

5º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

Mapeamento de Bancos Areno-lamosos como Subsídio às Medidas Mitigadoras ao Processo Erosivo nos Campos Petrolíferos Macau e Serra, Litoral Setentrional do Estado do Rio Grande do Norte

AUTORES:

Sérgio Tadeu Praxedes de Lima Dantas¹, Venerando Eustáquio Amaro^{1,2,3}, Anderson Targino da Silva Ferreira², Bruno César Pereira da Costa¹, Miriam Cunha do Nascimento², Dalton Rosemberg Valentim da Silva³

INSTITUIÇÃO:

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Petróleo. Campus UFRN, Natal-RN. 59072-970

sergiotdantas@uol.com.br

² Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica. PRH - ANP 22. Campus UFRN, Natal-RN

³ Departamento de Geologia, CCET/UFRN, Natal/RN

Este Trabalho foi preparado para apresentação no 5º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás- 5º PDPETRO, realizado pela Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás-ABPG, no período de 15 a 22 de outubro de 2009, em Fortaleza-CE. 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 5ºPDPETRO.

Mapeamento de Bancos Arenos-lamosos como Subsídio às Medidas Mitigadoras ao Processo Erosivo nos Campos Petrolíferos Macau e Serra, Litoral Setentrional do Estado do Rio Grande do Norte

Abstract

The northern coast of Rio Grande do Norte State, Northeast Brazil, is characterized by intense sediments transport process by wind and sea (waves and currents) actions which causes erosion and shoreline morphological instability. Mapping sand-mud flat bars and mangrove forest was realized in order to subsidize mitigating measures related to the containment of the erosive process on the oil fields of Macau and Serra installed at the studied area. Through remote sensing images, it was possible to make an analogy of the spectral characteristics of wetlands with mangrove areas, showing the possibility of re-establishment of the area, which has been found in the physical-chemical and potential characterization of the soil, contributing with the environmental monitoring of that fragile ecosystem. The digital processing generated color RGB images of multispectral bands and Principal Components from a Landsat 5 TM image obtained by the satellite on December 12 of 2008. The applied processing methodology was important to mapping wetlands and sand-mud bars units on the study area surface, indicating most favorable sites for mangrove reforestation as a strategy for erosion protection on coastal zones occupied by oil industry facilities.

Keywords: wetlands; remote sensing; oil industry; mangrove; principal components analysis

Introdução

No trecho do litoral setentrional do Estado do Rio Grande do Norte referente ao Município de Macau, encontram-se os campos petrolíferos de Macau e Serra e o Parque Eólico de Macau, todos da PETROBRAS, inseridos no contexto geológico da Bacia Potiguar, abrangendo áreas emersas e submersas rasas. O acesso ao município é realizado através das rodovias federal (BR-406), ligando Macau a Natal (capital do Estado) e estadual (RN-118), ligando Macau a cidade do Açu. Durante os últimos anos, essa área tem sido alvo de constantes estudos de avaliação e monitoramento ambiental. Na região, a conformação litorânea é caracterizada por intenso processo de transporte de sedimentos por ações das forças marinhas e eólicas, o que acarreta em erosão e situações de instabilidade morfológica da linha de costa. Esta situação tem causado transtornos operacionais à indústria petrolífera em operação na área, pois obriga constantes ações de engenharia para proteção das instalações da indústria petrolífera dispostas na faixa de praia, além de oferecer riscos à atividade de exploração de óleo nesse ambiente.

A proposta deste trabalho é de diagnóstico e análise da evolução natural da deposição dos bancos areno-lamosos periodicamente submersos presentes na área que, uma vez estabilizados, espera-se criar condições físico-químicas e biológicas favoráveis à instalação de florestas de manguezal, configurando deste modo uma proteção natural para a linha de costa e conseqüente redução da ação erosiva sobre as áreas exploratórias dos campos petrolíferos de Serra e Macau. Desta forma, este trabalho consistiu no mapeamento, através de imagens de sensores remotos orbitais e dados de campo, dos bancos areno-lamosos na área delimitada pelas coordenadas UTM (Zona 24 Sul) nos meridianos 9.432.825,46 m N e 9.442.160,02 m N e nos paralelos 764.626,18 m E e 787.855,11 m E e na analogia das características espectrais com áreas vegetadas com manguezal (Figura 1). Estas ações contribuem

para o monitoramento ambiental desse ecossistema frágil que está sofrendo interferências antrópicas e que desestabilizam as interações organismo-ambiente.

