

6º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

USO DE SONAR DE VARREDURA LATERAL NA AVALIAÇÃO DE ÁREAS DE RISCO PARA INSTALAÇÃO DE ESTRUTURAS SUBMARINAS NA COSTA DO ESPÍRITO SANTO

AUTORES:

ALEX EVARISTO DA SILVA

VALÉRIA DA SILVA QUARESMA

ALEX CARDOSO BASTOS

TARCILA FRANCO

INSTITUIÇÃO:

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

Este Trabalho foi preparado para apresentação no 6º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás- 6º PDPETRO, realizado pela Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás-ABPG, no período de 09 a 13 de outubro de 2011, em Florianópolis-SC. Esse Trabalho foi selecionado pelo Comitê Científico do evento para apresentação, seguindo as informações contidas no documento submetido pelo(s) autor(es). O conteúdo do Trabalho, como apresentado, não foi revisado pela ABPG. Os organizadores não irão traduzir ou corrigir os textos recebidos. O material conforme, apresentado, não necessariamente reflete as opiniões da Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás. O(s) autor(es) tem conhecimento e aprovação de que este Trabalho seja publicado nos Anais do 6ºPDPETRO.

USO DE SONAR DE VARREDURA LATERAL NA AVALIAÇÃO DE UMA ÁREA PARA INSTALAÇÃO DE DUTOS SUBMARINOS

Abstract

All kind of exploratory activity performed in coastal and offshore areas require detailed knowledge of marine bottom and sub-bottom conditions. In relation to submarine rigid pipeline projects, the final route design is defined after mapping main features of seafloor and subsurface. By the use of side scan sonar and bathymetry data is possible identify marine bottom morphology, as depressions, steep slopes, corals, beach rocks, outcrops, as well as identification of man-made objects as anchors, metallic shipwreck, abandoned pipeline and others structures. This study purpose is based on identification of geological obstacles through mapping marine bottom. The results showed the area in question present some geohazards issue to installation of submarines structures because to the presence of numerous outcrops (lateritic duricrusts) areas and to the presence of ripples and dunes that indicate sediment mobility.

Introdução

Projetos de engenharia em áreas costeiras e *off-shore*, como no caso de instalação de dutos submersos, necessitam de um conhecimento detalhado do fundo e sub-fundo marinho. A presença de obstáculos naturais e/ou antrópicos ou mesmo zonas instáveis, podem comprometer a integridade do duto, causando riscos econômicos, como perda ou dano a equipamentos e danos ao meio ambiente e a sociedade (CWIK et al., 2010).

O processo de seleção de uma rota de duto é bastante complexo e não deve ser realizado sem informações sobre a topografia e geotecnia marinha. Estas informações podem ser adquiridas em cartas, mapas e através de levantamentos ambientais, hidrográficos e principalmente geofísicos (SILVA, 2005). Segundo Tootill et al. (2004), os fatores envolvidos na escolha de uma rota podem ser divididos em duas categorias principais: primários e secundários. Os fatores primários incluem as regiões e parâmetros de instalação do duto. Já os fatores secundários incluem: batimetria, características do fundo marinho, geologia de sub-superfície, riscos geológicos, questões biológicas e ambientais.

A aplicação de métodos diretos e indiretos de investigação do fundo marinho, como sonografia, sísmica e testemunhagem, são amplamente utilizados visando estudos de estabilidade e mobilidade dos sedimentos, bem como a identificação e posicionamento de estruturas submarinas (LOPES et al., 2003; PELLIZZARI et al., 2005). De acordo com Morelissen et al., (2003), a aplicação desses métodos também permite a determinação da profundidade do topo da estrutura, além de monitorar a sua estabilidade, taxa de afundamento e seu impacto nos processos sedimentares, tais como a mudança das feições de fundo e o surgimento de zonas de erosão e deposição de sedimentos. O conhecimento da cobertura sedimentar superficial também se faz importante na determinação de locais para a instalação de estruturas submarinas, visto que as formas de fundo são resultados da interação entre processos hidrodinâmicos, como ondas e correntes, e sedimento.

