

Integração de produtos de sensores ativos e passivos aplicada ao monitoramento ambiental no litoral do Rio Grande do Norte

Dalton Rosemberg Valentim da Silva¹
Venerando Eustáquio Amaro^{1,2}
Dário Saldanha de Souza¹
Arnóbio Silva de Souza¹
Bruno de Souza Melo¹
Michael Vandesteem Silva Souto²
Bruno Rafael de Barros Pereira

¹
DG – Departamento de Geologia
Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN
Caixa Postal: 1584. CEP: 59078-970. Natal/RN, Brasil.
daltonrosemberg@yahoo.com.br;
dariosaldanha_geo@yahoo.com.br;
arno_seiketsu@yahoo.com.br
brunosmelo@gmail.com
brunogeoufrn03@ig.com.br

²
PPGG – Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica
Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN
Caixa Postal: 1584. CEP: 59078-970. Natal/RN, Brasil
amaro@geologia.ufrn.br
michaels_br@yahoo.com.br

Abstract. The request for energetic resources caused the constant growing of hydrocarbon industry activities and the risk of oil spill in Rio Grande do Norte coast. This region displays a high environmental sensitivity and it's under influence of coastal process and different kinds of landuse, so the risk of spill brings the necessity of a environmental monitoring. This work aims the development of Digital Elevation Models – DEMs, for a better understanding of the geomorphology in the area, from the integration of radar image (SRTM) and RGB color 532 e 741 images (LANDSAT 7 ETM+). The interpretation of the results allows the geomorphological analysis and aid significantly the environmental monitoring of the region.

Palavras-chave: Digital elevation models, geomorphology, integration of remote sensing images, modelos digitais de elevação, geomorfologia, integração de imagens de sensoriamento remoto.

1. Introdução

O principal objetivo deste trabalho é a integração de produtos gerados a partir de dados SRTM (sensores ativos) com imagens multiespectrais (sensores passivos) para gerar produtos que venham a contribuir com o monitoramento ambiental em uma região que envolve os municípios de Porto do Mangue, Macau e Guamaré no litoral setentrional do Estado do Rio Grande do Norte (**Figura 1**). Essa é uma zona costeira de alta sensibilidade ambiental, intensa dinâmica costeira e grande diversidade no uso do meio físico que está inserida no contexto geológico e geomorfológico da Bacia Potiguar.