O contexto morfodinâmico da área é resultante dos processos do meio físico, das condições climáticas, das variações do nível do mar, da natureza das seqüências geológicas, das atividades neotectônicas e do déficit no suprimento de sedimentos carregados pelos rios barrados da região. O clima da região é caracterizado como semi-árido, de altas temperaturas e escassez de chuva, definido por duas estações, uma estação seca com período mais longo (variando de 7 a 8 meses) e uma estação de “inverno” com período chuvoso curto, normalmente nos meses de fevereiro a maio (IDEMA 1999).

Os ventos sopram predominantemente de NE e E, controlados pelas oscilações da Zona de Convergência Intertropical, com velocidades de 9 m/s entre agosto e outubro e a mínima de 5 m/s em abril (Chaves *et al.*, 2006). A velocidade e direção dos ventos influenciam na movimentação das águas, por meio de ondas e circulação costeira e atuam como agente modificador da dinâmica sedimentar em praias e dunas móveis.

A energia das ondas é moderada à alta com incidência de E, NE e SE, atingindo alturas de 10 a 80 cm e período entre 4 e 8 segundos, para todo o ano a arrebentação é do tipo mergulhante (Chaves *et al.*, 2006). A circulação é controlada pela corrente de deriva litorânea paralela a linha de costa (sentido leste para oeste com 20-105 cm/s.), e correntes de maré (quase perpendicular a linha de costa). Ao longo da costa os esporões arenosos maiores refletem a ação das correntes de deriva litorânea e os menores perpendiculares a costa indicam a ação de correntes de maré (Vital, 2009).

Segundo Miranda (1983), as marés influenciam na hidrografia da região estuarina, com a variação entre a preamar e a baixamar em regime de mesomaré semidiurna. Na data em que o satélite obteve a imagem utilizada neste trabalho, 12/12/2008, a amplitude de maré variou de 0,4 m (maré de quadratura) a 2,7 m (maré de sizígia), ou seja, maré enchente no instante de imageamento do LANDSAT 5 TM. A alta energia da maré provoca a mobilização de sedimentos de fundo nas proximidades da costa e formação de pequenos deltas de maré vazante ao longo dos sistemas de ilhas barreiras, esporões arenosos e foz de rios (Vital, 2009).



Figura 1: Localização geográfica da área de estudo.

A geologia na área está relacionada ao contexto tércio-quaternário da Bacia Potiguar (Figura 2), uma bacia sedimentar situada no extremo leste da Margem Continental Brasileira, abrangendo parte dos estados do Rio Grande do Norte e Ceará e suas respectivas plataformas continentais, ao longo de aproximadamente 48.000 km², sendo que 21.500 km² estão na porção emersa e 26.500 km² na porção submersa (Pessoa Neto *et al.*, 2007). A Bacia Potiguar é considerada com relação ao território nacional como a maior produtora de hidrocarbonetos em terra e segunda maior em mar, com uma produção diária de 100.000 barris de óleo (85.000 no RN e 15.000 no CE) e 4 milhões de m³ de gás natural (ANP, 2008). As unidades geológicas presentes na área correspondem aos arenitos das formações Barreiras e Tibau, Depósitos Flúvio-Marinhos, Depósitos de Mangue, Depósitos Eólicos Vegetados, Depósitos Eólicos Não-vegetados, Depósitos Litorâneos de Praia e Bancos Arenoso-argilosos (Valentim da Silva, 2009).

