

## **BATIMETRIA COM SUBMERGÍVEL AUTÔNOMO**

### **Autoria do original:**

Pascual Bolufer - Físico - Instituto Químico de Sarriá.

Revista Internacional de Ciencia de la Tierra

[http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id\\_articulo=1421](http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id_articulo=1421)

### **Tradução:**

Iran Carlos Stalliviere Corrêa

Pesquisador do Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica-CECO e Curador do Museu de Topografia Prof. Laureano Ibrahim Chaffe. Departamento de Geodésia Instituto de Geociências-UFRGS, Porto Alegre-Brasil.

<http://www.ufrgs.br/museudetopografia/> - [iran.correa@ufrgs.br](mailto:iran.correa@ufrgs.br)

As prospecções de petróleo e gás são efetuadas a cada ano a maior profundidade, e com isso necessitam-se **cartas batimétricas** com maior resolução e sensibilidade. É necessário manter os gasodutos e oleodutos marinhos.

A resposta dada pela indústria naval tem sido o lançamento de veículos subaquáticos não rebocados. O sonar tradicional não é suficiente.

O uso do som para determinar a topografia do fundo marinho, tem sido um êxito indiscutível, tanto para a oceanografia e geofísica como para as inúmeras aplicações navais.

Como a água do mar é um meio ionizado, as ondas eletromagnéticas sofrem uma forte atenuação. Devido a isto estas ondas não nos servem. As ondas de compressão, o ultra-som, também são absorvidos em função da frequência, porém em um grau muito inferior.

O **hidrofone** (o microfone aquático) emite impulsos sônicos. É um transdutor eletroacústico. Transforma a energia elétrica em mecânica. Depois do impulso ser refletido no fundo, é detectado o eco com o transdutor piezométrico (o equivalente ao alto falante-auricular), o qual transforma a energia mecânica em elétrica. Para se obter uma resolução elevada usa-se a interferometria acústica, com emissores multifeixe e uma matriz linear de transdutores.

## Quando teve início a Batimetria?

Segundo o **Woods Hole Institution**, o início científico foi a expedição do **H.M.S.Challenger**, nos anos de 1872 a 1876, a qual caracterizou o fundo oceânico, em uma travessia de 98.000 milhas pelos oceanos, exceto o Ártico, efetuando sondagens e dragagens. A expedição transportava 144 milhas de corda, para efetuar as medições.

Um segundo impulso, para o desenvolvimento da **batimetria**, foi a tragédia do Titanic em 1912. Em 1914 o canadense R. Fessenden construiu um equipamento que podia detectar um iceberg a 2 milhas de distância, porém era incapaz de determinar em que direção se encontrava.

Logo veio a duas guerras mundiais de 1914 e 1939, as quais usaram intensamente o som, a capa marinha da termoclina e a cartografia oceânica, para desenvolver a guerra submarina. Neste período aparece o **SONAR** (*SOund Navigation And Ranking*).

Desde o final da 2ª Guerra Mundial, em 1945, até o século XXI, tem sido a potente indústria da prospecção de hidrocarbonetos a que tem levado a cartografia marinha a alto nível atual que se encontra.

As investigações geológicas têm aproveitado a situação. Basta recordar a tectônica de placas, apresentada por Alfred Weneger em 1915, de uma importância excepcional para entender a história geológica do planeta. Sem os perfis **batimétricos** das dorsais oceânicas não teria sido possível este estudo. Tradicionalmente se distingue entre Hidrografia e Batimetria. As cartas marinhas são construídas com uma finalidade concreta: O mapa hidrográfico tem por finalidade a segurança da navegação.



**Figura 1:** A esquerda, submergível autônomo do Centro Oceanográfico de Southampton, UK. A direita, o mesmo submergível iniciando sua exploração em águas antárticas.

O **mapa batimétrico** descreve o fundo marinho, porém hoje em dia expressa muito mais que a simples representação tridimensional do fundo. As manchas de hidrocarbonetos são um interessante indício de petróleo em profundidade.

### Qual a velocidade do som?

A propagação do som no mar depende de muitas variáveis, por isso não se pode responder com rapidez a pergunta: Que velocidade tem o som no mar?

Foi calculada a velocidade no Mediterrâneo, baseada na equação abaixo:

$$V=1410+4,21T-0,037T^2+1,1S+0,018P$$

Onde:

V=velocidade do som em m/s

T=temperatura da água

S=salinidade da água

P=profundidade em metros.



