



Cruzamento de dados geoacústicos para identificação de feições indicativas de gás na Lagoa da Conceição – Florianópolis, Santa Catarina.

Diego Porpilha, Laboratório de Oceanografia Costeira – Universidade Federal de Santa Catarina.

Gabriela Reis Flemming, Laboratório de Oceanografia Costeira – Universidade Federal de Santa Catarina.

Antonio H. F. Klein, Laboratório de Oceanografia Costeira – Universidade Federal de Santa Catarina.

Rafael S. V. de Camargo, Laboratório de Oceanografia Costeira – Universidade Federal de Santa Catarina.

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.

Resumo

O presente trabalho apresenta resultados da análise do cruzamento de dados geoacústicos, sonar de varredura lateral e perfilador de subsuperfície, para identificar feições associadas à presença de depósitos rasos de gás na Lagoa da Conceição, Santa Catarina. Após processamento e avaliação, foram identificadas estruturas do tipo *pockmarcks* nos registros sonográficos e a presença de acumulações rasas de gás, do tipo cobertura acústica, aprisionada nas camadas sedimentares, através dos perfis sísmicos. Mostrando a importância da combinação de diferentes métodos acústicos para a identificação de feições e estruturas associadas.

Introdução

Acumulações rasas de gás em sedimentos do leito marinho, lacustres e lagunar são reconhecidas desde 1950, através de anomalias acústicas em registros de eco sondas e sonares de varredura lateral (Schüller, 1952). Evidências destas acumulações têm sido comprovadas por sísmica de alta resolução e perfis de subsuperfície (SB) (Çifçi *et al.*, 2003). Estas podem ocorrer em diversos ambientes, como: baías (Acosta, 1984; Garcia-Garcia *et al.*, 1999), estuários (Acosta, 1984; Garcia-Garcia *et al.*, 1999), lagoas (Pickrill, 1993) e oceanos (Nelson *et al.*, 1979). Tendem a formar-se em regiões onde os depósitos sedimentares são ricos em matéria orgânica (Inglesias & Garcia Gil, 2007), e geralmente associadas a sedimentos siltsosos e argilosos (Hovland & Judd, 1988). Assim, as acumulações rasas de gases são consideradas originárias da metanogênese microbiana em ambientes anóxicos (Boetius, 2000), sendo o metano listado como o gás de maior ocorrência nestes ambientes (Hovland & Judd, 1988). A migração e expulsão destes gases tendem a gerar depressões no leito, conhecidas como, *pockmarcks* (Hovland & Judd, 1988). Geralmente inicia-se pela formação de uma, passando para um conjunto de *pockmarcks*, podendo evoluir até uma superfície totalmente perturbada (Harrington, 1995).

Desta forma, utilizando-se dos princípios de Schüller (1952), foram identificadas *pockmarcks* em imagens de sonar de varredura lateral (SVL), referentes à Lagoa da Conceição – Florianópolis, Santa Catarina. Estas feições podem ser associadas à *pockmarcks* pelo fato de registros de SB confirmarem a presença de depósitos rasos de gás na região.

Assim, este trabalho apresenta a identificação da presença de gás através de feições presentes na superfície, oriundas de sonografia, e subsuperfície, proveniente de perfis de SB, na Lagoa da Conceição.

Área de estudo

A Lagoa da Conceição (Figura 1) esta localizada no centro-leste da Ilha de Santa Catarina, em Florianópolis. Este é um sistema lagunar, principal corpo d'água da ilha, na qual possui baixa hidrodinâmica e conexão com oceano através de um pequeno canal estreito, de 2,8Km de comprimento, no setor central da Lagoa da Conceição (Muehe & Caruso Jr., 1989). De acordo com Kjerfve (1986), a laguna é classificada como estrangulada, pelo tipo de canal que a conecta com o oceano adjacente. A Lagoa possui comprimento total de 13,5 km, largura entre 2,5 e 0,15 km e área total de aproximadamente 20 km².