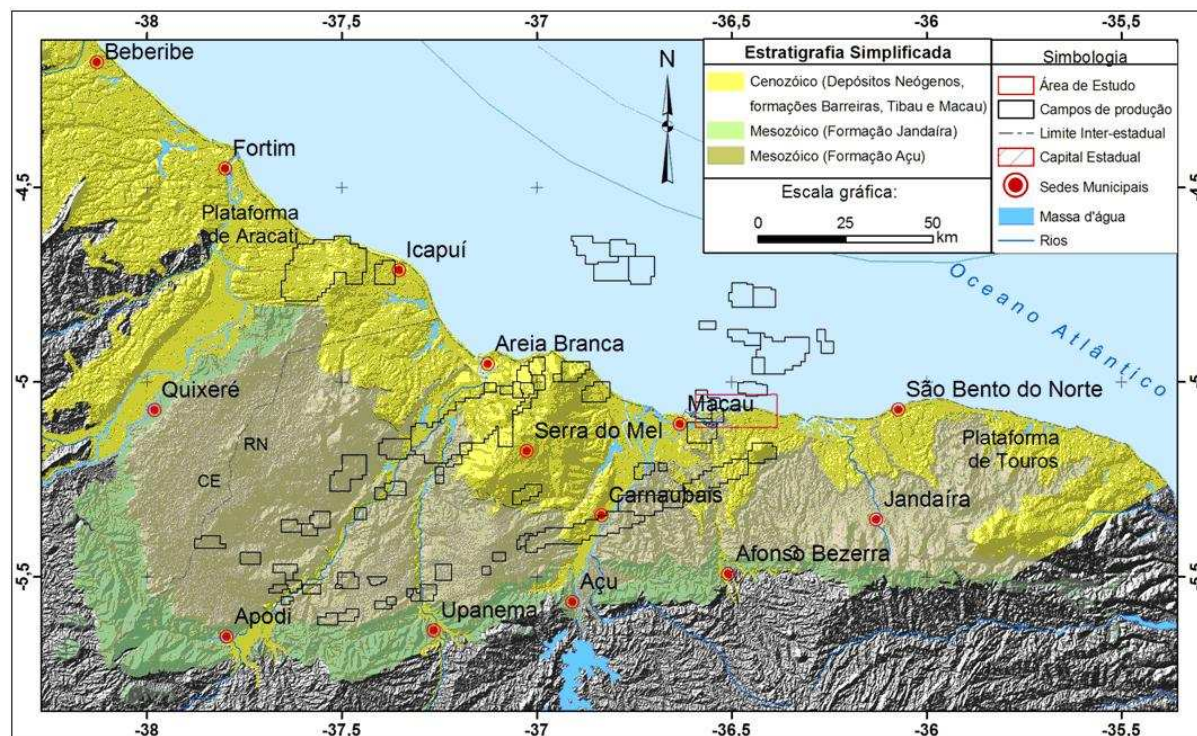


Figura 2: Contexto geológico da Bacia Potiguar.

Metodologia

Na metodologia deste trabalho foram realizados o levantamento bibliográfico e cartográfico, o processamento digital para interpretação visual de imagens digitais de satélites orbitais com o objetivo de avaliar as que melhor representassem os bancos areno-lamosos, e para confecção de mapas temáticos da área com base na identificação e reconhecimento das feições interpretadas com aquelas em campo (Figura 3).

As bandas multiespectrais da imagem LANDSAT 5 TM de 12/Dezembro/2008 foram submetidas à etapas de processamento digital que incluem a correção atmosférica, o georreferenciamento, cálculos estatísticos, razões de banda, Análise por Principal Componentes, associadas em composições RGB.

A aplicação das composições teve como objetivo avaliar e definir quais dentre elas seriam mais adequadas para o mapeamento e caracterização geoambiental da área em estudo, com base na resposta espectral dos alvos. Como sequência das atividades, foram realizados os procedimentos de análise e interpretação das assinaturas espectrais predominantes e a seleção das composições coloridas

que proporcionaram melhor distinção das unidades paisagísticas, levando-se em consideração as áreas de exploração petrolífera, as de manguezais e os bancos areno-lamosos. A análise por principais componentes (PC) foi utilizada com o objetivo de realce dos bancos areno-lamosos e das demais unidades geoambientais associadas ao ecossistema de manguezal. A transformação por componentes principais se constitui na redução da dimensionalidade dos dados, bem como na remoção da redundância de informações, fornecendo uma maior sensibilidade dos alvos (Sestini e Florenzano, 2004).