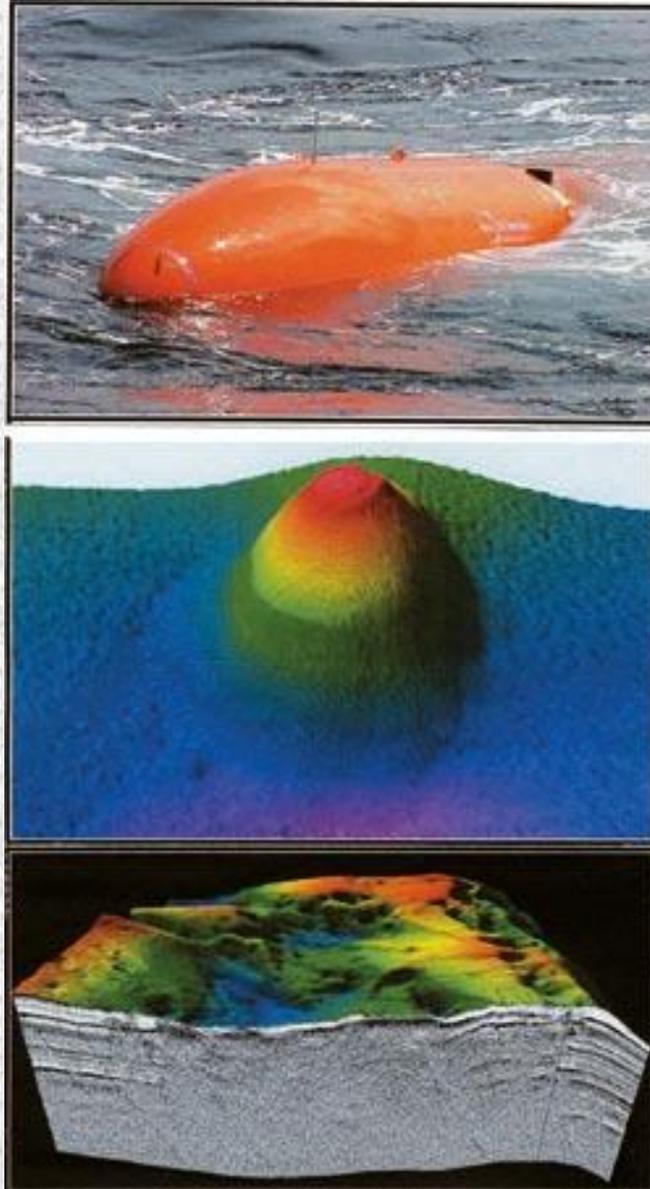
**Figura 2:** O M.I.T. dos EE. UU., construiu em 2003, para uma expedição a Grécia com sonar lateral de 600 kHz e câmera digital de 1.3 megapixel.

Pressupondo uma temperatura de 10°C a 1.000 m de profundidade, com uma salinidade de 36‰. A velocidade do som no Mediterrâneo é de: **1467,5 m/s**.

Com o aumento da profundidade, aumenta a pressão da água, e por tanto, aumenta a velocidade do som na camada de água.

A trajetória curva do feixe sônico introduz um erro na medição exata da profundidade, é uma distorção, devida a não linearidade do meio aquático.

As medições obtidas do **eco sonar** não são de boa qualidade; temos que processá-las a bordo, e somar ou subtrair a maré. Isto se faz necessário para que possamos traçar bem as isóbatas, as linhas que unem uma mesma profundidade.

