



Batimetria de alta resolução aplicada a estudos de reservatórios de água

Luiz Antonio Pereira de Souza, Mariucha da Silva e Larissa F.W. Demarco
Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT

Copyright 2015, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation during the 14th International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Rio de Janeiro, Brazil, August 3-6, 2015.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 14th International Congress of the Brazilian Geophysical Society and do not necessarily represent any position of the SBGf, its officers or members. Electronic reproduction or storage of any part of this paper for commercial purposes without the written consent of the Brazilian Geophysical Society is prohibited.

Abstract

The execution of geophysical surveys in shallow waters is always a challenge. Operational limitations related to waves, obstacles to navigation, and the propagation of the acoustic signal itself in this environment use to be common seismic signal degradation agents. Very shallow environment could mean the ones with water column below 30 meters, although there is not a clear definition for it into the literature. Rivers and reservoirs are typical environments that present water column thickness commonly below 30m. It is well known that most of our society use to set their projects in this type of environment. Dams, tunnels, underwater pipelines and cables, marinas, waterways, and basic studies, like margins erosion and silting process in reservoirs, are examples of projects whose development depends upon the data that usually comes from researches running on underwater environments, where geophysical tools have an important role. New tools like interferometric sonars can help a lot as they can achieve ultrahigh resolution data with a great coverage in short time.

Introdução

A execução de levantamentos geofísicos em águas rasas é sempre um grande desafio. Limitações operacionais relacionadas com ondas, obstáculos à navegação, e a própria propagação do sinal acústico nestes ambientes constituem-se fortes agentes de degradação do sinal sísmico (Gostnell, 2005). Por ambientes muito rasos entende-se aqueles com coluna d'água abaixo de 20 metros. Não existe na literatura uma definição clara do que seja um ambiente de águas rasas, todavia, alguns autores destacam que grande parte dos trabalhos desenvolvidos pela sociedade em ambientes submersos ocorre em locais cuja coluna d'água é inferior a 30 metros (Gostnell et. al, 2006). Rios e reservatórios são ambientes submersos típicos que apresentam coluna d'água com espessura comumente abaixo de 30 metros, onde são desenvolvidos projetos de ocupação, tais como pontes, barragens, túneis, lançamento de cabos e dutos subaquáticos, marinas, hidrovias, projetos de contenção de processos erosivos de margens e de assoreamento de reservatórios. O desenvolvimento de tais projetos depende de dados que, necessariamente, originam-se da

investigação de ambientes submersos, e que comumente são obtidos a partir de levantamentos geofísicos.

Método

A despeito da fundamental importância da investigação direta de ambientes submersos por meio de sondagens e amostragens, é a partir da utilização de métodos geofísicos que se originam os principais dados que viabilizam a caracterização ampla das superfícies e subsuperfícies submersas, com os quais são estabelecidos os projetos de ocupação.

A importância da aplicação de métodos geofísicos na investigação de ambientes submersos está consolidada e as vantagens de sua aplicação têm várias motivações (Souza, 2006), a ser destacar:

- trata-se de um conjunto de métodos não destrutivos, característica fundamental nos dias de hoje, em que existe maior controle ambiental da atividade de investigação;
- uma embarcação com equipamentos geofísicos desloca-se pela superfície da água a velocidades comumente ao redor de 10 km/h viabilizando observar dezenas de quilômetros da superfície de fundo a cada dia, o que torna a investigação geofísica viável sob o ponto de vista econômico, já que amplas áreas podem ser investigadas em curtos intervalos de tempo;
- a investigação de ambientes submersos pelas vias diretas impõe restrições operacionais de toda ordem. Regiões de intenso tráfego de embarcações, por exemplo, podem estar impedidas de instalação de plataformas de apoio para a execução de sondagens, por exemplo, tornando a geofísica a única alternativa de investigação viável para o local;