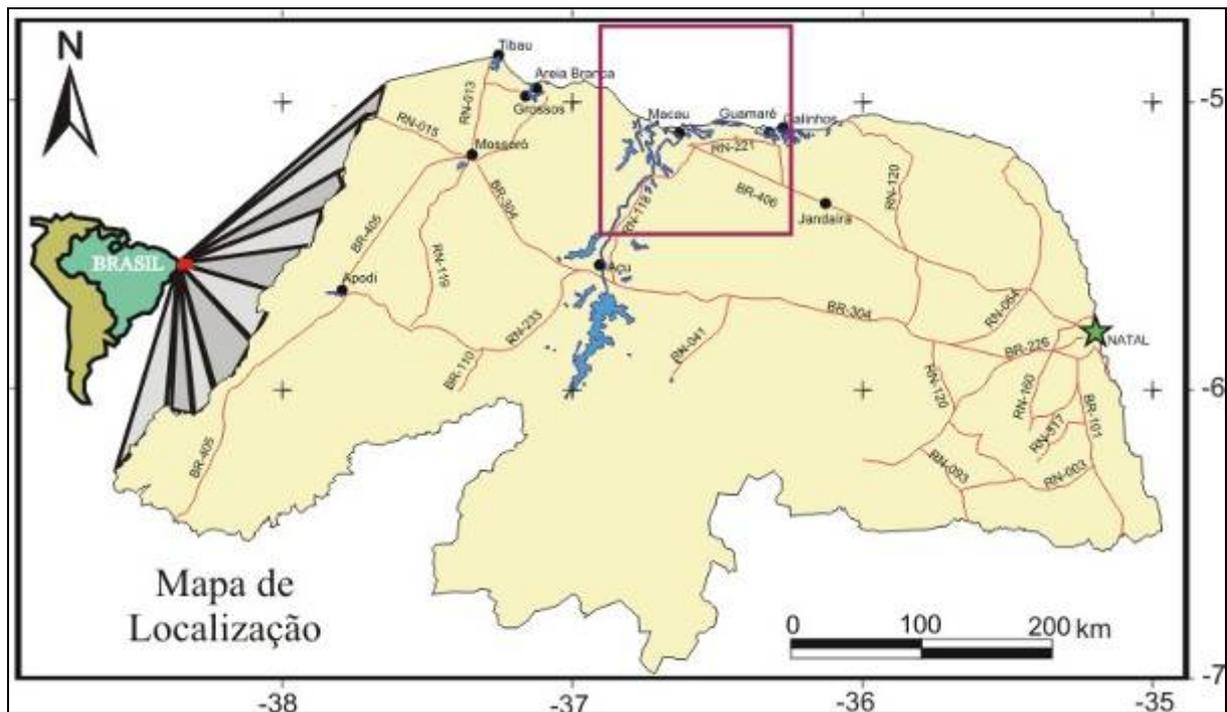


Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo.

2. Produtos de Sensores Remotos

A análise tridimensional das feições morfológicas que de alguma forma possam influenciar no contexto morfodinâmico da área pode ser realizada com a utilização de imagens de radar. O produto de radar imageador utilizado neste trabalho foi uma imagem SRTM disponibilizada via internet pela *National Aeronautics and Space Administration – NASA*. Segundo Rabus *et al.* (2003), *Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)* é um projeto da *NASA* em conjunto com o Centro Espacial Alemão (**DLR**) e a Agência Espacial Italiana (**ASI**), que teve como objetivo produzir dados topográficos digitais para 80% da superfície da terra. Isto foi possível utilizando a interferometria de radar de abertura sintética, ou seja, foram coletadas duas imagens de radar em locais ligeiramente diferentes e os padrões de interferência criados pela combinação dos dois sinais de radar permitem a identificação de mudanças na topografia.

A aquisição destas imagens foi feita por duas antenas durante os primeiros 11 dias do mês de fevereiro de 2000, a principal, localizada em um ônibus espacial e uma outra na extremidade de um mastro de 60 metros localizado na superfície do mesmo ônibus. Quando a radiação microonda transmitida pela principal atingia a superfície terrestre os raios se dispersavam e eram captados pelas duas antenas simultaneamente. Esta missão gerou imagens com 30 e 90 metros de resolução espacial, sendo que estas últimas estão atualmente disponíveis para aquisição via *internet*, permitindo o livre processamento por parte de pesquisadores em todo o mundo.

Os produtos gerados com o processamento destas imagens podem ser integrados com informações visuais, garantindo uma melhor análise e interpretação do comportamento morfológico de uma região e da influência dos aspectos geomorfológicos no ambiente.

Esta informação visual pode ser proveniente de imagens multiespectrais produzidas por satélites como *CBERS*, *IKONOS*, *SPOT* e *LANDSAT*. A imagem multiespectral utilizada neste trabalho foi obtida pelo sensor *Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+)* do satélite *Landsat 7* em 11/06/2002. Esta imagem tem resolução espacial de 30 metros e consiste nas bandas 1,2 e 3 na faixa espectral do visível, 4,5,6 e 7 na faixa do infravermelho e a banda pancromática 8 com resolução espacial de 15 metros.

3. Processamento Digital das Imagens

3.1 – Imagem SRTM

As imagens de radar são excelentes fontes de informações, porém, apresentam ruídos causados pela presença de corpos d'água. Estes ruídos se apresentam na forma de um valor de cota negativa inexistente de 32.768 metros e se não for realizado algum tratamento para elimina-lo a interpretação dos resultados produzidos com o processamento da imagem pode ser comprometida.

A correção foi possível utilizando-se da ferramenta “*Replace Bad Values*” no aplicativo *Envi 4.1*, eliminando o valor negativo e gerando uma nova imagem corrigida.

A imagem foi utilizada para desenvolver um modelo digital do terreno (**Figura 2**) através do método de interpolação por Rede Triangular Irregular (RTI) e para gerar modelos de sombreamento com iluminação incidindo em 315° Az e 45° de altitude (**Figura 2**). Estes processamentos foram realizados com a extensão 3D Analyst do Arcgis 8.3TM.

3.2 – Imagem Landsat 7 ETM+

A imagem de ponto 215 e órbita 64 foi previamente georreferenciada no sistema de coordenadas planas na projeção UTM – Zona 24S e *datum* SAD-69 utilizando o aplicativo ER-Mapper 6.4, porém para que pudesse ser integrada com SRTM (precisou ser convertida para o *datum* WGS-1984, pois este era o *datum* da imagem SRTM. Se esse processamento não fosse realizado os resultados obtidos não corresponderiam à realidade do terreno. Esta conversão foi realizada utilizando a ferramenta “*convert map projection*” do aplicativo ENVI 4.1.

