à informação recolhida.

O aparelho foi comprado por cerca de três milhões de euros, pela Estrutura de Missão para a Extensão da Plataforma Continental (EMEPC) um grupo científico, na dependência do ministro da Defesa, incumbido de provar que a parte continental do território português se prolonga para além das 200 milhas náuticas da zona económica exclusiva.

Se a prova for convincente, Portugal poderá alargar-se — mas apenas pelo leito e subsolo oceânicos, tal como estabelece a Lei do Mar das Nações Unidas. Enquanto na ZEE os países podem explorar o que existe na coluna de água e no solo e subsolo do mar, na plataforma continental alargada "apenas" terão jurisdição sobre os recursos do solo e subsolo, seja petróleo, gás, metais ou recursos biológicos e genéticos com aplicações farmacêuticas e industriais.

Até 13 de Maio de 2009, o projecto de extensão da plataforma portuguesa terá de estar concluído: a documentação científica terá de ser entregue na Comissão de Limites da Plataforma Continental, criada pela Lei do Mar.

Desde meados de 2005 que a EMEPC trabalha no alargamento do chão marinho, reunindo dados geológicos, geofísicos, hidrográficos, sísmicos, entre outros, que provem que a plataforma se prolonga, efectivamente, para lá das 200 milhas. Para isso, é preciso saber onde é que os fundos marinhos deixam de ter características continentais e começam a ter características oceânicas. Mas determinar onde se situa essa transição não é fácil e exige inúmeros levantamentos oceanográficos, em redor da ZEE de Portugal Continental, da Madeira e dos Açores. Esses levantamentos têm sido feitos pelos navios oceanográficos *D. Garkar I* e *Gago Coutinho*, da Marinha, e por navios fretados ao estrangeiro.

Olhos e mãos lá em baixo

A ideia de comprar um ROV surgiu depois de uma missão oceanográfica nos Açores, em Maio de 2007: "Ficámos animados com os resultados, mas chegámos à conclusão de que precisaríamos de outros tipos de amostras para a proposta de extensão da pla-

O navio oceanográfico Gago Coutinho é um dos que irão operar o novo submarino



taforma", conta o chefe da EMEPC, Manuel Pinto de Abreu.

Orientada para a recolha de amostras geológicas e geofísicas, nessa campanha arrastou-se um balde metálico pelo leito do mar que, ao fim de umas quantas milhas, lá sendo içado para o navio. "Uma indefinição desta sobre o local das amostras não é boa para fundamentar a proposta de extensão da nossa plataforma. Poderemos estar a cometer erros sobre o contexto geológico das amostras."

Um ROV resolveria o problema, porque seria como ter olhos e mãos lá em baixo: poderiam ver-se as amostras a apanhar, tirar fotos ao local e saber o sítio exacto da recolha, refere Pinto de Abreu.

A equipa fez então as contas ao custo de uma missão com um ROV naquele zona, a Sul dos Açores, e concluiu que a compra sairia mais barata do que o aluguer. Por dia, o aluguer custaria 100 mil euros: "Se tudo correr bem, precisaríamos de 45 dias de trabalho. Assim, pagamos dinheiro e ficamos com o ROV".

O veículo deverá ser entregue em Agosto e o baptismo de mar está previsto ainda para 2008. "Decidimos comprar um ROV de 6000 metros, porque permitirá ir a todos os buracos do espaço de interesse nacional. Com este equipamento, a comunidade científica nacional vai poder ir onde quiser", diz Pinto de Abreu. Até agora, os ROV em institui-

BI do ROV português

Nome comercial: Argon Bathyscafer X2, derivado do nome da empresa construtora e da designação científica de peixe-lagarto de águas profundas. X2 é o veículo para grandes profundidades.

Nome português: Ainda não tem, mas a equipa quer ter apenas nos próximos anos. Já lançou um concurso de nomes para o novo veículo, em que o vencedor terá a palavra para nomear o veículo com o ROV.

