



## Levantamento geofísico aquático para fins arqueológicos.

Priscila Martins Oliveira<sup>1</sup>, Aline Isabel de Pádua<sup>1</sup>, Marco Ianniruberto<sup>2</sup>, Arthur Nogales Domenici Vasconcellos Pinheiro<sup>1</sup>, João Fernando Pezza Andrade<sup>1</sup>, Luis Felipe Freire Dantas Santos<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Phygeo, Empresa Junior dos alunos de graduação em Geofísica da Universidade de Brasília.

<sup>2</sup>Univesidade de Brasília.

<sup>3</sup>Contextos Consultoria Arqueológica, Ltda.

Copyright 2014, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

*Este texto foi preparado para a apresentação no VI Simpósio Brasileiro de Geofísica, Porto Alegre, 14 a 16 de outubro de 2014. Seu conteúdo foi revisado pelo Comitê Técnico do VI SimBGf, mas não necessariamente representa a opinião da SBGf ou de seus associados. É proibida a reprodução total ou parcial deste material para propósitos comerciais sem prévia autorização da SBGf.*

### Abstract

In this work, we present the results obtained with aquatic geophysical method using side scan sonar and sub-bottom profiler at Pontal Bay, Ilhéus-BA. The goal of geophysical survey was to map the area in order to detect potentially interesting anomalies to underwater archeology. The correlation of geophysical data allowed characterizing sediments distribution along to stretch, as well as the as verification of sedimentary structures. The results showed possible sunken vessels.

### Introdução

Optar pelo emprego dos métodos geofísicos tem se tornado uma prática cada vez mais comum na comunidade arqueológica. São considerados atualmente como um instrumental básico na pesquisa arqueológica subaquática (Nautical Archaeology society et al., 2009). A utilização desses equipamentos significa uma grande economia de tempo nas prospecções embaixo d'água (Mazel, 1988:15), além de possibilitarem uma visão mais completa da região de estudo, não sendo afetados pelas condições de baixa visibilidade que, na maioria das vezes, dominam as áreas de pesquisa.

O levantamento foi realizado na Baía do Pontal Foz do Rio Cachoeira no município de Ilhéus-BA. Em momentos históricos, a Baía do Pontal sediou o primeiro Porto de Ilhéus. Porém, devido às dificuldades encontradas para ancoragem das embarcações, e aos diversos acidentes ocorridos, o empreendimento portuário foi transferido para outra região (FRANCO et al., 2006). Por este motivo, a região apresenta um alto potencial para alvos arqueológicos.

### Metodologia/ Problema Investigado

Adotou-se no levantamento o sonar de varredura lateral (SSS) com sensor TD272 de dupla frequência – 100 e 500 kHz, mas por almejar-se resultados com melhor resolução registrou-se apenas com frequência de 500 kHz, e o perfilador de sub-fundo (SBP) tecnologia “*chirp*” com frequência de 2 a 15 kHz. Os equipamentos foram dispostos na embarcação de modo a realizarem aquisições simultâneas.

Realizaram-se aproximadamente 70 linhas paralelas espaçadas 25 metros. Pequenos desvios de rota, em

função da correnteza do rio e da presença de bancos de areia foram admitidos na aquisição, e não houve prejuízo à qualidade dos dados adquiridos.

O SSS baseia-se na propagação e reflexão de ondas acústicas. Desempenha uma função importante no sensoriamento remoto para recursos de mapeamento do assoalho do corpo d'água. A partir de análises texturais e morfológicas, permite caracterizar a superfície de fundo. Desta forma, é possível mapear as diferentes fácies sedimentares, afloramentos rochosos, além dos diversos obstáculos submersos que eventualmente possam ser encontrados (troncos de árvores, destroços de embarcações naufragadas, etc.) (Souza et al., 2001).

O perfilador de subfundo “*chirp*” é utilizado para registrar sequências sedimentares verticais contínuas da bacia, de acordo com a sua refletividade acústica. Diferentemente do sonar, que fornece o imageamento horizontal do fundo, o SBP é capaz de penetrar no assoalho aquoso, fornecendo desta forma informações sobre contatos litológicos, bem como a investigação das camadas sedimentares inferiores, contribuindo assim para identificação de possíveis artefatos e embarcações soterradas (Duran et al., 2008).

Além de aplicações arqueológicas, os registros de sísmica de alta frequência, 2 à 16 kHz, têm sido largamente utilizados como ferramentas em geologia marinha nas investigações dos tipos de sedimentos do assoalho oceânico, geomorfologia submarina e processos sedimentares (Hollister & Heezen, 1972; Quaresma, 2001). Estes equipamentos que operam em frequências elevadas permitem uma resolução submétrica dos refletores em subsuperfície em detrimento de uma maior penetração, trazendo ótimos resultados em aplicações forenses.