A sedimentação da Lagoa da Conceição é padrão de um ambiente lagunar, ou seja, os sedimentos arenosos estão nas áreas marginais/fronteira, e os siltsosos nos locais mais profundos e centrais (Bresciani, 1998). Uma característica importante são os baixos níveis de oxigênio dissolvido nas camadas de água mais profunda, que em determinados períodos do ano, ocasionam eventos anóxicos (Fontes, 2010).

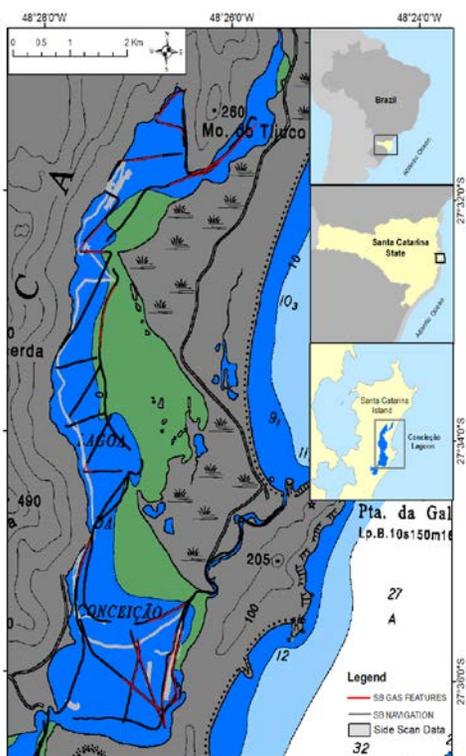


Figura 1: Localização da área de estudo, imagens de sonar de varredura lateral, linha de navegação sísmica e feições de gás identificadas.

Metodologia/ Problema Investigado

Neste trabalho foram utilizadas imagens de SVL (Figura 2A) e perfis de SB (Figura 2B) para analisar a presença de depósitos rasos de gás e feições associadas, na Lagoa da Conceição.

Os dados sonográficos foram adquiridos utilizando um interferômetro EdgeTech 4600, 540KHz, com abertura do feixe variando entre 50 e 100m, sistema de posicionamento e heading Hemisphere VS101, com incertezas de $\pm 2,5m$ e um sensor de movimento SMC-108m, com incertezas na ordem de $0,03^\circ$ RMS para *pitch*, *roll* e 5 cm ou 5% para *heave*. A aquisição dos dados de subsuperfície foi realizada através de um *sub bottom profiler* EdgeTech SB-512, do tipo CHIRP, que opera com frequências entre 500Hz e 12 KHz, sendo o mesmo instalado aproximadamente 1 metro abaixo da superfície da água. Os dois levantamentos foram feitos em datas diferentes, se fazendo necessária uma análise preliminar para verificar os locais em que havia sobreposição de dados.

Os registros de SB foram processados através de filtros, como passa-banda, e ganhos, como ganho linear, no software livre SeisPrho, desenvolvido pela ISMAR (Intituto di Scienze Marine), no qual eliminou parte do ruído adquirido pelo equipamento, causado pela baixa profundidade da área. Já as imagens de SVL, foram processadas no software SonarWiz®, sendo aplicado correções através do User Gain Control (UGC), buscando

a homogeneidade nas imagens, proporcionando uma visualização mais clara das feições presentes.

Verificada a sobreposição, foi identificada a presença de feições semelhantes à *pockmarks* nas imagens do SVL (Figura 2A). E em seguida, os perfis de SB foram analisados (Figura 2B), e feições que indicam a presença de gás foram mapeadas e espacializadas em conjunto com as imagens do SVL.

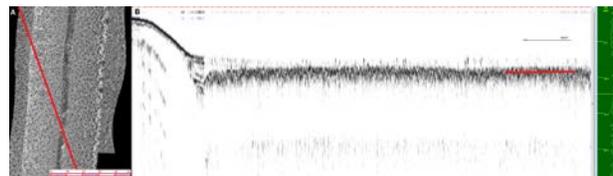


Figura 2: (A) Pockmarks identificadas em imagens de SVL; (B) Feição de gás identificada em perfil de subsuperfície.

Resultados e Discussão

Com a identificação das feições semelhantes à *pockmarks* nas imagens de SVL, utilizou-se dos perfis de SB como uma forma de validação. Sendo assim, os registros analisados comprovaram a presença de depósitos de gás raso na área de sobreposição dos dados.

