



Recursos em areias e cascalhos ao largo da Ilha de S. Miguel - Açores

Offshore aggregate resources in S. Miguel Island - Azores

R. Quartau^(a,1), F. C. Teixeira^(a,2), H. Duarte^(a,3), C. Pinto^(a,4), & H. Monteiro^(a,5)

a - Departamento de Geologia Marinha, INETI, I.P. Estrada da Portela, Zambujal, 2720-866 Alfragide.

[1- rui.quartau@ineti.pt](mailto:rui.quartau@ineti.pt); [2 – francisco.teixeira@ineti.pt](mailto:francisco.teixeira@ineti.pt); [3 – carlos.cancela@ineti.pt](mailto:carlos.cancela@ineti.pt); [4 – henrique.duarte@ineti.pt](mailto:henrique.duarte@ineti.pt); [5 - hipolito.monteiro@ineti.pt](mailto:hipolito.monteiro@ineti.pt)

SUMÁRIO

A campanha de geofísica SAMI-1 realizada ao largo da Ilha de S. Miguel (Açores) permitiu a aquisição de perfis sísmicos de alta resolução (Boomer) e de batimetria detalhada. Estes dados possibilitaram a definição das áreas mais promissoras em inertes (areias e cascalhos) na plataforma insular de S. Miguel. Deverão ser efectuados estudos de pormenor de forma a caracterizar estas áreas, para servirem de apoio à elaboração de um plano de gestão da extracção de inertes em redor das ilhas.

Palavras-chave: S. Miguel; Açores; plataforma insular; inertes; areias e cascalhos

SUMMARY

The geophysical survey around the S. Miguel Island (Azores) collected high resolution seismic profiles (Boomer) and detailed bathymetry. The interpretation of these data made possible the definition of the more promising areas of aggregates (sand and gravel) in the insular shelf of S. Miguel. These areas should be studied in more detail to support the design of a management plan of the offshore marine aggregates extraction.

Key-words: S. Miguel; Azores; insular shelf; aggregates, sand and gravel

Introdução

A plataforma insular dos Açores tem sido alvo de exploração de areias e cascalhos, em quase todas as ilhas. A actividade extractiva tem ocorrido, de um modo geral, sem estudos geológicos prévios.

Neste contexto, o Departamento de Geologia Marinha (DGM) do INETI, I.P. foi convidado pelo Departamento de Oceanografia e Pescas (DOP) da Universidade dos Açores para, conjuntamente, responderem a uma solicitação da Direcção Regional do Ordenamento do Território e Recursos Hídricos da Secretaria Regional do Ambiente dos Açores, de forma a iniciar a cartografia da distribuição dos inertes em redor das ilhas dos Açores [1, 2].

Na zona económica exclusiva dos Açores foi definido pelo DGM um rectângulo cujo canto inferior esquerdo tem 36° de longitude W e 32° de latitude N e o canto superior direito tem 20° de longitude W e 44° de latitude N. Esse rectângulo foi dividido em blocos com 1° de latitude por 1° de longitude que foram numerados sequencialmente de

1 a 192. Por sua vez, cada bloco foi decomposto em lotes com 5' de latitude por 6' de longitude que também foram numerados sequencialmente. Esta divisão em lotes destina-se a facilitar a sistematização geográfica e a apresentação dos resultados e poderá também ser usada para um futuro plano de gestão de extracção de areias nas ilhas dos Açores.

Apresenta-se, neste trabalho, os resultados do levantamento de sísmica de reflexão na campanha SAMI-1 realizado com o objectivo de cartografar a distribuição de inertes em redor da Ilha de São Miguel, Açores.

Dados e Métodos

A campanha SAMI-1 realizou-se de 12 Julho a 2 de Agosto de 2004 e consistiu na aquisição de perfis de reflexão sísmica de alta resolução [3]. Para o efeito foi utilizado um sistema do tipo *Boomer (Uniboom)*, sendo a aquisição dos perfis feita a uma velocidade média de quatro nós, com dois disparos por segundo e o sinal gravado em formato digital através do software *Boomdirect* desenvolvido no DGM [4]. Os

perfis foram adquiridos segundo uma malha regular, paralela e perpendicular à linha de costa, entre esta e aproximadamente 100 m de profundidade (Fig. 1). O comprimento total dos perfis sísmicos adquiridos foi cerca de 714 km. Durante a aquisição sísmica foram recolhidos dados de posicionamento através de um sistema *GPS*.