### Discussão dos Resultados

#### • Sonar de varredura lateral

Os resultados obtidos com o *Side-Scan Sonar* permitiram a identificação de feições no assoalho da Foz do Rio Cachoeira com potencial para alvos de interesse arqueológico (figuras 1-3 e tabela 1).

Feições morfológicas resultantes da presença de afloramentos rochosos e irregularidades no fundo, bem como diferenciar uma região de resposta mais homogênea, associada a áreas de deposição (acúmulo) de sedimentos, são bastante perceptíveis nos dados do SSS.



Figura 1 : Alvo número 01.

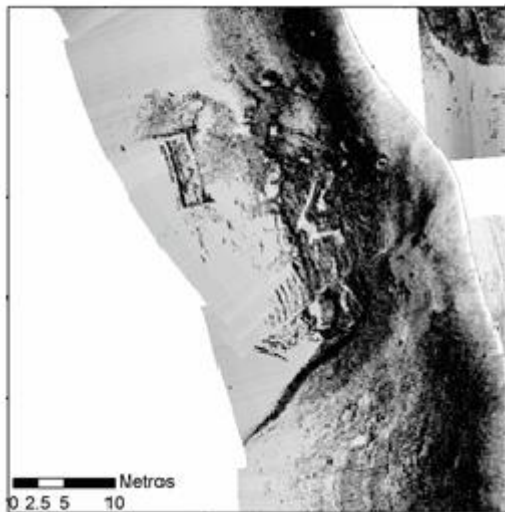


Figura 2: Alvo número 02.

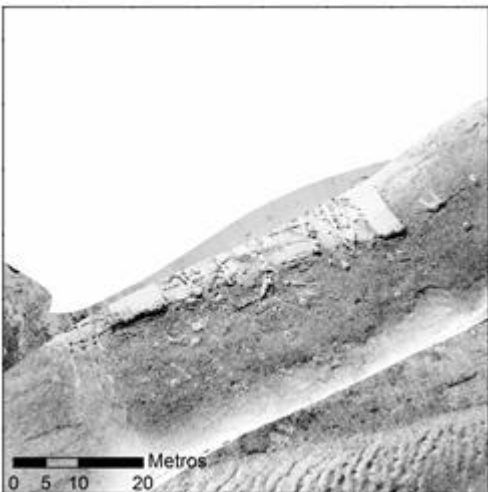


Figura 3: Alvo número 03.

Número do alvo	Descrição
01	Anomalias alongadas dispostas aleatoriamente. Possivelmente entulhos, restos de embarcações naufragadas ou troncos de madeira.
02	Anomalias indicam destroços de navio naufragado na região.
02	Anomalia indicando estruturas referentes ao antigo cais.

Tabela 1: Breve descrição dos alvos detectados com o SSS.

#### • Perfilador de Subfundo

Os dados do SBP foram adquiridos no *range* de frequência de 2-15 kHz e tiveram alcance vertical máximo (penetração) de 6 m. Em geral, os dados evidenciam refletores relacionados às estruturas de deposição sedimentar. Na figura 4 observa uma estrutura caracterizada por refletores plano-paralelos, na porção mais profunda do perfil, e um banco arenoso com refletores internos cruzados que indicam a direção de acreção longitudinal da barra. A figura 5 mostra o perfil sísmico relativo a uma secção leste-oeste atravessando o canal do estuário. Neste perfil observa-se o contato entre região de deposição sedimentar e a porção submersa do promontório rochoso na entrada do estuário.

#### Conclusão

Em um levantamento arqueológico, a função dos métodos geofísicos aquáticos é identificar os locais que apresentam potenciais alvos, devido a sua forma anômala em relação ao ambiente. Para uma caracterização exata, é necessário a realização de métodos diretos de prospecção (mergulhos) nos alvos indicados. Com os resultados do levantamento realizado, foi possível identificar, com boa resolução, essas regiões. As imagens do SSS mostraram formas semelhantes a destroços de embarcações naufragadas, restos de antigos cais e troncos submersos.

Os perfis do SBP e mosaico obtido pelo SSS possibilitaram caracterizar as estruturas sedimentares rasas do assoalho do Rio Cachoeira no trecho da Baía do Pontal. Afloramentos rochosos e feições sedimentares foram caracterizados.

Em todos os perfis do SBP, as estruturas relacionadas à deposição sedimentar formam unidades estratigráficas caracterizadas pela presença de refletores internos plano-paralelos e com estratificação cruzada, feição relacionada com a progressão de barras arenosas. Essas zonas são originadas da seqüência de reflexões do sinal em decorrência dos contrastes de impedância acústica, decorrente de variações litológicas e granulométricas dos

sedimentos. Regiões de sedimentação são interrompidas pela presença de afloramentos do embasamento acústico.