O aplicativo ER Mapper 6.4 foi então utilizado para realizar combinações entre as diferentes bandas da imagem no sistema aditivo de cores RGB, gerando imagens coloridas como a composição RGB 541 que segundo Amaro & Vital (2005) é útil para classificar as diferentes unidades geoambientais. As imagens foram submetidas a técnicas de realce por equalização do histograma utilizando o aplicativo ER Mapper 6.4.

4. Resultados obtidos

Os produtos gerados realçaram as feições morfológicas da superfície e a sua interação com as atividades sócio-econômicas na área (**Figura 3**).

A integração foi realizada no aplicativo Arcgis 8.3TM, e consistiu na combinação do modelo de sombreamento com a composição 541 (**Figura 3**).

As principais interpretações obtidas a partir das diferenças texturais e altimétricas foram:

- os lineamentos de orientação NW-SE e NE-SW (**Figura 3**), marcados pela rede hidrográfica da área alojada em depressões topográficas alinhadas respectivamente com os *trends* regionais dos Sistemas de Falhas de Afonso Bezerra e Carnaubais, além do vale do Rio Açú com direção NE-SW (**Figura 3**);
- uma feição em forma de domo localizada nas proximidades do Pólo Industrial de Guamaré/RN, denominada de Domo de Mangue Seco e cuja superfície é constituída pela Formação Barreiras (**Figura 3**);

As variações altimétricas e texturais e a comparação com dados previamente conhecidos sobre a área permitiram a interpretação e classificação de diferentes unidades geomorfológicas (**Figura 4**).

A Planície de Maré consiste em uma área mista coberta durante as marés enchentes e descoberta durante as vazantes, geralmente composta por três zonas: Supramaré, Intermaré e Inframaré. Enquanto que a Planície de Inundação Fluvio-Estuarina situa-se ao longo dos rios, onde formam superfícies planas a suavemente inclinadas, poucos metros acima do nível médio das águas fluviais e/ou estuarinas, inundáveis em períodos de cheias. Ambas

juntamente com o ecossistema de manguezais ocorrem no intervalo altimétrico de 0 a 4 metros. Estas áreas de menor valor altimétrico que correspondem à Planície de Maré e Fluvio-estuarina está intensamente ocupada pelas atividades da indústria salineira e carcinicultura.

A Planície e a Depressão Interdunar são regiões correspondentes aos campos de dunas móveis e fixas que podem apresentar até 5 metros de altitude.

A Superfície de Tabuleiros Costeiros é formada pela Formação Barreiras e Depósitos Aluvionares ao longo de drenagens e canais fluviais. Ocorre em intervalos altimétricos de 7 a 73 metros, sendo os valores mais altos correspondentes a Serra do Mel (oeste) e ao Domo de Mangue Seco (este).

A Zona de Estirâncio consiste em sedimentos recentes de praia e é comumente utilizada como área de recreação.

4. Considerações Finais

A análise de feições morfológicas e interpretação em três dimensões dos fenômenos, feições e características naturais e atividades sócio-econômicas em áreas costeiras é bastante útil para compreender com precisão o seu comportamento geodinâmico.

A integração de imagens de radar com imagens multiespectrais é uma ferramenta útil para gerar modelos digitais de terreno que permitem auxiliam na caracterização do ambiente, porém é recomendável a utilização de imagens de radar com uma maior resolução espacial, pois a área possui uma alta sensibilidade ambiental e, portanto requer uma escala de trabalho que ofereça a maior acurácia possível.

O conhecimento dos aspectos morfológicos da região é importante para o planejamento das medidas de contenção em um caso de derramamento acidental de óleo buscando minimizar e evitar danos maiores ao meio ambiente e as comunidades que dependem do uso sustentável dos recursos naturais para sobreviver.

As áreas de menor valor altimétrico que correspondem à Planície de Maré e Fluvio-estuarina está intensamente ocupada pelas atividades da indústria salineira e carcinicultura.