O Sonar de Varredura Lateral (*Side Scan Sonar*) é um equipamento utilizado para obtenção de imagens de regiões submersas, podendo ser empregado para a localização de estruturas naturais (estruturas geológicas, formações sedimentares, canais, identificação do tipo de fundo, entre outros) e artificiais (dutos submarinos, barcos naufragados, canais resultante de dragagens, etc.) (BULLA et al., 2006). Em relação à sonografia, o sinal acústico emitido pelo equipamento retorna ao mesmo com intensidades distintas. A alta ou baixa reflexão do sinal pelo fundo marinho dar-se-á em função de

fatores como o ângulo de incidência, tipo de sedimento e formas de fundo, permitindo observar as características morfológicas e sedimentológicas do fundo dos corpos d'água (Fig. 1).

O mapeamento de áreas submersas permite o zoneamento de regiões que indicam a presença de estruturas sedimentares. O estudo dessas estruturas possibilita controlar problemas de ordem prática relacionados à região em que se encontram. Levantamentos em regiões com presença de dunas subaquosas e em outras áreas com movimentação excessiva do sedimento do fundo tornam-se particularmente importante, uma vez que estruturas de engenharia como dutos podem ficar expostos e suspensos sobre o fundo gerando áreas de maior pressão e aumentando a vulnerabilidade a acidentes (LANGHORN, 1978). Trabalhos considerando o imageamento do fundo na instalação de estruturas submarinas incluem Morelissen *et al.*, (2003), Pellizzari *et al.*, (2005) e Silva (2005).

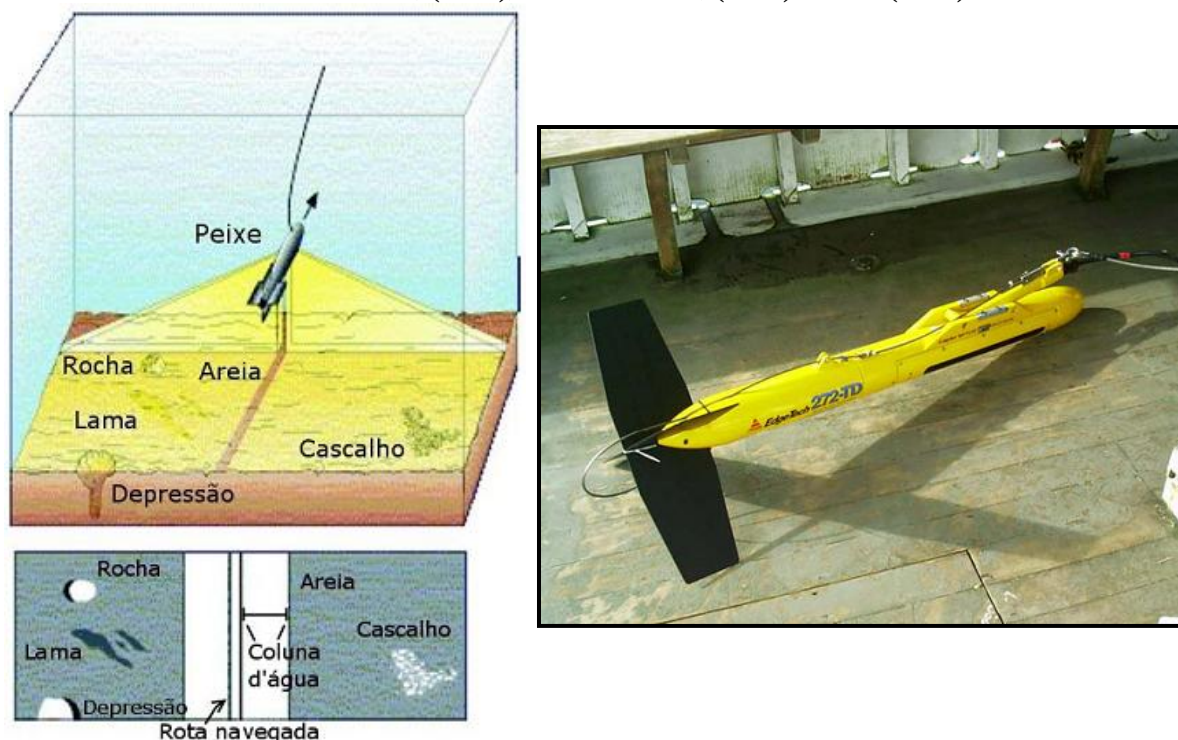


Figura 1: (a) Esquema do funcionamento do Sonar de Varredura Lateral e um modelo das imagens fornecidas pelo aparelho receptor; (b) Transdutor responsável pela emissão do pulso sonoro;

A crescente expansão de campos de óleo e gás traz a necessidade do emprego de oleodutos e gasodutos como solução para o escoamento da produção destes recursos dos poços em mar para as locações em terra. Atualmente, as rotas destas estruturas envolvem principalmente a plataforma continental interna. O município de Aracruz (ES) é um dos principais municípios capixabas na produção de petróleo e gás. Sabendo disso, este trabalho visa analisar possíveis áreas de risco de uma área específica que inclui a desembocadura do estuário do Piraquê açu e sua plataforma interna adjacente, através do imageamento do fundo, batimetria e cobertura sedimentar superficial.