Batimetria de reservatórios

Uma das principais propriedades físicas de um reservatório é sua morfologia, que se traduz na sua capacidade de armazenar água. A geometria de um reservatório é determinada a partir de levantamentos batimétricos, que classicamente são executados com instrumentos denominados de ecobatímetros monofeixes. A utilização destes sistemas, todavia, pode configurar uma limitação espacial, uma vez que a distribuição de dados, linhas ou perfis, são normalmente equiespaçadas de algumas dezenas de metros, o que gera uma densidade de dados eventualmente insuficiente para a real e efetiva caracterização da morfologia do reservatório. Dessa forma, a determinação do volume útil do reservatório, ou seja, da sua real capacidade de armazenamento fica comprometida devido baixa densidade de dados. No caso da utilização dos clássicos sistemas monofeixes, aumentar esta densidade de dados implica em aumentar a densidade de linhas ou de perfis

de investigação batimétrica, o que pode tornar o projeto inviável sob o ponto de vista econômico. Para romper essas limitações operacionais surgiram nas últimas décadas sistemas acústicos de varredura lateral denominados de multifeixes. Estes sistemas permitem que a superfície de fundo seja investigada, não apenas ao longo da linha de navegação, mas ao longo de ampla abertura lateral (*swath*), com alcances que variam em função da espessura da coluna d'água, mas que comumente varrem lateralmente o equivalente a três ou quatro vezes espessura da coluna d'água. Assim, em levantamentos no mar, em ambientes com coluna d'água de algumas centenas de metros, torna-se possível cobrir lateralmente centenas de metros, o que contribui diretamente para garantia de alta densidade de dados batimétricos, trazendo benefícios de toda ordem ao processo de análise da morfologia de fundo (Figura 1).

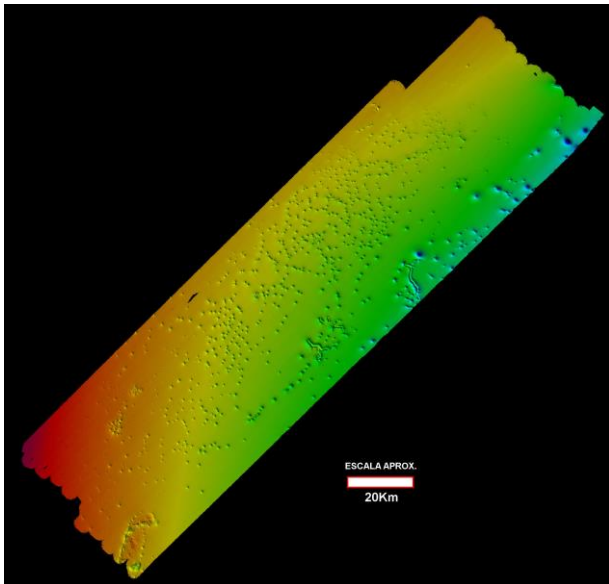


Figura 1: Mosaico composto de linhas batimétricas obtidas por meio de um sistema multifeixe (marca Kongsberg), com cobertura lateral (*swath*) de aproximadamente 1500 metros (três vezes a espessura da coluna d'água). Este levantamento foi executado na plataforma continental do estado de Santa Catarina, em ambiente com profundidade média de 500m. Dados inéditos cedidos pelo Prof. Michel Michaelovitch de Mahiques, do IO-USP.

Ressalta-se, todavia, que os sistemas multifeixes quando aplicados em levantamentos de áreas muito rasas, como rios e reservatórios de pequeno ou médio porte, podem não garantir uma produtividade efetiva, ou competitiva, evidenciando uma relação custo benefício desfavorável sob o ponto de vista econômico, se comparadas, a complexidade operacional na aquisição de dados com sistemas multifeixes versus a simplicidade da operação com sistemas monofeixe, e os custos correspondentes (Brisson *et. al.*, 2014a).

Na tentativa de solucionar esta questão, existem hoje disponíveis no mercado novas alternativas técnicas das quais se podem destacar os sistemas interferométricos multifásicos, que em alguns casos, permitem mapear áreas submersas com varredura lateral equivalente a 8-12 vezes a espessura da coluna d'água (Brisson *et. al.*,

2014b). Com alta precisão e resolução, e com cobertura lateral bastante superior ao sistema multifeixe, estes sistemas tornam economicamente viável e mais seguro, levantamentos batimétricos de ambientes de águas muito rasas (Figura 2).