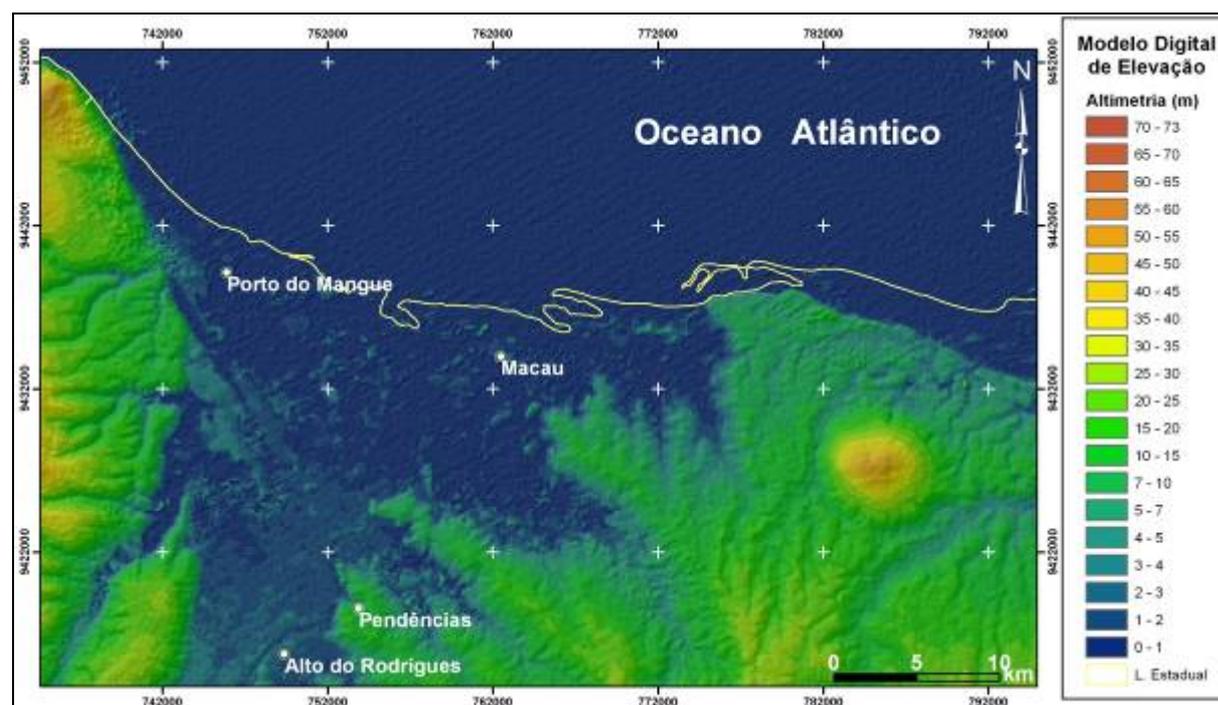


Figura 2 – Modelo Digital de Elevação integrado ao Modelo de Sombreamento 315Az 45°.