Metodologia

A região escolhida é a desembocadura do sistema estuarino do Piraquê açu, localizado no município de Aracruz (ES), e a plataforma continental interna adjacente ao estuário (Fig. 2).

O imageamento do fundo marinho foi realizado com um sonar de varredura lateral modelo Edgetech 4100 operando em frequência de 100 kHz na região estuarina e varredura de 100 metros e 500 kHz na plataforma e varredura de 200 metros. O processamento foi realizado no software Discover 4100

Edgetech e no SonarWizMAP-4 (Chesapeak Technology). A nomenclatura das formas de fundo foi realizada através da proposta de Ashley (1990).

A batimetria foi obtida usando uma Ecosonda GPS Garmin 178C (monofeixe). A cobertura sedimentar superficial foi realizada a partir da análise das amostras coletadas no estuário Piraquê açu e na plataforma adjacente.

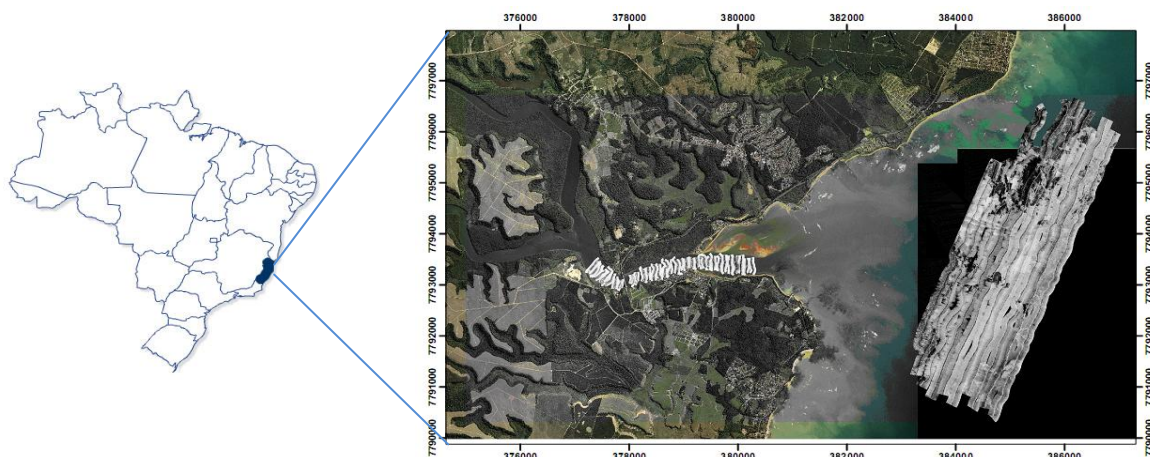


Figura 2: Área de estudo e localização das linhas de sonar.

Resultados e Discussão

A batimetria do canal do estuário e da região da plataforma continental adjacente à sua desembocadura (Fig. 3) mostra uma variação da profundidade ao longo do ambiente.

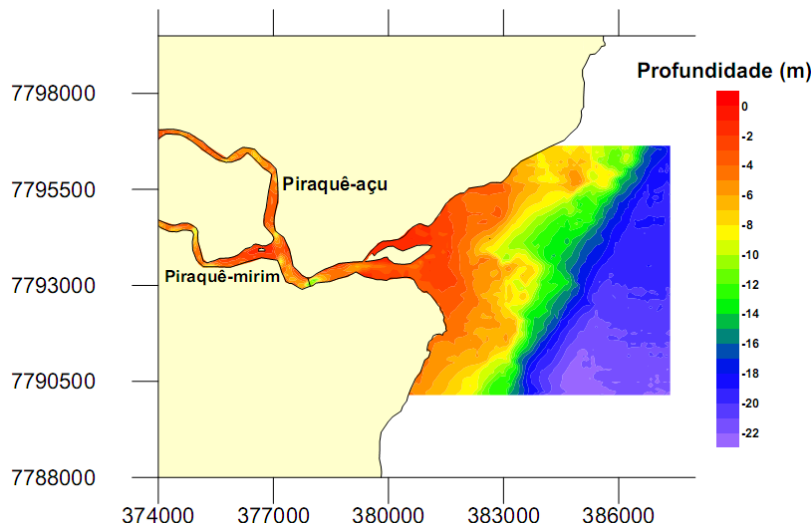


Figura 2: Batimetria do estuário Piraquê açu e plataforma continental adjacente.