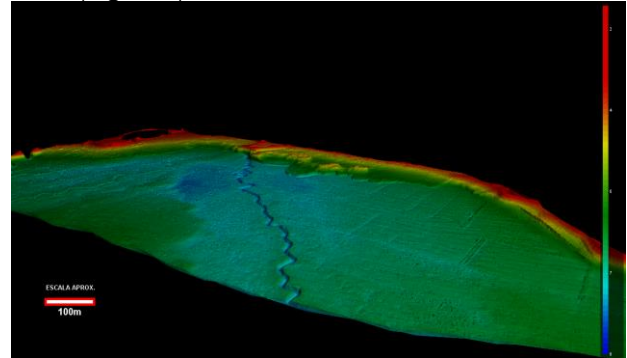


Figura 2: Mosaico batimétrico parcial de reservatório de água nos arredores da cidade de São Paulo, obtido a partir do uso do sonar de varredura lateral Interferométrico multifase modelo 6205 da Edgetech.

Além disso, este sistema possui alta portabilidade já que pode ser instalado em pequenas embarcações, tornando possível sua utilização em levantamentos de reservatórios de água de qualquer porte (Fig. 3).



Figura 3: Sonar de Varredura lateral Interferométrico Edgetech modelo 6205 instalado em catamarã acoplado a embarcação de pequeno porte. Levantamento de reservatório nos arredores da cidade de São Paulo.

Esta nova metodologia acústica de levantamentos aplicados a reservatórios pode reduzir a $\frac{1}{4}$ o tempo necessário para o levantamento de um reservatório com espessura média da coluna d'água de cinco metros, quando comparados ao tempo necessário utilizando-se a metodologia clássica da batimetria monofeixe, ou ainda, metade do tempo, se comparada com o emprego de um sistema acústico multifeixe (Gostnell *et. al.*, 2006).

Outra característica interessante desta nova ferramenta acústica é o fato de estar acoplado ao sistema um sonar de varredura lateral, comumente de dupla frequência, o que permite uma direta associação entre imagens de alta resolução oriundas do sonar e a densa malha de dados batimétricos (centimétrica) oriunda da interferometria (Figura 4).

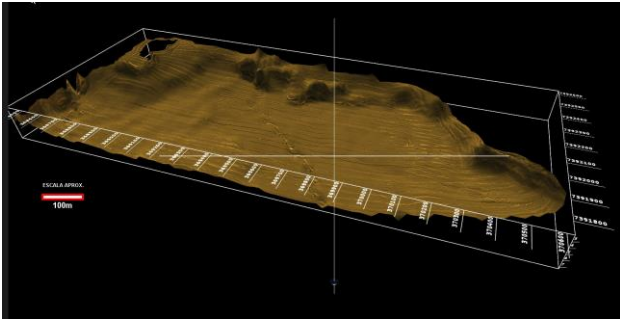


Figura 4: Mosaico em 3D do sonar de varredura lateral de 1600 kHz, associado aos dados de batimetria de alta resolução oriundos da batimetria interferométrica (Edgetech 6205).

Resultados

A possibilidade de análise simultânea e integrada de dados batimétricos e sonográficos, torna extremamente precisa a elaboração do modelo da morfologia do fundo do reservatório, tornando esse método uma ferramenta fundamental na avaliação da real capacidade volumétrica dos reservatórios de água, dado de extrema relevância no processo do planejamento estratégico dos gestores que atuam na administração dos recursos hídricos.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao IPT por subsidiar todos os ensaios de campo, à empresa Edgetech por viabilizar os experimentos com o sistema Edgetech 6205 e às empresas RuralTech, Fugro e Geomet pelo apoio geral aos ensaios e pelo fornecimento de sistemas de posicionamento inercial, que viabilizaram a execução dos ensaios com produtos de alta precisão.

Referências

- Brisson, L. N., Raton, B., Wolfe, D., 2014, Performance analysis of the EdgeTech 6205 swath bathymetric sonar.
- Brisson, L. N., Wolfe, D., Brisson, L. N., Wolfe, D. A., & PSM, M. S., 2014, Interferometric swath bathymetry for large scale shallow water hydrographic surveys, proceedings of Canadian Hydrographic Conference.
- Gostnell, C., 2005, Efficacy of an interferometric sonar for hydrographic surveying: Do interferometers warrant an in depth examination?: *The Hydrographic Journal*, **118**, 17-24.
- Gostnell, C.; Yoos, J. and Brodet, S., 2006, NOAA test and evaluation of interferometric sonar technology, proceedings of Canadian Hydrographic Conference, NOAA.
- Souza L. A. P., 2006, Revisão crítica da aplicabilidade dos métodos geofísicos na investigação de áreas submersas rasas. Tese de Doutorado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. 311p.