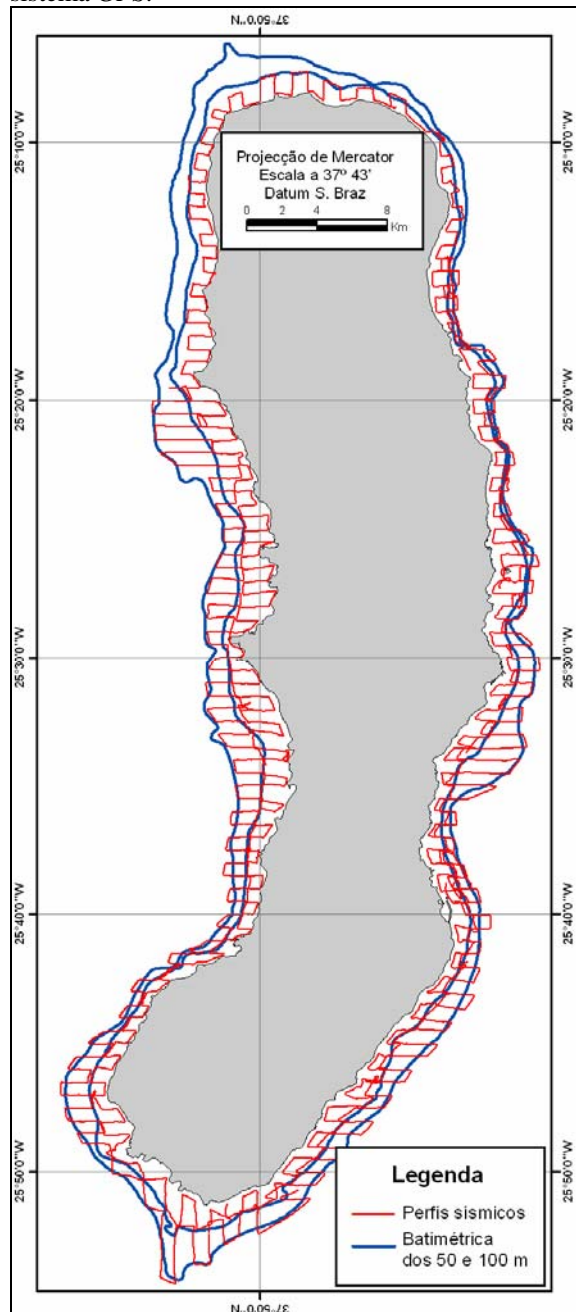


Fig.1: Trajectória do levantamento de sísmica de reflexão efectuado com o sistema *Boomer*.

Processamento dos dados

Os dados de navegação foram processados de forma a corrigir os erros de várias fontes introduzidos no posicionamento. Estima-se que o erro médio de posicionamento obtido dos traços sísmicos é de 8 metros. Os ficheiros *SEG Y* foram também processados no software *SPW* para melhorar a razão sinal/ruído e fazer correcções de geometria [5]. O

registo resultante do processamento tem uma gama de frequências entre 150 e 1200 Hz e uma resolução vertical inferior a 2 metros.

Interpretação dos dados

Os perfis sísmicos foram interpretados no software *SeisWorks2D* da *Landmark*. Numa primeira abordagem utilizou-se o carácter do eco do fundo do mar para distinguir diferentes tipos de fundo, adaptando para este objectivo a metodologia de classificação de ecos [6, 7]. A classificação do carácter do eco do fundo do mar permitiu distinguir três tipos diferentes de ecos (Fig. 2 e Fig. 3):

- Tipo I – Eco nítido, contínuo, frequentemente com reflexões abaixo do fundo.
- Tipo II – Eco irregular e difuso, contínuo, sem reflexões abaixo do fundo. Observam-se com frequência ecos laterais.
- Tipo III – Eco irregular e difuso, contínuo, com reflexões caóticas abaixo do fundo.