Dimensões: 1 metro de comprimento, 1,30 de largura e 1,80 de altura.

Peso: Mais de duas toneladas. Tudo o que serviria ao seu propósito, desde o próprio veículo até ao sistema de comando e controlo, cabe neste veículo X2, pelo que o ROV pode ser utilizado em qualquer parte.

Sistema de controlo: Câmara digital de alta definição, motor, luzes com abajuro de 30 a 32 metros, duas frações empilháveis em T-tubo para cargas até 100 quilos, querubim para amostras de água, aparelho de medição da condutividade, temperatura e profundidade, medidor das correntes, aparelho biológico, corais para recolha de amostras, instrumentos científicos para amostras geológicas e um ecrã em 3D para o operador.



ções científicas portuguesas ficavam-se pelas cerca de 500 metros, como o do Instituto Hidrográfico.

Se se optasse por um ROV de 4000 metros, grande parte das profundezas da ZEE portuguesa continuaria fora de alcance do robô. Mas o veículo escolhido permitirá visitar 97 por cento do fundo oceânico da Terra. "Uma das questões que se punha era: 'Então e a nossa capacidade de exploração do mar?'. Já está clara", diz Pinto de Abreu. "Passamos a estar num clube muito restrito relativamente aos países que chegam a essas profundidades." França, Noruega, Alemanha, Reino Unido, EUA e Japão são os outros países que, oficialmente, têm robôs submarinos para 6000 metros.

Nos próximos anos, o ROV português será utilizado principalmente no projecto de extensão da plataforma, que, depois de analisado pela Comissão de Limites da Plataforma Continental, deverá estar encerrado em definitivo por volta de 2012, nas previsões de Pinto de Abreu. Até lá, a comunidade científica será convidada a dizer que dados gostaria de ver recolhidos pelo robô: sempre que for possível, nas missões da EMEPC, os pedidos serão atendidos, garante o seu responsável.

Quando terminar o projecto da plataforma, o que acontecerá ao ROV? "Há de ser entregue a uma entidade nacional no âmbito do mar", responde Pinto de Abreu.



Oceanografia tem tido um progresso acidentado Os regressos de Portugal ao mar

Teresa Firmino

A aposta na investigação marítima está presente desde sempre no discurso, mas nem sempre na prática

• A oceanógrafa Isabel Âmbur é a mais desencantada, quando olha para o propalado regresso de Portugal ao mar ao longo dos últimos 30 anos. De dez em dez anos, esse regresso é anunciado e depois pouco sai do papel, lamenta a cientista, directora do Instituto de Oceanografia da Universidade de Lisboa. Outros, como o oceanógrafo Manuel Pinto de Abreu, chefe da Estrutura de Missão para a Extensão da Plataforma Continental, consideram que, apesar de tudo, nos últimos dez anos, começámos a regressar ao mar.

Quando se pergunta a Isabel Âmbur que falsas partidas se fizeram para o mar, responde: "Foram muitas. Desde sempre se diz que o mar é muito importante para o nosso país e que temos a maior Zona Económica Exclusiva da Europa. Depois, ficamos por aí".

Para o demonstrar, cita as reuniões de cientistas e decisores políticos, nos últimos 30 anos, em que se fez um diagnóstico das ciências marinhas e se apresentaram prioridades. Ressalta o tal padrão da década: em Maio de 1979, foi o Simpósio Nacional de Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento; em Maio de 1987, foram as Jornadas Nacionais de Investigação Científica e Tecnológica; em 1998, foi o Programa Dinamizador das Ciências e Tecnologias do Mar; em 2006, foi



José Mariano Gago

aprovada pelo Governo a Estratégia Nacional para o Mar.

"As pessoas juntam-se, apresentam conclusões e depois passam-se dez anos e voltam-se a fazer as mesmas coisas, chega-se às mesmas conclusões e prioridades. Mas depois não se avança, não há vontade política", diz Isabel Âmbur.