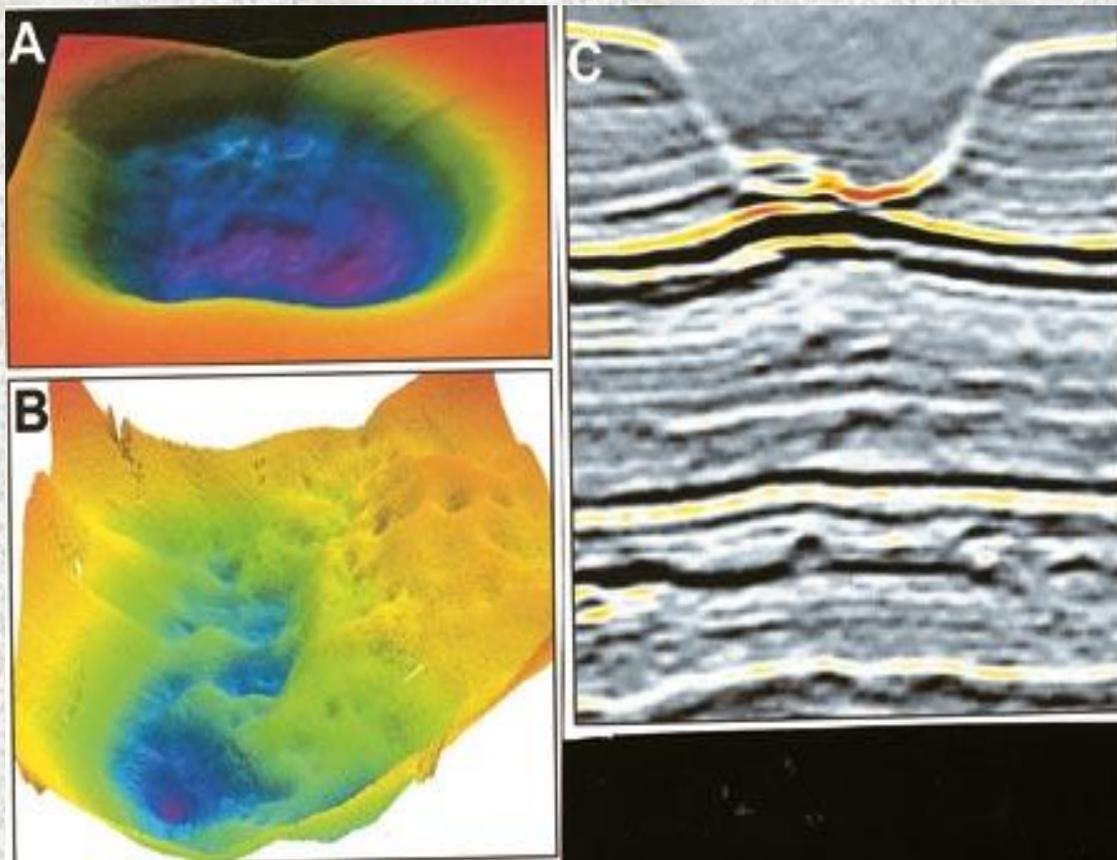


**Figura 3:** Foto A, o submersível comercial C-Surveyor I flutuando antes de carregar o lastro. Foto B, a batimetria multifeixe mostra um vulcão de barro, ao norte do Green Cânion, EE. UU., no golfo do México. O vulcão tem 300 m na base, e se eleva 12 m sobre o fundo. Foto C, imagem da batimetria multifeixe, que penetrou no subsolo. Mostra finos estratos, próximo do vulcão de barro. Informação procedente da indústria petrolífera. Abrange 500 m, e alcança uma profundidade de 75 m.

Feito este trabalho, tem-se que precisar o lugar exato na carta marinha. Para isso conta-se com o **GPS diferencial**. Se contarmos com os meios necessários, podemos conseguir uma precisão de **1 m**, e incluso de **30 cm**.

Devemos lembrar que o **GPS** é uma constelação de 24-27 satélites, que orbitam a Terra a 20.000 km de altitude, com um período orbital de 12 horas e um plano orbital inclinado de 55° em relação ao equador.

A batimetria se beneficia muito do GPS.



**Figura 4:** Afundamento causado pelo petróleo no litoral de Angola. A esquerda, imagens obtidas com o sonar de alta resolução de um submergível da C & C. A direita, imagem que concorda fielmente com a obtida com ultra-som do sonar. Observa-se os estratos do subsolo oceânico.

### **Freqüências usadas para o feixe de ultra-som**

As freqüências baixas (30 kHz) têm um alcance maior no mar, porém a resolução é baixa. Ao contrário, uma freqüência alta (600 kHz) sofre uma forte atenuação, e só poderá iluminar alvos próximos a eco sonda. Porém a resolução é alta. Na tela se pode reconhecer objetos do tamanho inferior ao metro.

Na prática se usa o **multifeixe**, com duas frequências.

Além da modulação de frequência em amplitude, se usa o pulso de frequência modulada (*chirm*), que permite a compressão do pulso na recepção.

Finalmente, para penetrar nas capas superficiais do subsolo se lançam pulsos de 3 a 8 kHz, muito úteis para a prospecção de petróleo ou gás natural.

### **A reverberação**

No fundo marinho o pulso é disperso por pequenos relevos da superfície. É uma interferência que aporta informação valiosa.