Nota-se que as maiores profundidades do complexo estuarino estão localizadas no canal central próximo a ponte, alcançando profundidades de 13 metros. As regiões de maiores profundidades podem condicionar a formação de vias preferenciais de circulação e promover áreas de maior hidrodinâmica. Já no interior do estuário e na região da desembocadura próximo a um banco arenoso as profundidades são menores, não ultrapassando a cota de 8 metros. Nas regiões próximas a margem a profundidade fica em torno de 5 metros. Nessa profundidade desenvolvem feições tipicamente estuarinas como planícies de maré, não muito desenvolvidas no estuário Piraquê açu.

A plataforma interna adjacente ao estuário apresentou profundidades que variam de 5 a 23 metros, sendo um padrão bem difuso composto por relevos positivos, que podem representar material consolidado como couraças lateríticas, e depressões, representadas por canais. A presença dessas couraças, limitando o desenvolvimento do canal, promove uma feição em forma de funil do canal, sendo o mesmo pouco desenvolvido na região próxima a costa. Após a cota de 15 metros a batimetria passa a ter uma declividade mais suave com as linhas batimétricas paralelamente a linha de costa.

A batimetria da região apresenta, de maneira geral, aclives ou declives abruptos, representando uma desvantagem caso fosse instalada uma estrutura submarina no local, uma vez que o gradiente do fundo marinho, movimentos diapíricos e a ação de correntes de fundo contribuem para gerar pontos críticos para a estabilidade (SILVA, 2005).

A partir da análise do mosaico sonográfico foram identificadas as formas de fundo e sua localização (Fig. 4).

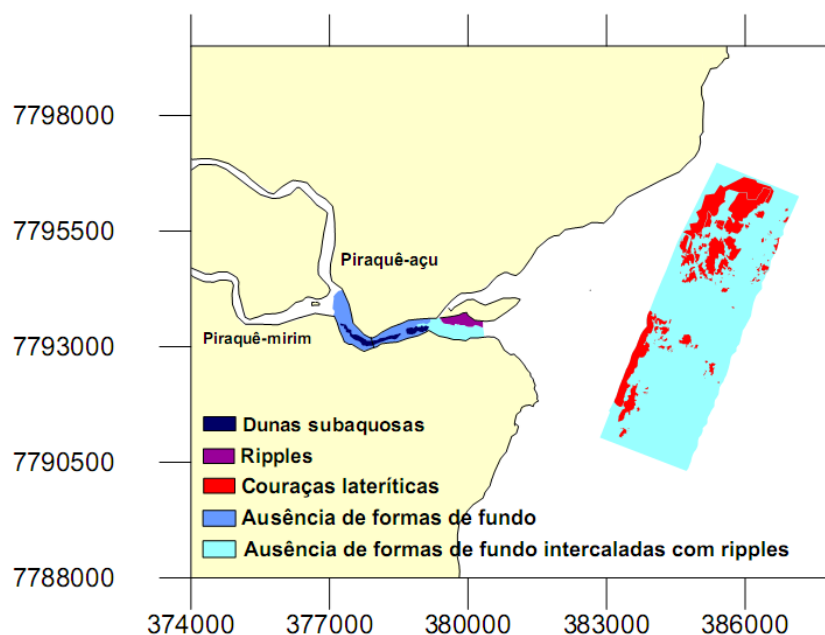


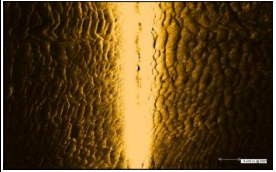
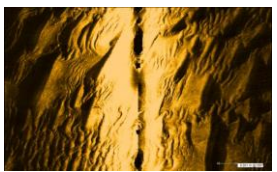
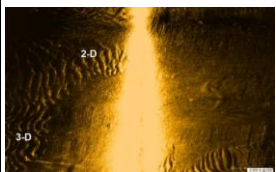
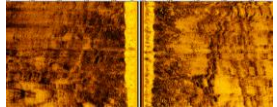
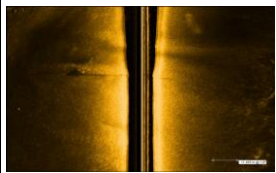
Figura 4: Tipos de formas de fundo encontrados na região da desembocadura do estuário do Piraquê-açu e na plataforma interna adjacente.