O Programa Dinamizador foi uma dessas boas intenções que, na opinião da oceanógrafa, acabaram em falsa partida. Anunciado com pompa no Ano Internacional dos Oceanos, em 1998, como reforço financeiro da investigação nesta área, foi Mariano Gago tentado ministro da Ciência, como agora quem o lançou. Financiou 29 projectos, no valor de nove milhões de euros, executados entre 2000 e 2004, informa João Sentieiro, presidente da Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT).

"Foi um programa importante, talvez uma das vezes em que se tomou mais a sério a investigação do mar", diz Isabel Âmbur. Mas o concurso para

os cientistas submeterem os seus projectos a financiamento só abriu uma vez, em 1999. "Foi um conceito interessante. Para o que existia na época, os financiamentos do programa eram bons", considera também o biólogo Ricardo Serrão Santos, director do Departamento de Oceanografia e Pescas da Universidade dos Açores.

Mas mesmo algumas áreas que esse programa pretendia "dinamizar", numa segunda fase, nunca chegaram a ser financiadas, recorda Isabel Âmbur: é o caso da observação sistemática dos oceanos e da gestão de dados. Também Pinto de Abreu considera fundamental uma base de dados que listasse as recolhas feitas e o seu tipo. Essa, diz Pinto de Abreu, está entre as "boas iniciativas, mas que não tiveram o desenvolvimento que deveriam ter tido".

Mé os projectos de ciências e tecnologias do mar submetidos aos concursos "normais" abertos pela FCT estiveram sem resposta um ano e meio, que só chegou este mês de Fevereiro, lamenta Isabel Âmbur, pelo que as equipas estiveram esse tempo sem saber se teriam dinheiro. Financiar as ciências do mar não é a prioridade actual, refere Ricardo Santos, que se queria de que o dinheiro está a ser dado à tecnologia.

"Depois do Programa Dinamizador, houve inúmeros projectos financiados pela fundação", frisa ainda Sentieiro (66 projectos receberam cinco milhões de euros, entre 2000 e 2006, e outros 53 receberam desde 2005 quatro milhões de euros). E os 43 projectos de ciências e tecnologias do mar aprovados em 2008 ascenderam a um total de 6,73 milhões de euros.

Os ROV e submarinos de grande profundidade que andam por aí

Argus Abyss Bathysaurus (Noruega) - Fabricado em 2004, este veículo de operação remota (ROV), capaz de descer a 6000 metros no mar, é operado pela Universidade de Bergen e pelo Instituto de Investigação Marinha.



Isis (Reino Unido) - Construído em 2003 pela Instituição Oceanográfica Woods Hole, nos EUA, é operado pelo Centro Nacional de Oceanografia britânico. Vai a 6500 metros. Em Maio de 2007, este ROV esteve entre o Sul de Portugal e o golfo de Cádiz, a investigar vulcões de lama (emanações de metano com sedimentos).

Kiel 6000 (Alemanha) - De fabrico norte-americano, este ROV de 6000 metros pertence ao Instituto de Ciências Marinhas Leibniz da Universidade de Kiel. Já o Centro de Investigação

das Margens Oceânicas opera o Quest 5, de 4000 metros, que é da Universidade de Bremen.

Victor 6000 (França) - Desenvolvido pelo Instituto Francês de Investigação e Exploração do Mar (Ifremer), este ROV de 6000 metros fez a primeira missão científica em águas portuguesas, em 1998, vistos as fontes hidrotermais de profundidade dos Açores.

Kaiko 7000 (Japão) - Na posse deste ROV desde 2004, a Agência para as Ciências e Tecnologias Marinhas e da Terra do Japão (Jamstec) consegue ir a 7000 metros. É dos veículos que mais fundo mergulham.

Jason (EUA) - Fabricado em 1988 pela Instituição Oceanográfica Woods Hole. À qual pertence, este ROV desce a 6500 metros. Fez centenas de mergulhos em fontes hidrotermais do Pacífico, Atlântico e Índico. Em 2002, lançou-se uma versão melhorada do Jason.