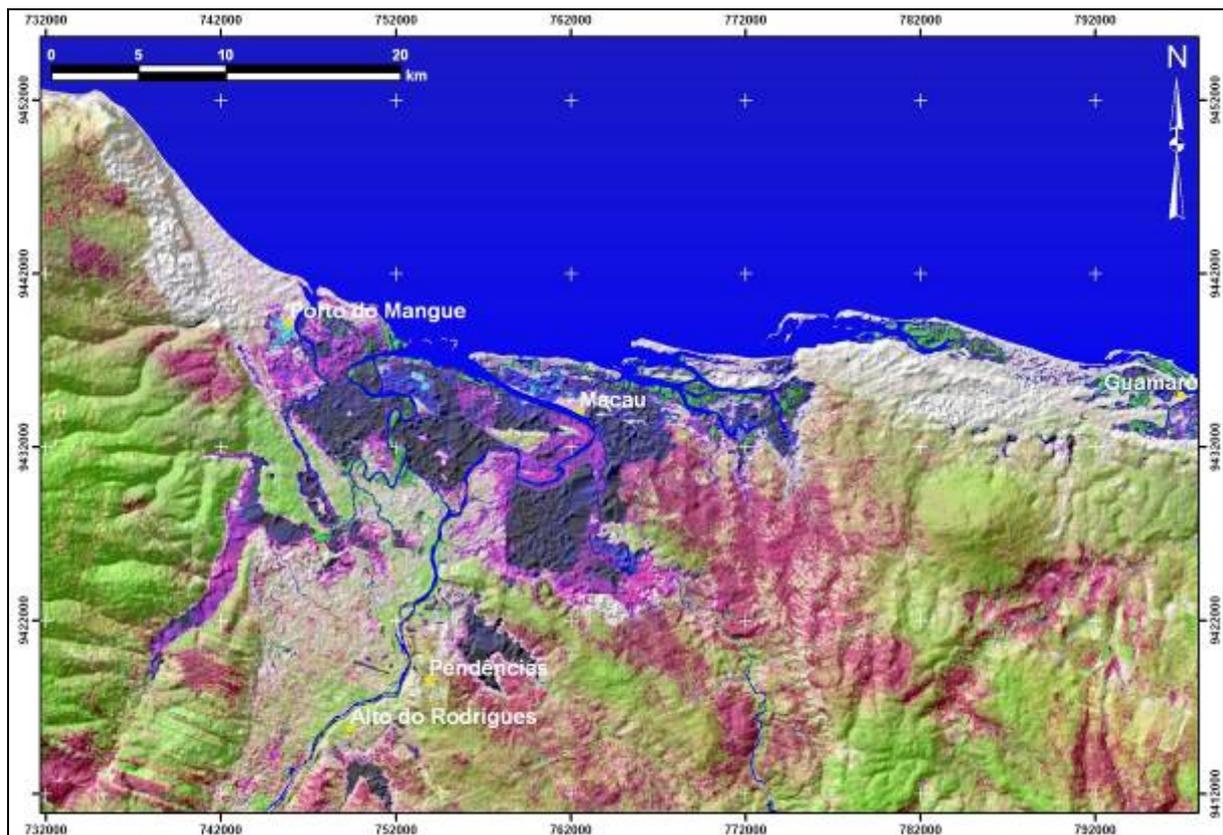


Figura 3 – Integração do modelo de sombreamento (dados SRTM) e Combinação RGB 541 do Landsat .

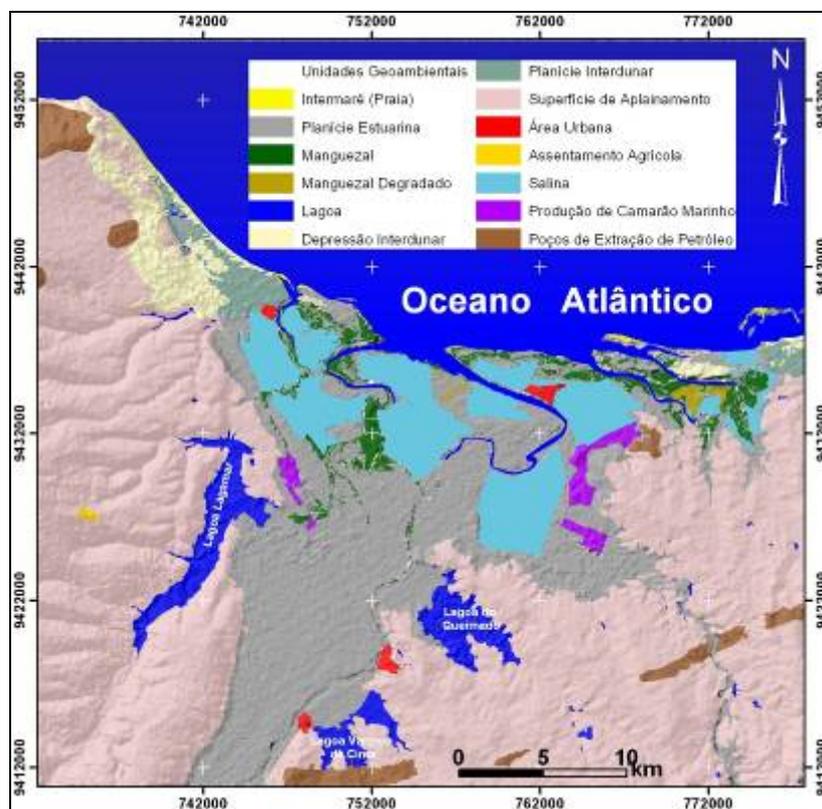


Figura 4 – Mapa de Unidades Geoambientais combinado com dados SRTM, realçando os aspectos geomorfológicos da área.

Referências

Amaro, V.E. & Vital, H. 2005. Remote sensing application to coastal management: the Rio Grande do Norte (NE Brazil) shelf example. **Mineral Deposits of Continental Shelves and IGCP 464 Continental shelves during the last glacial cycle**, 2005, St. Petersburg. Abstracts volume, 2005.

Araripe, P.T.; Feijó, F.J. Bacia Potiguar. **Boletim de Geociências da Petrobras**, 8(1):127-141. 1994

Souto, M.V.S. 2004. **Análise multitemporal dos elementos geoambientais da Planície estuarina de Região da Ponta do Tubarão, área de influência dos campos petrolíferos de Macau e Serra, Município de Macau, RN**. 2004. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica e Geofísica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2004.

RABUS, B. *et al.* **The shuttle radar topography mission - a new class of digital elevation models acquired by spaceborne radar**. **ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing** 57 (2003) 241–262.