A região foi dividida em 5 regiões distintas de acordo com as características principais das formas de fundo identificadas (Tab. 1).

Do ponto de vista do duto, o ideal seria que o mesmo fosse assentado em um solo nivelado e liso, e caracterizado como uma argila marinha média e estável, que permitisse seu assentamento e promovesse o aumento de sua estabilidade. Se o fundo marinho é irregular e rochoso, ocorrem muitos vãos livres e pontos onde há concentração de esforços que podem danificar seu revestimento externo. Por outro lado, se o solo é muito mole, o duto pode afundar, dificultando o alcance para fins de inspeção e reparos e outras operações como interligações com outras linhas (SILVA, 2005).

Nos registros da plataforma continental, os sonogramas mostram um aspecto rugoso normalmente relacionado a presença de rochas ou no caso da região em questão de couraça laterítica, intercalado de zonas com aspectos liso que indicam uma região arenosa (Fig. 2 e 5). As couraças lateríticas aprisionam sedimento permitindo que este seja retrabalhado por correntes próximas ao fundo. Em determinadas regiões ocorre à formação de ripples e outras formas de fundo de pequeno porte.

Tabela 1: Formas de fundo encontradas na desembocadura do Piraquê-açu e na plataforma adjacente.

<i>Ripples</i>		Dunas subaquosas	
Ausência de formas de fundo intercaladas com <i>ripples</i>		Couças lateríticas	
Ausência de formas de fundo			

Na implantação de dutos submarinos, a caracterização da superfície de fundo (topografia e feições geológicas) e dos estratos sedimentares rasos, torna-se fator fundamental já que irá condicionar a distribuição dos dutos na superfície de fundo e o tipo de operação de escavação a ser executada. A presença de *sandwaves* pode dificultar a implantação de uma determinada estrutura, já que estão intimamente relacionadas a fundos bastante dinâmicos resultantes da atuação de fortes correntes. Dessa forma, *sandwaves* e outras pequenas feições de pequeno porte, como *ripples*, devem ser evitadas sempre que possível, pois estas estruturas movem-se significativamente durante a vida útil de um duto. Os movimentos são irregulares e difíceis de serem previstos (Silva, 2005).

Através do mapa de cobertura sedimentar observou-se a predominância de classes finas dentro do estuário e de classes média e grossa na plataforma interna. As amostras onde predominam sedimento fino localizam-se nas áreas de menor dinâmica, portanto, mais protegidas. Na plataforma, a ação de ondas e correntes impede o depósito de sedimentos finos. Além disso, as couças servem como fonte de material grosso.

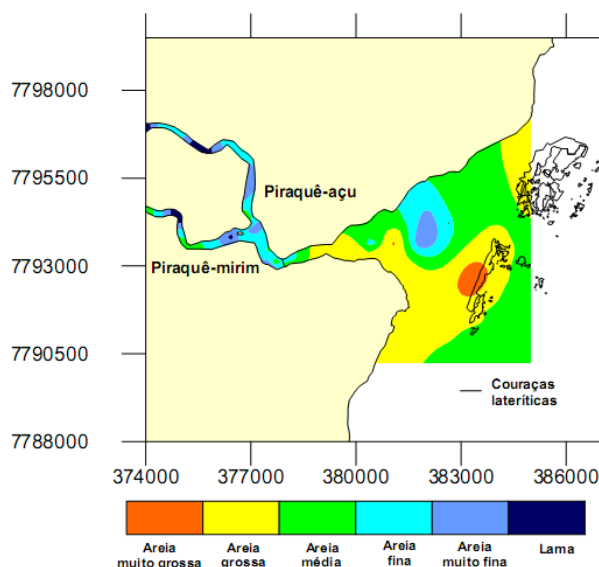


Figura 5: Mapa de granulometria média no estuário Piraquê-açu e na plataforma continental adjacente.

Um dos fatores limitantes para o assentamento de estruturas tais como dutos submarinos é a presença de substratos rochosos ao longo da área desejada para instalação, já que essas feições geomorfológicas não são planas, facilitando, muitas vezes, que as estruturas se rompam, ou seja, perturbadas pelas condições hidrodinâmicas do local, na área de estudo essas formas foram mapeadas e são demonstradas na Figura 4 sob a região denominada Couraças Lateríticas.