Ropos (Canadá) - Desenvolvido com fundos do Departamento de Pescas, Oceanos e Recursos

Naturais do Canadá, este ROV de 5000 metros é agora gerido pelo Instituto de Submersíveis Científicos Canadianos, organização criada por um grupo de cientistas.

Hercules (EUA) - Construído para o Instituto de Exploração, fundado pelo famoso explorador americano Robert Ballard, este ROV, que desce a 4000 metros, começou por ser aplicado em 2003 em prospecções arqueológicas no fundo do mar. Agora também serve para estudos de Geologia e Biologia marinhas.

Tiberon (EUA) - Concebido e fabricado pelo Instituto de Investigação do Aquário da Baía de Monterey, fez o mergulho de baptismo em 1997. Pode ir a 4000 metros.



de Oceanografia de P. P. Shubov, de Moscovo, foram notícia em 2007, por terem mergulhado por baixo dos gelos do Ártico; nessa viagem inédita, puseram a bandeira da Rússia no fundo do mar e reclamaram simbolicamente como russa essa parte da plataforma continental, onde se suspeita haver petróleo e recursos minerais.



Nautile (França) - É uma estrela entre os submersíveis, por ter visitado, desde que ficou pronto, em 1985, paragens oceânicas como as fontes hidrotermais (incluindo as dos Açores) e os destroços do Titanic. Ao serviço do Ifremer, que o construiu, desce até 6000 metros com três ocupantes.

Alvin (EUA) - O decano dos submersíveis científicos de grande profundidade, construído em 1964 e pertencente à Marinha, é operado pela Instituição Oceanográfica Woods Hole. Teve entretanto várias melhorias.

Leva três ocupantes a 4500 metros, pelo que atinge quase 63 por cento do leito oceânico. Entre os locais famosos visitados, estão as primeiras fontes hidrotermais descobertas em profundidade (nos anos 70, no Pacífico). Já esteve nas fontes dos Açores.



Shinkai 6500 (Japão) - Dos veículos tripulados, é o que mergulha a maiores profundidades, indo a 6500 metros com três ocupantes. Foi concluído em 1990 e está ao serviço do Jamstec.





ROV's – robots submarinos

Submersível mergulha nas profundezas

Pela primeira vez em mais do que uma década, os cientistas alcançaram as zonas mais profundas do Oceano Pacífico. O veículo de operação remota Nereus mergulhou no dia 31 de Maio, a 10,902m de profundidade até ao fundo do “Challenger Deep” na fossa das Marianas.

Esta é a primeira visita a este local desde a visita do ROV japonês Kaiko em 1998. Nereus, construído por investigadores do Instituto Oceanográfico Woods Hole de Massachusetts (ver Nature 437, 612 – 613; 2005), mergulhou durante 10h lançado do navio de investigação Kilo Moana, para a recolha de amostras e envio de imagens do fundo do mar (ver imagem ao lado).



In Nature Vol 459, 11 Junho 2009



Exerto do Diário de Bordo “Kaiko - viagens aos confins do oceano”

Quinta-feira, 13 de Junho

As cartas meteorológicas indicam que a depressão, aparecida ontem, continua a aproximar-se de nós a 30 km/h, devendo passar a sul da nossa posição lá para a tardinha. O mar está um pouco agitado, mas ainda dominável: o vento sopra a 20 nós. Teremos sem dúvida tempo de efectuar o mergulho antes que o mar se torne mais zangado, visto esta depressão não parecer perigosa. A carta enviada por satélite fala em avisos de golpes de vento, mas sem atingir o nível de alerta superior. *Gale warning*, aviso de tempestade. Canoe, às 7 h da manhã, põe a sonda a funcionar, passando o navio a efectuar passagens de reconhecimento sobre a zona norte do canhão de Tenryu, no ponto onde se efectuará o mergulho. Não se trata de levantar uma carta batimétrica (que já foi feita no ano passado de maneira muito precisa), mas de referenciar, reportando-nos precisamente a essa carta, a posição exacta de escarpas características, o que se faz pelo sistema Loran de radionavegação, que nos permitirá em seguida depositar nos locais exactos as balizas acústicas necessárias à navegação do submarino sobre o fundo. Operações de rotina antes de se iniciar o trabalho sobre uma nova zona.