Estas feições, presentes nos registros sonográficos (Figura 2 e Figura 3, A), apresentam diâmetros que variam de 0,5 a 1m, ocorrendo em profundidades entre 1 – 6m, como descritas por Hovland & Juud (1988). O tamanho e a densidade das *pockmarks* variam consideravelmente de área para área, podendo depender da natureza do leito e/ou da espessura da camada de sedimento onde ocorrem (Hovland *et al.*, 1984), e também da quantidade de gás aprisionada na coluna sedimentar. Além disso, de acordo com Çifçi (2003) em ambientes rasos, as *pockmarks* tendem a ser em tamanhos bem menores do que as encontradas em grandes profundidades, além de ocorrerem em maior quantidade.

Nos perfis de SB das figuras (Figura 2 e Figura 3, B) verificou-se a presença depósitos raso de gás, do tipo cobertura acústica, aprisionado no sedimento, já que esta impossibilita a visualização de qualquer refletor abaixo da mesma, ou seja, mascara as informações do registro que estão mais profundos, representadas pelas linhas em vermelho.

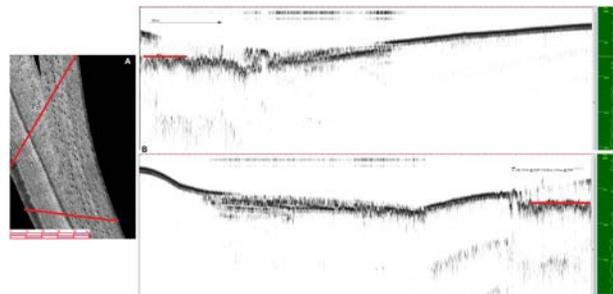


Figura 3: (A) Pockmarks identificadas em imagens de SVL; (B) Feição de gás identificada em perfil de subsuperfície.

Como a ocorrência de gás está associada a sedimentos finos (silte e argila) e também relacionada a ambientes anóxicos, sugere-se que estejam associadas a abundante entrada de matéria orgânica, a estratificação da coluna d'água, relacionada com a entrada de água salgada, a qual acaba por gerar zonas hipóxicas na lagoa (Fontes, 2010); já Bataglion *et al.* (2012), identificou pontos anóxicos, sendo próximo a áreas de ocorrência de *pockmarcks*, e gás no perfil de SB.

Como as *pockmarcks* são depressões originárias de escape de fluidos, e neste caso, muito provavelmente do gás raso, aprisionado nas camadas sedimentares da Lagoa da Conceição, como identificado por Guesser *et al.*, (2012) e nos registros apresentados.

Conclusões (Arial Bold, 9)

A interação de diferentes métodos geoacústicos para a caracterização de uma área ou de feições é de extrema importância, uma vez que estes se complementam (Souza *et al.*, 2013). No presente estudo, o sonar de varredura lateral tem o objetivo de imagear a superfície dos sedimentos da Lagoa da Conceição, e os perfis sísmicos, tem a finalidade de registrar estruturas sedimentares que estão em subsuperfície, no caso, depósitos rasos de gás, do tipo cobertura acústica.

Assim, pode se concluir, com base na literatura, nas imagens de SVL e nos perfis de SB (métodos indiretos), que estas feições presentes nas imagens são *pockmarcks*, e que estas estão associadas aos depósitos rasos de gás, identificado no perfil de SB.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer ao programa de Pós Graduação em Geografia e Graduação de Oceanografia da Universidade Federal de Santa Catarina, PRH-PB240 (número do processo: 48610.002443/2013-14). Aos professores Dra. Carla Bonetti e Dr. Arthur Ayres por nos cederem os registros de sísmica da Lagoa da Conceição.