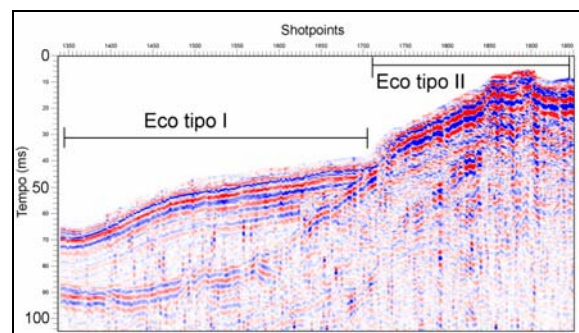


Fig.2: Perfil sísmico que mostra os tipos de ecos I e II identificados.

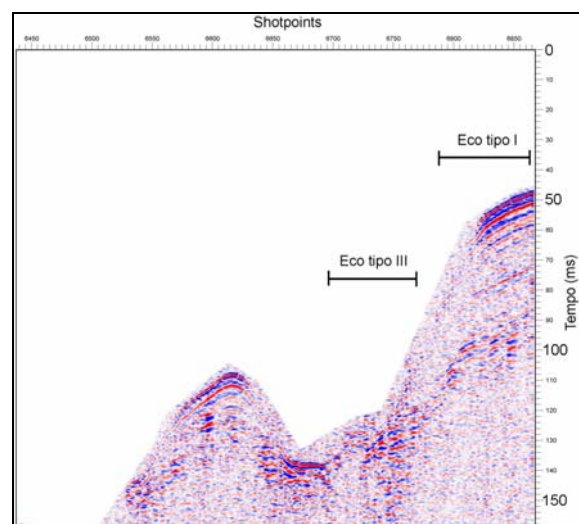


Fig.3: Perfil sísmico que mostra os tipos de ecos I e III identificados.

Os tipos de ecos identificados foram associados a diferentes tipos de fundo. Esta interpretação foi feita, com base em trabalhos de referência sobre interpretação de ecos de fundo [6, 7] e também fruto da experiência adquirida em trabalhos anteriores com dados semelhantes [1, 2]. O eco do tipo I foi

interpretado como sendo sedimentos, o tipo II como afloramentos rochosos e o tipo III como movimentos de vertente.

Nas zonas onde o fundo do mar foi considerado sedimentar, os perfis sísmicos foram interpretados segundo a metodologia da estratigrafia sísmica [8]. Foi identificada uma unidade sísmica e os seus limites digitalizados em horizontes, utilizando para o efeito, as ferramentas de interpretação do software *SeisWorks2D* da *Landmark*. Utilizou-se uma velocidade aproximada de propagação do som em sedimentos não consolidados (1600 metros por segundo) para converter a espessura da unidade sísmica em metros.

O valor de 1600 metros por segundo será provavelmente um valor por defeito, pois a velocidade poderá ser superior no caso dos sedimentos serem areias e cascalhos. É também de admitir que em profundidade estes sedimentos possam estar consolidados, o que implica que a velocidade do som ainda possa ser mais elevada. Admitindo que estas suposições possam estar correctas e assumindo uma velocidade máxima de propagação do som de 2000 metros por segundo, as espessuras determinadas poderão ser acrescidas de cerca de 30%.

As zonas rochosas e as zonas com movimentos de vertente foram também digitalizadas em horizontes e utilizados para cartografar os afloramentos rochosos e as zonas com movimentos de vertente.

Resultados

Foi identificada uma unidade sísmica (Fig. 4) que é limitada no topo pela reflexão do fundo do mar e na base por uma superfície caracterizada por uma reflexão com alta reflectividade e amplitude, muito contínua e regular. A unidade identificada tem uma forma sigmoidal, apresentando as maiores espessuras na plataforma a profundidades intermédias (entre 60 e 80 metros de profundidade). Em direcção a terra esta unidade diminui de espessura indo normalmente de encontro a afloramentos rochosos, onde termina. Em direcção ao mar, a unidade também diminui de espessura, acabando por desaparecer no bordo da plataforma. Os reflectores dispõem-se em *onlap* em direcção a terra (*onlap* costeiro) e em *downlap* em direcção ao mar. Trata-se de uma unidade estratificada, cujas reflexões internas apresentam uma reflectividade pequena a moderada e de pequena continuidade. Nalgumas zonas é possível identificar uma subunidade que não foi cartografada por não ser possível segui-la em todos os perfis. Nas zonas do bordo da plataforma onde a unidade não desapareceu por completo, observam-se movimentos de vertente.