São necessários a Canoe três passos para decidir que a rede Loran se desvia, em relação às coordenadas geográficas reais, cerca de 400 m para sul e 300 m para oeste. Esta é, portanto, a correcção que temos de introduzir para nos situarmos na carta batimétrica levantada pelo *Jean-Charcot* e graças à qual beneficiamos de um posicionamento apoiado em medidas muito precisas a partir de uma rede de satélites da marinha americana. É efectivamente muito importante poder guiar o submarino sobre um objectivo com precisão superior a 100 m. Caso contrário, será fácil falhar o objectivo.

Depois de efectuada a correcção da rede Loran, enviamos para o fundo duas balizas acústicas para podermos seguir a progressão do submarino no canhão. É Guy Leclère, responsável



pela navegação acústica, quem se ocupa com esta operação, mais longa do que habitualmente. O submarino fica pronto às 10 horas, mas só ao meio-dia o sistema de navegação permite que se dê início ao mergulho.

Michel Faure já envergou o fato de mergulho. Baixo, seco, cabelos abundantes e olhar penetrante sob sobrancelhas emaranhadas, uma ponta do acento cantante do Midi na voz, Michel parece ter a robustez das pequenas e nodosas oliveiras enraizadas nas encostas das montanhas da sua terra. As montanhas, eis a sua especialidade. Na verdade, Michel é um entusiasta da geologia, que trabalha desde há quatro anos a decifrar as complexidades da geologia do Japão. Ganhou um amor apaixonado por este país, tendo mesmo encontrado uma esposa japonesa. Ambiciona instalar-se um dia na pequena vila onde habita a família de sua mulher. Jacques Charvet, com o seu sentido da fórmula lapidar e sintética, diz que Michel Faure se «tatamizou»¹. É evidente a alegria que ele sente por mergulhar, embora não ignore as dificuldades que o esperam: trata-se de se infiltrar nas estreitas gargantas encaixadas no canhão e tentar reconhecer nelas os traços das deformações sofridas quando o bordo da fossa de Nankai estava muito mais próximo. Então o que é agora rocha sólida não passava de lama muito fluida prestes a perder líquido devido à compressão a que se encontrava submetida... Podemos, portanto, dizer que Michel Faure vai efectuar um corte através do passado de um prisma de acreção.

Ao meio-dia, Jean Iiyama, que escuta a rádio da Segurança Nacional de Nagoya, capta um aviso de rajadas, o que leva Canoe a retardar uma hora o momento de mergulho, e, se o vento continuar a refrescar, o mergulho será anulado. Se isto não acontecer, concluiremos que a depressão passa a sul o bastante para nos afectar só marginalmente. Na pior das hipóteses, teremos tempo para fazer subir o *Nautile* antes que o mar se enfureça francamente. Nesta época do ano as coisas não se passam como em Setembro ou Outubro, com os ciclones. Conforme nos explicaram, as degradações do estado do tempo são

¹ Espécie de trocadilho com a palavra japonesa «tatami», tapete, querendo-se com ele dizer mais ou menos que Michel se deixara «enrolar», ou melhor, «japonizar». (N. do T.)



progressivas. O piloto Sciarrone e o co-piloto Triger recebem, portanto, a ordem formal de se manterem atentos ao telefone acústico para obedecerem instantaneamente ao comando de subida.