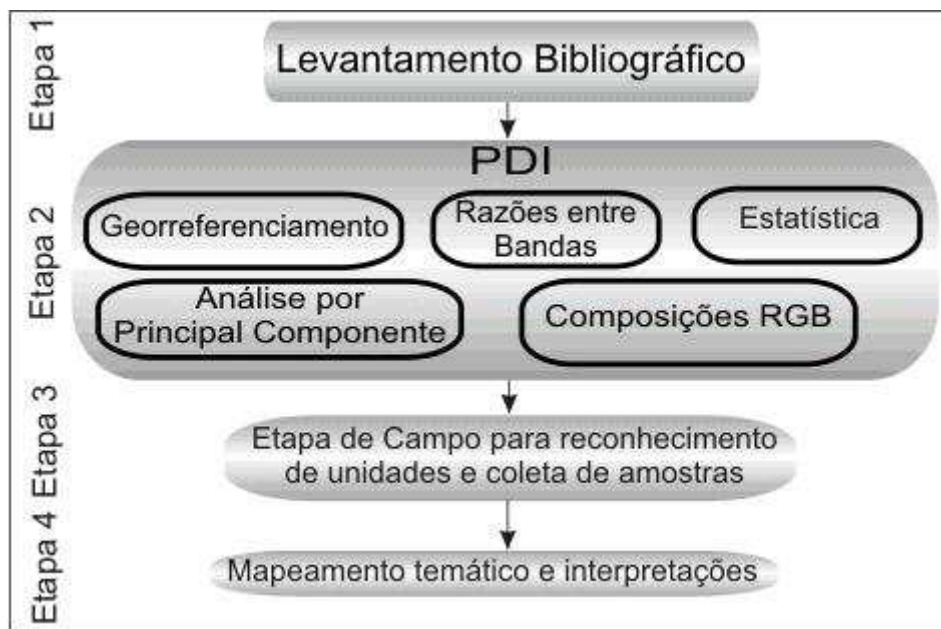


Figura 3: Estratégia metodológica aplicada.

Resultados e Discussão

As imagens resultantes dos processamentos aplicados foram interpretadas proporcionando uma boa discriminação das diversas unidades geoambientais, destacando principalmente as feições caracterizadas como bancos areno-lamosos, além da vegetação de mangue e ainda a presença antrópica na região.

Dentre as composições coloridas que mais se destacaram, a RGB_741 da Figura 4, LANDSAT 5 TM de 12/Dezembro/2008, realça diferentes respostas espectrais na superfície imageada, revelando as dunas fixas e móveis; a banda 4 no canal do verde destaca a vegetação em tonalidades variando de verde claro (caatinga) a verde escuro (manguezal), mostrando a alta resposta espectral que a vegetação possui no infravermelho próximo.

Como dito anteriormente que o intuito maior deste trabalho de processamento digital foi o de realçar os bancos areno-lamosos, foram aplicados, para tal finalidade, os processamentos com a transformação das principais componentes. Diante deste conceito, por meio da interpretação visual dos produtos e da análise estatística da imagem, foi possível destacar a composição R(PC5) G(PC3/PC4) B(Banda 5), inédita na literatura pois integra informações das principais componentes com bandas originais, realçando as diferenças entre as unidades de paisagem no ambiente costeiro, com destaque para o limites entre porções arenosas, areno-lamosas, por vezes recobertas por tapetes algálicos, além de delimitar com mais eficiência a geometria dos canais de maré na zona estuarina (Figura 5).



Figura 4: Imagem LANDSAT_5 de 12/Dezembro/2008 com as bandas 741 no sistema RGB, respectivamente.