Discussão

O resultado da interpretação dos perfis de *Boomer* permitiu realizar mapas de espessura de sedimentos, onde estão também incluídos os afloramentos rochosos e os movimentos de vertente e deste modo descrever a distribuição geográfica das ocorrências de sedimentos na plataforma insular de S. Miguel. Considerando que é entre os 20 e os 80 metros de profundidade que poderá ser feita a eventual exploração, construíram-se mapas tendo em conta os referidos limites, isto é abaixo dos 20 metros para garantir a protecção da costa e das praias e acima dos 80 metros por ser impraticável a exploração a maiores profundidades.

Uma das zonas mais promissoras corresponde à área definida pelos lotes 107-22, 107-23 e 107-33 (Fig. 5) pois apresenta a conjugação de espessuras elevadas de sedimentos e declive da plataforma médio (cerca de 5%). Nesta área identificaram-se sub-bacias, nomeadamente, a bacia a SSW do vértice geodésico de Lomba da Cruz (50 metros de espessura máxima), a bacia a Sul da povoação de Feteiras (70 metros de espessura máxima) e a bacia a SSW da cidade de Ponta Delgada (60 metros de espessura máxima). Para além disso toda esta zona tem uma cintura de afloramentos rochosos, paralela à linha de costa, que se estende pelo menos até aos 10 metros de profundidade, que a protege da erosão que eventualmente poderia ser causada pela extracção de areias.

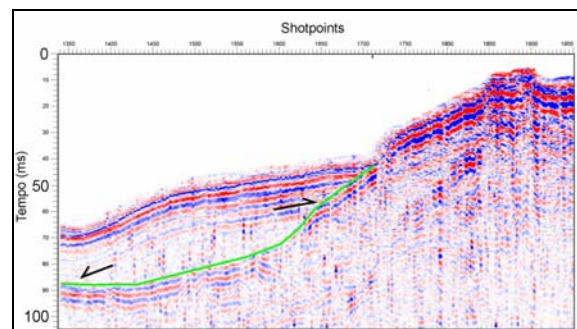


Fig.4: Perfil sísmico que mostra a unidade sísmica definida de sedimentos superficiais. A verde está assinalada a base da unidade e a preto as terminações dos reflectores (*onlap* na seta da direita e *downlap* na da esquerda).

Conclusões e trabalhos futuros

A distribuição geográfica das ocorrências de sedimentos na plataforma insular de S. Miguel permitiu inferir as áreas mais promissoras em inertes.

Visto o conhecimento existente sobre a dinâmica sedimentar litoral e da plataforma nos Açores ser ainda deficiente será necessário efectuar antes da exploração, estudos pormenorizados de prospecção nas zonas mais promissoras. Estes estudos deverão envolver reconhecimentos por sonar de pesquisa lateral e colheita de amostras das áreas a prospectar. Nas zonas onde o litoral seja arenoso, deverão ser

realizados perfis de praia sub aéreos e submarinos de forma a poder definir as variações sazonais e determinar a profundidade de fecho da praia [9]. A determinação deste limite é muito importante para definir a profundidade a partir da qual não é significativo o transporte sedimentar perpendicular à linha de costa.

Com base nestes estudos de pormenor deverá ser assegurado a elaboração de um plano de gestão da extracção de inertes em redor das ilhas. Neste plano é preciso limitar a exploração de areias submersas em áreas que possam contribuir para o fortalecimento das zonas costeiras ou que estejam implicadas na dinâmica das praias. Haverá também que garantir que ficará assegurada a protecção efectiva do ambiente marinho face aos possíveis efeitos negativos no ecossistema que poderão advir da actividade de extracção de inertes.