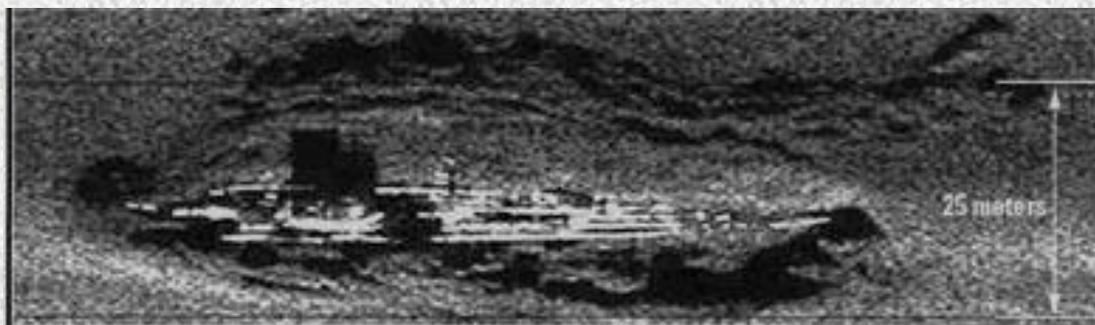
### **Ecosonda autônoma**

Se a compararmos com o convencional rebocador, a vantagem é clara: mais **rápido** e mais **econômico**.

Entretanto a velocidade do rebocador é de 2,0 a 2,5 nós (segundo *C&C Technologies* em 2006), a eco sonda autônoma alcança 3,8 nós, **60% mais rápido**.

Desde Janeiro de 2001, um submergível autônomo da *C&C Technologies* tem percorrido 82.000 km, cartografando águas profundas (-3.000 m), o que equivale a uma distância maior que a de 2 voltas ao redor da Terra.

A indústria naval construiu não menos que 40 submergíveis autônomos, para aplicações diversas, as vezes com sistema de navegação inercial.



**Figura 5:** Imagem do sonar lateral do Surveyor: Capta o submarino alemão, U – 166, afundado no Golfo do México, no grande cânion do Mississippi, a 1500 m de profundidade.

Para se obter uma exatidão no posicionamento, faz-se necessário, além do barco principal, outro barco auxiliar, que se coloca em posição vertical ao submersível.

As comunicações entre o submersível e o barco são ultra-sônicas. Isso permite, entre outras manobras, aproximar o submersível do objeto no fundo oceânico, que se necessita observar de perto, por exemplo: manchas de petróleo (seeps e pockmark). Em muitas ocasiões o submersível rebocado, convencional, não é possível aproximá-lo do objeto em questão, no fundo marinho.

A célula de combustível que alimenta o motor permite um funcionamento continuado de 40 h.

O submersível dispõe de **multifeixe** para a exploração vertical, e sistema de obtenção de imagens. **Sonar lateral** em modo dual de frequência e perfilador para exploração do subsolo.

O submersível da C & C é o primeiro submersível autônomo comercial.

Temos que considerar o que entendemos por autônomo, pois este não o é totalmente. O submersível é controlado desde o barco, e dependerá do chefe da operação, decidir as manobras que este deverá efetuar.

Na carta náutica se indica a zona que deve ser explorada e como deverá ser feita esta exploração. Em cada momento a posição geográfica é indicada pelo GPS.

Já se logrou cartografar até os -3.000 m, e se está desenvolvendo o submersível que funcionará a -4.500 m. A trajetória não linear do pulso sônico, devido a refração, cria problemas complexos.

A precisão e resolução dos dados geofísicos conseguidos supõem um grande avanço.

No Ártico e no Antártico se perfurou o gelo marinho, para introduzir a **eco sonda autônomo**, e se logrou cartografar o fundo marinho polar.

A Marinha de Guerra necessita do submersível autônomo para buscar minas submarinas, sem expor vidas humanas.

## **As aplicações só estão no início**

O **submergível autônomo** pode aproximar-se do objeto; com ultrassom de alta frequência (600 MHz), uma câmera óptica digital e um espectroscópio de massa informará, com precisão, o objeto em questão. É uma atividade agregada a batimetria. A geofísica agradecerá conjuntamente com a indústria naval e pesqueira.

## **Referências**

- Chance, Th. 2006. The autonomous underwater vehicle: a cost-effective alternative to deep-towed technology. C & C Technologies.
- Hessner, K. 2006. Mapping the sea bottom topography in shallow seas by using a nautical radar. GKSS Technologie Zentrum.
- Grasmueck, M. 2003. Autonomous underwater vehicle (AUV) mapping reveals coral mound distribution in deep water of the straits of Florida. Geophysical research letters.
- Jay, G. 2006. A high-resolution survey AUV. C & C Technologies Inc.
- Kleiner, A. 2003. WHSC Side scan Sonar System. Woods Hole Int.
- Vaganay, J. 2007. Ship hull inspection with the HAUV: US Navy and NATO demonstrations results. Bluefin Robotics Corp.