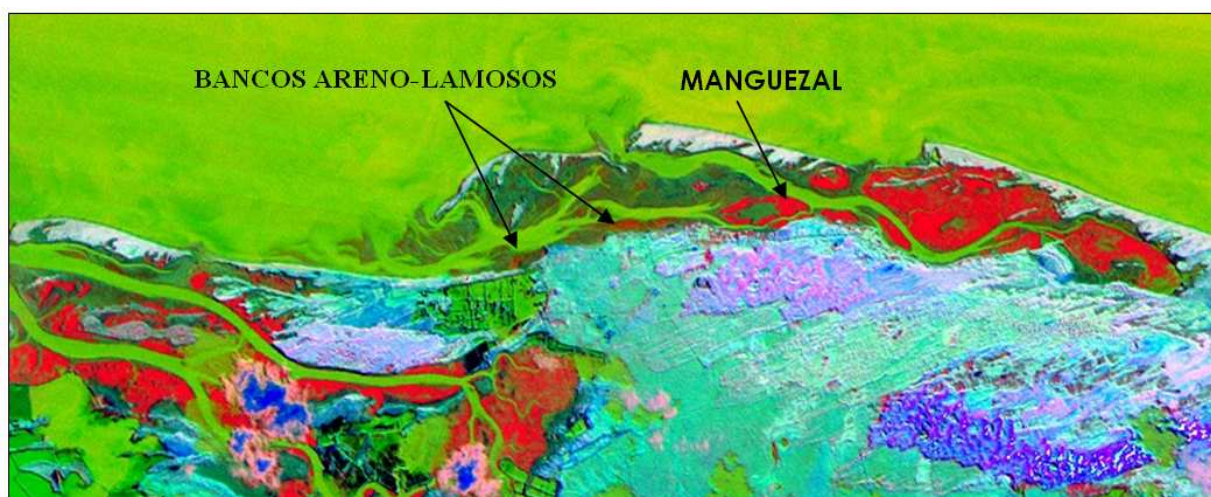


Figura 5: LANDSAT_5_TM_2008_12_12_215_064 com a aplicação da composição R(PC5) G(PC3/PC4) B(Banda 5)

Na Figura 5, os bancos areno-lamosos apresentaram-se em coloração verde escuro a verde-amarronzado, por vezes com cores marrom-avermelhadas provavelmente devido à presença de tapetes algálicos, vegetação rasteira e, eventualmente, ao alto teor de matéria orgânica. A vegetação densa de manguezal ocorre na cor vermelho vivo, enquanto as áreas de ilhas barreiras e esporões arenosos estão com colorações claras, entre amarelo e rosa claro.

Os mapas das diversas unidades, após confirmação com dados de campo, foram integrados em ambiente SIG na escala 1:50.000, incluindo a classificação das feições em função da presença ou ausência de cobertura vegetal. Os resultados indicam uma área disponível de bancos areno-lamosos com cerca de 7,87 km² ou 787 ha (Figura 6).

Conclusões

Através das imagens resultantes foi possível estabelecer a existência de ao menos 7,87 km² de área de bancos areno-lamosos com a viabilidade de ser empregada no reflorestamento, como a implantação de vegetações típicas do manguezal da região, sendo preciso para tanto, uma avaliação mais criteriosa para atender todos os requisitos de uma futura reestruturação da região, evitando assim,

o aumento do processo erosivo, o que poderia acarretar em problemas maiores relacionados à indústria petrolífera. Estes requisitos encontram-se em processo de avaliação e abrangem desde a caracterização físico-química até uma avaliação biológica com uma posterior seleção de espécies, coleta de mudas, plantio e monitoramento do processo de crescimento da vegetação.

A aplicação desta estratégia metodológica é de grande relevância para a melhor compreensão do comportamento das feições alvo do estudo que, associada com dados físico-químicos de amostras do solo coletados em campo, permite a análise da eficiência/potencialidade dos bancos areno-lamosos ao reflorestamento com espécies de manguezais locais para mitigação da ação erosiva dos processos costeiros sobre as áreas dos campos de exploração de petróleo instalados na área.

Sendo assim, os resultados obtidos mostram a importância do emprego de técnicas de processamento digital aplicada às imagens de satélites tais como o Landsat 5 TM, sendo uma valiosa maneira para extrairmos dados destinados às várias aplicações de pesquisas geoambientais.