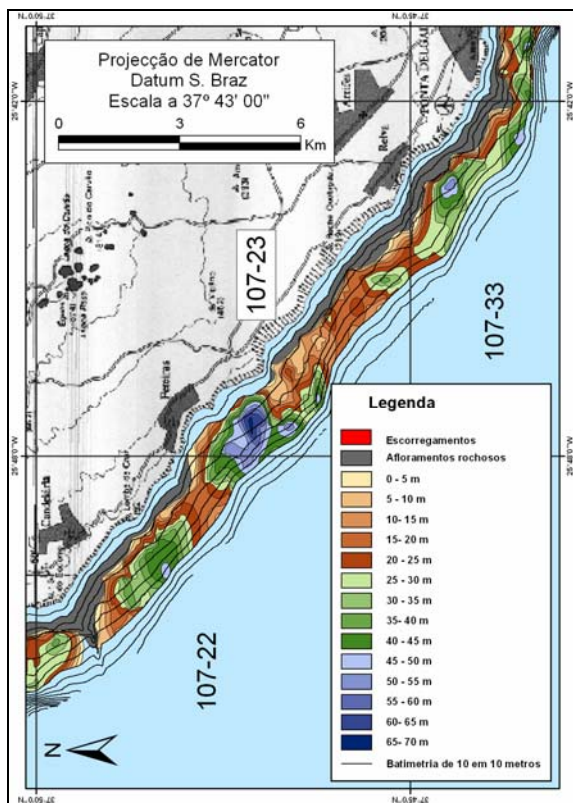


Fig.5: Espessuras de sedimentos entre os 20 e 80 metros de profundidade nos lotes 107-22, 107-23 e 107-33.

Agradecimentos: Este trabalho insere-se no âmbito do projecto Gemas suportado pela Secretaria Regional do Ambiente da Região Autónoma dos Açores. Rui Quartau beneficiou de uma bolsa INGMAR BDGEOL1 concedida pela Fundação para Ciência e Tecnologia. Agradece-se ao Tiago Domingues, Frederico Cardigos (DOP) e ao Mestre Serpa e restante tripulação do NI Arquipélago (DOP) toda a colaboração que tornou possível este trabalho.

Referências Bibliográficas

- [1] Quartau, R., Teixeira, F. C., Monteiro, J. H., Cunha, T., Pinheiro L. M. and Cardigos, F (2003) – Sand resources on the continental shelf of Faial Island (Azores). Thalassas, special volume on the 4th Symposium on the Atlantic Iberian Continental Margin (vol. 19 - 2b), pp. 117-118, 7th to 10th July 2003, Vigo, Espanha.
- [2] Quartau, R., Teixeira, F. C., Bouriak, S., Monteiro, J. H., Pinheiro, L. M. e Cardigos, F (2003) – Recursos em areias e cascalhos ao largo da ilha do Pico – Açores. Ciências da Terra (UNL), Lisboa, nº esp. V, CD-ROM, pp. L41- L44. VI Congresso Nacional de Geologia, 4-6 Junho 2003, Monte da Caparica.
- [3] Quartau, R., Curado, F., Duarte, H., Muíños, S., & Pinto, C. (2005) – Projecto Gemas – Relatório da campanha de sísmica de reflexão (SAMI-1) realizada ao largo da ilha de S. Miguel. Relatório Técnico INGMARDEP 3/2005. Dept. de Geologia Marinha e Costeira, INETI, I.P., Lisboa, 22 pp., 7 figs.
- [4] Bouriak, S. 2003. Activity report of the post-doctoral fellowship of Serguei Bouriak. Processing of seismic data and development of geophysical software. Relatório Técnico INGMARDEP 19/FCT/2003, Dept. Geologia Marinha - IGM, Lisboa.
- [5] Pinto C., Duarte, H. e Quartau, R. 2005. Relatório do processamento de dados (navegação e ficheiros SEGYY) da campanha SAMI-1 - Projecto GEMAS. Relatório Técnico INGMARDEP 6/2005, Dept. Geologia Marinha - INETI, I.P., Lisboa.
- [6] Damuth, J.E. 1980. Use of high-frequency (3.5-12kHz) echograms in the study of near-bottom sedimentation processes in the deep-sea: a review. Marine Geology, 38: 51-75.
- [7] Pratson, L.F. and Laine, E.P. 1989. The relative importance of gravity induced versus current-controlled sedimentation during the Quaternary along the mid-east US outer continental margin revealed by 3.5 kHz echo character. Marine Geology, 89: 87-126.
- [8] Mitchum, R.M., Vail, P.R. and Sangree, J.B. 1977. Seismic stratigraphy and global changes in sea level: Part 6. Stratigraphic interpretation of seismic reflection patterns in depositional sequences. In: Seismic stratigraphy - applications to hydrocarbon exploration (Ed C.E. Payton), AAPG Mem. 26, pp. 117-133. AAPG, Tulsa.
- [9] Nicholls, R.J., Birkemeier, W.A. and Lee, G.-h. 1998. Evaluation of depth of closure using data from Duck, NC, USA. Marine Geology, 148: 179.