Às 13 horas o vento abrandou e não passa dos 17 nós. Todavia, Jean Iiyama, que continua a escutar a rádio japonesa, confirma os avisos de rajadas, o que não impede Canoe de manter a sua decisão. Vem-me prevenir no salão, aonde fora almoçar, já sem esperanças de se efectuar o mergulho. «Creio ser possível mergulhar: não podemos dar-nos ao luxo de perder mais um dia.» Assim, a tripulação embarca e o *Nautile* é lançado ao mar. Apesar de a depressão ter tomado uma ominosa forma de pêra, não fiquei particularmente inquieto, pois ela não cavou muito e o vento continua moderado. De resto, tudo parece passar-se bem. Mais me afligia a pontaria do ponto de mergulho entre as paredes abruptas do canhão; no entanto, o submarino foi pousar exactamente no ponto escolhido, após o que se encaminhou sem demora para a parede escarpada, do outro lado do canhão, no meio dos numerosos blocos ali espalhados pelos aluimentos que periodicamente vêm do continente.

Pelas 14 h e 15, enquanto o *Nautile* se aproxima do fundo, a carta meteorológica transmitida por satélite anuncia um alerta de tempestade, com vento a ultrapassar os trinta e cinco nós. A depressão cavou até 996 milibares. Ainda não é excessivo, mas já inquieta. Canoe decide mandar subir ao menor sinal de agravamento. O que acontece às 14 h 58, com uma rajada que leva o vento a mais de vinte nós. Será uma rajada isolada? Canoe pede ao submarino para se dirigir para a parede o mais depressa possível, antes da subida. Mas, três minutos mais tarde, ficamos seguros de que a rajada não era isolada, e o vento estabelece-se nos vinte e sete nós. O mar começa a cavar e cobre-se dos estuporados carneiros brancos. O *Nautile* recebe ordem de subida imediata. Guy Sciarrone larga o lasto, pelas 16 horas estarão à superfície. «Sayonara», diz Miguel Faure ao canhão, acrescentando, ainda em japonês, «espera-me, eu voltarei». Por ora, ainda é razoável pensar que a recuperação do submarino se processe sem demasiadas acrobacias, desde que o vento não ultrapasse os trinta e cinco nós. A outra solução teria sido deixar o submarino no fundo, a aguardar melhoria do tempo.



As reservas de oxigénio, soda cáustica (que absorve o anidrido carbónico), alimentos, água e vestuário de reforço contra o frio permitiam-lhe aguentar uma vigília de seis dias. Evidentemente, a opção entre uma e outra das soluções não era nada fácil: na subida imediata corria-se o risco de a tempestade se agravar entretanto; na permanência no fundo o risco era o de a tempestade se manter por mais de seis dias. Nestes casos, é preciso decidir em alguns segundos. Canoe, a quem compete a responsabilidade da decisão, não hesita. O *Nautile* vai subir.

À superfície, a situação piora muito depressa. Desde as 15 h 20 que o vento se estabeleceu nos 30 nós, com rajadas a atingir os 45 nós. O mar está assustador, com vagas impressionantes, que só a chuva diluviana que cai consegue aplacar um pouco. Na ponte crispam-se as faces, ninguém fala. Todos os olhares estão fixos no anemómetro, mas não é preciso o aparelho para percebermos que o vento aumenta de minuto a minuto. Conseguiremos avistar a minúscula mancha amarela do *Nautile* quando chegar à superfície, no meio destas ondas que atingem já 5 m, dos salpicos que espirram por toda a parte e reduzem a visibilidade a 300 m?

Jean-François Drogou traz o goniómetro que permite determinar a direcção em que se encontra o submarino. O oficial de quarto, Jean-Claude Desgrous, corre a ponte a grandes passadas, ansioso por avistar o *Nautile*. Postamo-nos de modo a cobrirmos visualmente todo o campo à frente, já que o submarino deverá atingir a superfície cerca de 300 m à nossa frente às 16 h 5. «Cem metros, o *Nautile*, está a cem metros», anuncia Guy Leclère. O vento atinge já os 45 nós, a ondulação ultrapassa os 6 m. Em uma hora, o mar tornou-se furioso, a sua cólera aterroriza. Como o submarino flutua quase totalmente mergulhado, temos de o localizar no instante em que, graças à velocidade ascensional, fure a superfície. «Avistado a estibordo.» Por sorte, o *Nautile* está ali, a menos de 200 m a estibordo. Instantaneamente, passou da calma das profundidades para a agitação da superfície, e dança como uma rolha no meio das ondas. O escaler partiu, conduzindo os mergulhadores. Com grande dificuldade, navega contra o mar e o vento. Porém, um quarto de hora mais tarde, o reboque foi preso e o *Nautile* instala-se na esteira do *Nadir*.