Áreas com baixa penetração do SBP estão relacionadas a interfaces com elevado coeficiente de reflexão, provavelmente o embasamento rochoso da região. Da diferença entre o assoalho do rio e a profundidade do embasamento rochoso, é possível medir as espessuras das camadas sedimentares, bem como realizar uma diferenciação qualitativa, que revelam áreas mais homogêneas e áreas de respostas mais “difusa”,

relacionadas ao cascalho ou ainda sedimentos revirados (não foram colhidas amostras para análise de sedimentos em função do escopo do projeto).

Como o local apresenta um alto volume de sedimentos sendo depositados no leito do rio, não foi possível delimitar o embasamento rochoso. Os sedimentos limitam o alcance atingido pelo equipamento.

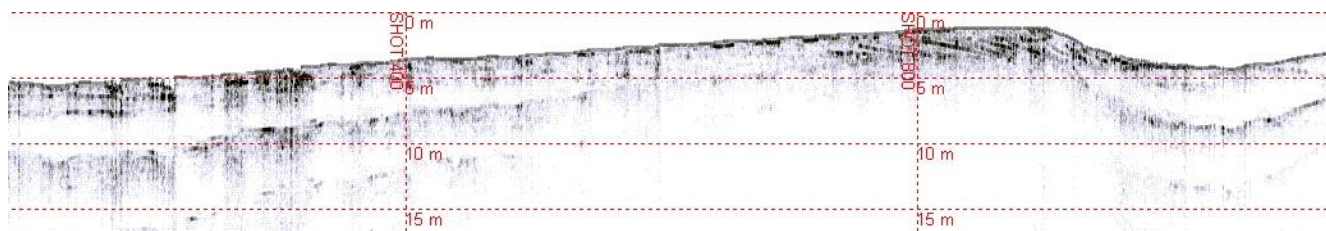


Figura 4: Perfil obtido com SBP mostrando estruturas plano-paralelas. É possível indicar a direção da corrente.

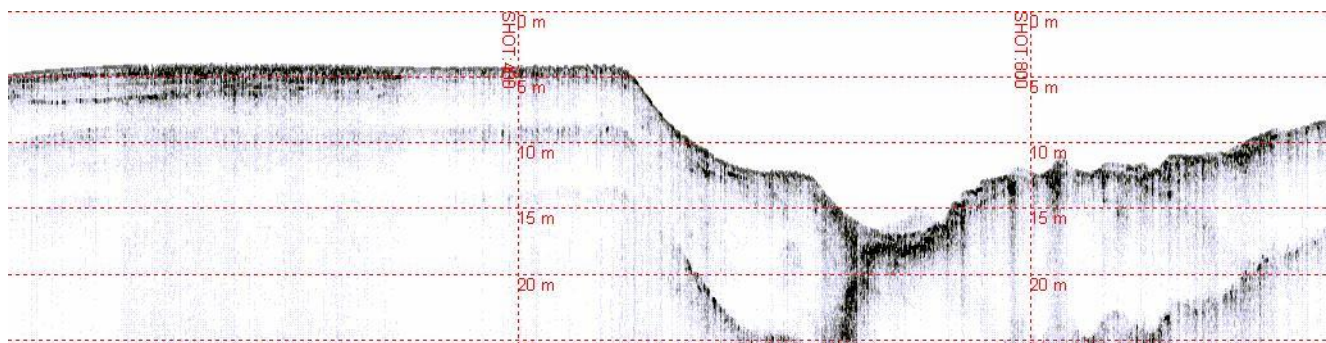


Figura 5: Perfil obtido com SBP mostrando o contato entre o embasamento rochoso e os sedimentos.

### Agradecimentos

Ao Laboratório de Geofísica Aplicada (LGA/IG/UnB) pela disponibilização dos equipamentos geofísicos. À empresa Constran pela autorização da publicação dos dados. Ao arqueólogo Luis Felipe Freire Dantas Santos pelas informações disponibilizadas.

### Referências

DURAN, L. D., (2008). Arqueologia Marítima de um Bom Abrigo. Tese (Doutorado em Arqueologia) – Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo, São Paulo.

QUINN R., M., DEAN N., LAWRENCE M., LISCOE S., BOLAND D., (2005). Backscatter responses and resolution considerations in archaeological side-scan sonar surveys: a control experiment. *Journal of Archaeological Science* 32, p. 1252-1264.

QUARESMA, V. S, DIAS G. T. M., NETO J. A. B., (2001). Caracterização da ocorrência de padrões de sonar de varredura lateral e sísmica de alta frequência (3,5 e 7,0 kHz) na porção sul da Baía de Guanabara – RJ. *Rev. Bras. Geof. vol. 18 nº. 2* São Paulo.

SANTOS, L.F.F.D.,(2014). Programa de Prospecção de arqueológica nas áreas de influência da ponte do Pontal, Ilhéus, Bahia. Relatório Final.

SCHULTZ, J.J., HEALY C.A., PARKER K., LOWERS B., (2013). Detecting submerged objects: The application of side scan sonar to forensic contexts. *Forensic Science International* 231, p. 306-316.