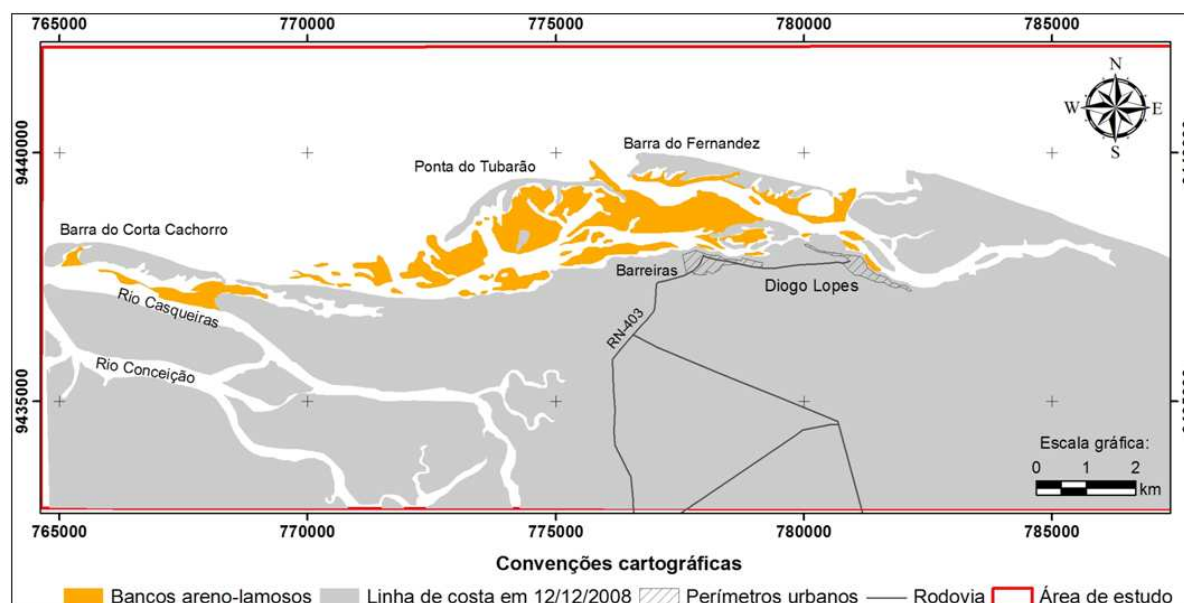


Figura 6: Mapa de bancos areno-lamosos emersos.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos Projetos Cooperativos PETRORISCO – Fase 2 ("Monitoramento Ambiental de áreas de risco a derramamento de petróleo e seus derivados") e HIDROSEMA ("Monitoramento das Mudanças Ambientais e da Influência das Forçantes Hidrodinâmicas na Morfodinâmica Costeira nos Campos de Serra-Macau, Bacia Potiguar") da Rede Cooperativa Norte-Nordeste em Monitoramento Ambiental de Áreas sob Influência da Indústria Petrolífera (REDE 05-PETROMAR, CTPETRO-FINEP/PETROBRAS/CNPq) pelos recursos disponibilizados e à Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) pela Bolsa de Mestrado concedida ao primeiro autor.

Referências Bibliográficas

ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. 2008. Brasil Round 10 - Décima rodada de licitações. Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.brasil-rounds.gov.br>. Acesso em 05/01/2009.

5º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS

CHAVES, M.S.; VITAL, H.; SILVEIRA, I.M. 2006. Beach morphodynamics of the Serra oil field, northeastern Brazil. *Journal of Coastal Research*, SI 39. p. 594-597.

IDEMA – Instituto de Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente do RN. 1999. *In: Informativo Municipal – Macau*. Natal/RN, v. 05, p. 1-14.

MIRANDA, F. M. 1983. Geologia da área de Macauzinho, Litoral Norte do estado do Rio Grande do Norte. Monografia de Graduação, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 168p.

PESSOA NETO, O.C.; SOARES, U.M.; SILVA, J.G.F.; ROESNER, E.H.; FLORÊNCIO, C.P.; SOUZA, C.A.V. 2007. Bacia Potiguar. *Boletim de Geociências da Petrobras*, Rio de Janeiro, v. 15, n.2, p. 357-369.

SESTINI, M. F.; FLORENZANO, T. G. 2004. Caracterização de cicatrizes de deslizamentos por processamento de dados TM Landsat em Caraguatatuba – SP. *Revista do Instituto de Geociências – USP*. v. 4, n. 2, p. 57-59.

VALENTIM DA SILVA, D. R. 2009. A paisagem costeira nas adjacências da foz do Rio Assu (RN) a partir da integração de imagens orbitais óticas e de RADAR. Monografia de Graduação, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 114 p.

VITAL, H. 2009. *The mesotidal barrier of Rio Grande do Norte*. In: Dillemburg, S. e Hesp, P. (eds.), *Geology and Geomorphology of Holocene Coastal Barriers of Brazil*, Springer-Verlag, Berlin, Germany. (ISBN: 9783540250081). p. 289-324.