Canoe dirige a manobra à ré, que se afunda nas ondas, num gigantesco movimento de ascensor que, no momento, deve aproximar-se dos 10 m. De cada vez, o mar entra e corre sobre o convés. De repente, o novo guia do cabo, colocado em Ximizu, é arrancado, o cabo de reboque chicoteia violentamente. O vento sopra a 50 nós, atingindo os 60 (110 Km/h) nas rajadas. Uiva nas superestruturas do *Nadir* e levanta uma toalha de espuma. A recuperação parece impossível. Da ponte, que o mar começa a atingir, vejo subitamente uma das placas amarelas da querenha do *Nautilus* ser levada pelo mar e afundar-se imediatamente.

Canoe, solidamente fincado nas pernas e empunhando o microfone, dirige a manobra, na tentativa de recuperar o submarino. Primeiro, é preciso recolocar o reboque axial no eixo e aproximar o submarino, antes de os mergulhadores se lançarem ao mar, para prenderem os falsos braços de cada lado do *Nautilus*, os quais o impedirão de balançar quando for içado.

Na ponte, o comandante toma a direcção da manobra e Maurice Gromil, chamado Momo, assume o comando da navegação. Canoe exige que o navio reduza a velocidade para que os mergulhadores se lancem à água e possam vencer a corrente. «Isso não é possível, Sr. Kientzy», respondeu Gromil pelo interfone, «não posso reduzir mais.» De facto, o *Nadir* perderia a capacidade de manobra, ficaria atravessado em relação à ondulação e seria a tragédia. Finalmente, às 17 horas, o *Nautilus* fica em posição e os três mergulhadores partem no escaler. São Jean-Louis Bernerd, Christian Le Guern e Pierre-Yves Le Bigot. O escaler é conduzido até perto do *Nautilus* e os mergulhadores lançam-se à água para tentar prender os falsos braços, evitando ao mesmo tempo as terríveis cacetadas da proa do submarino. Em extrema dificuldade para vencer a corrente, conseguem mesmo assim colocar os falsos braços de bombordo, após o que são obrigados a abandonar por esgotamento e regressam ao escaler. Torna-se claro que a recuperação do *Nautilus* não é possível enquanto a tempestade durar. Será melhor esperar em vez de correr o grande risco de o esmigalhar de encontro ao pórtico ou sobre o convés.

Às 17 h 18 é dada a ordem de arriar o cabo axial para deixar o submarino a reboque até que a situação melhore. Pela rádio damos a notícia aos tripulantes do *Nautilus*. Resta, por



agora, recolher o escaler e os seus ocupantes, o que não vai ser fácil, desfeito como está o mar. Canoe decide recebê-los a bordo, um pouco mais protegido do vento. Para isso, instala-se a escada, por onde subirão os primeiros, em seguida o escaler será içado pela grua com os dois últimos. À primeira passagem, Patrick Cheilan, que seguira como voluntário para governar o motor fora da borda, consegue agarrar a escada e sobe... Depois, é a vez de Le Guern e Le Bigot, ao acaso das vagas, que tão depressa põem a escada 4–5 m mais acima como ao nível do escaler. Jean-Louis Bernerd acaba por ficar sozinho no escaler, agora perigosamente aliviado à proa. Jean-Louis afasta-se um pouco para se aproximar de novo, na esperança de enganchar o escaler à grua. Contra a ondulação, o escaler deslastrado eleva a proa quase até à vertical. De cada vez, para-se-nos o coração, impotentes para lhe prestar qualquer auxílio. Se cai ao mar, Bernerd está perdido. Com tal agitação e o submarino a reboque, o *Nadir* não pode manobrar; e a visibilidade é tão limitada...