Referências

Acosta, J., 1984. Occurrence of acoustic masking in sediments in two areas of the continental shelf of Spain: Ria de Muros (NW) and Gulf of Cadiz (SW). *Mar Geol* 58:427–434;

Boetius A, Ravensschlag K, Schubert CJ, Rickert D, Widdel F, Gieseke A, Amann R, Jørgensen BB, Witte U, Pfannkuche O (2000) A marine microbial consortium apparently mediating anaerobic oxidation of methane. *Nature* 407:623–626;

Bresciani, L. F. V. 1998. Avaliação da composição orgânica dos sedimentos de fundo da Lagoa da Conceição – Ilha de Santa Catarina – SC. Dissertação de mestrado – Universidade Federal de Santa Catarina.

Çifçi, G.; Dondurur, E.; Ergun, M., 2003. Deep and shallow structures of large pockmarks in the Turkish shelf, Eastern Black Sea. *Geo-Mar Lett.* 23: 311 – 322;

Englesias, J., Garcia-Gil, S., 2007. High resolution mapping of shallow gas accumulations and gas seep in San Simón Bay (Ria de Vigo, NW Spain). Some quantitative data. *Geo Mar* 27, 103 – 114;

Fontes, M. L. S., Abreu, P. C., 2009. Spatiotemporal variation of bacterial assemblages in a shallow subtropical coastal lagoon in southern Brazil. *Microb Ecol* 58: 140-152

Garcia-Garcia, A.; Vilas F.; Garcia-Gill, S., 1999. A seeping sea-floor in a Ria environment: Ria de Vigo (NW Spain). *Environ Geo* 38:296–300;

Guesser, V.; Demarco, L. F. W.; Klein, A. H. F.; Neto, A. A.; Felix, C.; Souza, J.; Bonetti, J., 2012. Identificação das feições rasas de gás na região da Lagoa da Conceição e da Baía Norte na Ilha de Santa Catarina. Simpósio Brasileiro de Geofísica;

Harrington, P. K., 1995. Formation of pockmarks by pore-water escape. *Geo-Marine Letters* 5, 193-197;

Hovland, M.; Judd, A. G., 1988. Seabed pockmarks and seepages: impact on geology, biology and the marine environment. Graham and Trotman, London, 293pp;

Hovland, M.; Judd, A. G.; King, L. H., 1984. Characteristic of the North seafloor and Scotian Shelf. *Sedimentology* 31, 471-480;

Mazumbar, A.; Peketi, A.; Dewangan, P.; Adesab, F.; Ramprasad, T.; Ramana, M.; Patil, D.; Dayal, A. 2009. Shallow gas charged sediments off the Indian West coast: Genesis and distribution. *Journal Elsevier. Marine Geology*. 71 – 85p.

Muehe, D. & Caruso Jr., F. 1989. Batimetria e algumas considerações sobre a evolução geológica da Lagoa da Conceição, Ilha de Santa Catarina, p. 15-24. In: Sierra de Ledo, B., Soriano-Serra, E. J. [Eds.], *O Ecossistema da Lagoa da Conceição, NEMAR-CCB-UFSC / SDM-FEPEMA*. Florianópolis;

Nelson, H., Thor, D.R., Sandstrom, M.W., Kvenvolden, K.A., 1979. Modern biogenic gas generated craters (sea-floor pockmarks) on the Bering Shelf, Alaska. *Geol. Soc. Amer Bull.* 90, 1144 – 1152;

Pickrill, R.A., 1993. Shallow seismic stratigraphy and pockmarks of a hydrothermally influenced lake, Lake Rotoiti, New Zealand. *Sedimentology* 40, 813–828;

Schüller, F., 1952. Untersuchungen über die Mächtigkeit von Schlickschichten mit Hilfe des Echographen. *Dt. Hydrographische Zeitung*, 5:220–231;

Souza, L. A. P., 2006. Revisão crítica da aplicabilidade dos métodos geofísicos na investigação de áreas submersas. Tese de Doutorado – Instituto Oceanográfico - Universidade de São Paulo;

Souza, L. A. P.; da Silva, M.; Ola, K., 2013. Why multi-frequency approach on shallow water seismic investigation. 13 International Congress of the Brazilian Geophisica Society.

Kjerfve, B. 1986. Comparative oceanography of coastal lagoons, p. 63-81. In: Wolfe, D.A. [Eds.], Estuarine variability. Academic Press, New York;