A avaliação de áreas propícias para a instalação de estruturas submarina é bastante complexa devido ao grande número de variáveis que devem ser levadas em consideração para estimativas tornarem-se mais precisas. Por essas razões é necessário discutir as limitações e possíveis erros associados aos estudos realizados na região. Além disso, a facilidade de aplicação do método geofísico o torna bastante interessante em análises preliminares, possibilitando um satisfatório mapeamento de áreas estáveis para o assentamento de estruturas submarinas (DELPUPPO, 2007).

Uma interpretação integrada dos dados mostrou a presença de diversos obstáculos que devem ser evitados, como a presença de couraças lateríticas e formas de fundos. Neste caso, se a área analisada venha a ser alvo de interesse para instalação de estruturas submarinas, esses obstáculos deverão ser profundamente estudados e serem devidamente considerados em um momento de planejamento de, por exemplo, rotas de dutos de transporte de óleo e gás.

Conclusões

A análise e a interpretação de dados sonográficos permitem um conhecimento mais detalhado do fundo oceânico e maior segurança na instalação de equipamentos de produção e escoamento de petróleo.

Como foi verificado nos registros sonográficos, e confirmado pela coleta de sedimentos, a área estudada não seria a mais adequada para instalação de dutos submarinos, devido à presença de diversos obstáculos, como couraças lateríticas e formas de fundos, além de ser uma área estuarina de grande importância econômica, social e ambiental para região.

Agradecimentos

Ao CNPq pelo financiamento do Projeto: Processos Geoquímicos, Sedimentares e Modelagem em Estuários com Múltiplos Usos do seu Entorno (nº 620193/2008-5). A ANP pela bolsa de mestrado do principal autor.

Referências Bibliográficas

- ASHLEY, G. M. 1990. Classification of large-scale subaqueous bedforms: a new look at an old problem. *Journal of Sedimentary Petrology*, v. 60, n. 1, p. 160-172.
- BULLA, L. A. S.; CUNHA, R. P. da.; GRIEP, G. H.; HARTMANN, C. 2006. Uso do Sonar de Varredura Lateral na avaliação de uma área de mineração de areia no rio Jacui - RS. II Seminário e Workshop em Engenharia Oceânica – SEMENGO. FURG, RS.
- CWIK, M. R.; MELO, A. C.; CEZAR, G. da S.; PELLIZZARI, P. O. 2010. Integração de dados geofísicos e geológicos em projetos de dutos rígidos submersos: análise dos métodos de inferência

espacial. III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife (PE), p. 001-006.

DELPUPPO, D. F. 2007. Análise de estabilidade do fundo marinho e determinação de riscos geológicos (*geohazards*) na plataforma continental do Espírito Santo adjacente a Guarapari – ES. Monografia (Graduação em Oceanografia). Departamento de Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.

LANGHORNE, D. N. 1978. Offshore engineering and navigational problems: the relevance of sandwave research. Institute of Oceanographic Sciences.

LOPES, A. L. M.; SILVA, C. G.; DIAS, G. T. M. 2003. Caracterização sonográfica das feições arenosas de fundo da plataforma continental interna e média a sul da Bacia de Campos. VIII Congresso Internacional da Sociedade Brasileira de Geofísica, Rio de Janeiro (RJ).

MORELISSEN, R.; HULSCHER, S. J. M. H.; KNAAPEN, M. A. F.; NÉMETH, A. A.; BIJKER, R. 2003. Mathematical modelling of sand migration and the interaction with pipelines. Coastal Engineering. v. 48, p. 197-209.

PELLIZZARI, P. O.; AYRES NETO, A.; GALLEA, C. G.; CASTAÑOS, G. X. O.; PIAULINO, P. O. V. 2005. Qualitative slope stability evaluation for a pipeline route off Espírito Santo State, SE Brazil. IX Congresso Internacional da Sociedade Brasileira de Geofísica, Salvador (BA).

SILVA, B. A. 2005. Análise de Estabilidade de Taludes ao Longo da Rota de um Duto Submarino na Bacia de Campos, RJ. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Instituto de Engenharia Civil. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

TOOTILL, N. P.; VANDENBOSSCHE, M. P.; MORRISON, M. L. 2004. Advances in deepwater pipeline route selection – a Gulf of Mexico case study. Offshore Technology Conference - OTC 16633, p. 1-5.