A primeira tentativa falha por Bernerd ter sido obrigado a abandonar o comando do motor para procurar prender o escaler ao gancho da grua. Le Bigot volta a descer a escada e salta para o escaler. Assim, será ele a tentar o engate, enquanto Bernerd fica ao motor. Caramba, conseguiu! Com um movimento de balanço, a grua arranca ao mar o escaler, mas este, já no ar, bascula e vira-se. Os dois homens têm o reflexo de se agarrarem à amarra que rodeia o barco. Tudo se passa num instante. O escaler suspenso do gancho e os dois homens presos à amarra... «Vira, vira!» A grua deposita a sua carga humana no convés. Evidentemente, as três garrafas de oxigénio, as máscaras e as barbatanas dos mergulhadores perderam-se no mar.

Ninguém desapareceu, ninguém está ferido. Todos pensamos que, em certo sentido, isto é já um milagre. O pior foi, em várias ocasiões, evitado mesmo à justa. À popa, os homens tentam segurar o cabo de reboque axial e mantê-lo no eixo. De súbito, os dois falsos braços quebram e chicoteiam no convés. Felizmente, ainda desta vez ninguém fica ferido.

A longa espera vai começar. O *Nadir*, de capa, avança a um nó e meio contra o vento e a ondulação, rebocando o *Nautile*, que mergulha e desaparece a cada onda que por ele passa.



Para maior segurança, ficará permanentemente à ré um homem, a vigiar o *Nautile* e o cabo de reboque.

Na ponte, a atmosfera é pesada, cada qual sente-se ligado ao cabo como se ele fosse o próprio cordão umbilical. A agonia, que rói as entranhas, é visível em muitas caras. O reboque aguentará? O *Nautile* não verá a sua superestrutura desagregar-se no mar? A noite anuncia-se longa, cada um sente-se por completo impotente ante uma situação que o ultrapassa. Nada mais há a fazer do que esperar.

Hora a hora, estabelece-se um contacto via rádio com o *Nautile* para nos assegurarmos de que os seus tripulantes mantêm a taxa necessária de oxigénio e não descuram a renovação da soda cáustica, indispensável à eliminação do gás carbónico. Mas também para lhes dar apoio moral, lembrando-lhes que não estão isolados. É Guy Sciarrone quem nos responde. A situação não é nada brilhante, segundo nos diz. Sabe-se que Pierre Triger enoja com facilidade. Como se comportará Michel Faure, que realizou o seu primeiro mergulho e, além disso, não tem viajado muito de barco?

Na obscuridade da ponte, diviso, pela vidraça de trás, o anemómetro, o fraco piscar do *flash* do *Nautile*, quando ele não está submerso, e também o cabo, que se estica como um elástico consoante o balanço longitudinal do *Nadir*. Canoe, espicado sobre as pernas afastadas, não o larga de vista e assim permanecerá toda a noite. Um a um, todos vão passando pela ponte. Uns confidenciam-me que não conseguem adormecer, a pensar nos camaradas encerrados no submarino. «Fizemos tudo o que pudemos.», diz-me Christian Le Guern, um dos mergulhadores. «Agora só nos resta orar por eles.», declara-me outro.

Uma vez mais, as dificuldades fizeram brotar a solidariedade. Cada um dos mergulhadores correu os maiores riscos, sem palavras, sem discussão, na tentativa de salvar os do submarino. Mas a empresa estava de antemão condenada e recordo-me da exclamação de um alemão, em Sedan, admirado com a carga suicida da cavalaria francesa: «Ah, os bravos tipos!» É verdade, é a única coisa que posso dizer no meio desta expectativa angustiante: «Ah, os bravos tipos!»