

**Uso de imagens IKONOS de alta resolução como base para o mapeamento temático em escala 1:10.000 do Sistema Estuarino Apodi-Mossoró e seus entornos no Litoral Setentrional do Rio Grande do Norte.**

Dalton Rosemberg Valentim da Silva<sup>1</sup>

Venerando Eustáquio Amaro<sup>1,2</sup>

Flavo Elano Soares de Souza<sup>2</sup>

Michael Vandesteen da Silva Souto<sup>2</sup>

Armando Bezerra de Araújo<sup>2</sup>

Arnóbio Silva de Souza<sup>1</sup>

Fernanda Barbosa de Lima<sup>1</sup>

Bruno de Souza Melo<sup>1</sup>

Anderson Targino da Silva Ferreira<sup>3</sup>

Anna Pauletti Cruz Rogério<sup>2</sup>

<sup>1</sup>

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

arno\_seiketsu@yahoo.com.br

fblim2003@yahoo.com.br

brunomelo@interjato.com.br

<sup>2</sup>

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

flavo@geologia.ufrn.br

michaels\_br@yahoo.com.br

armandoino@hotmail.com

pauletti2000@yahoo.com.br

<sup>3</sup>DGe – Departamento de Geografia

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

Caixa Postal: 1584. CEP: 59078-970. Natal/RN, Brasil.

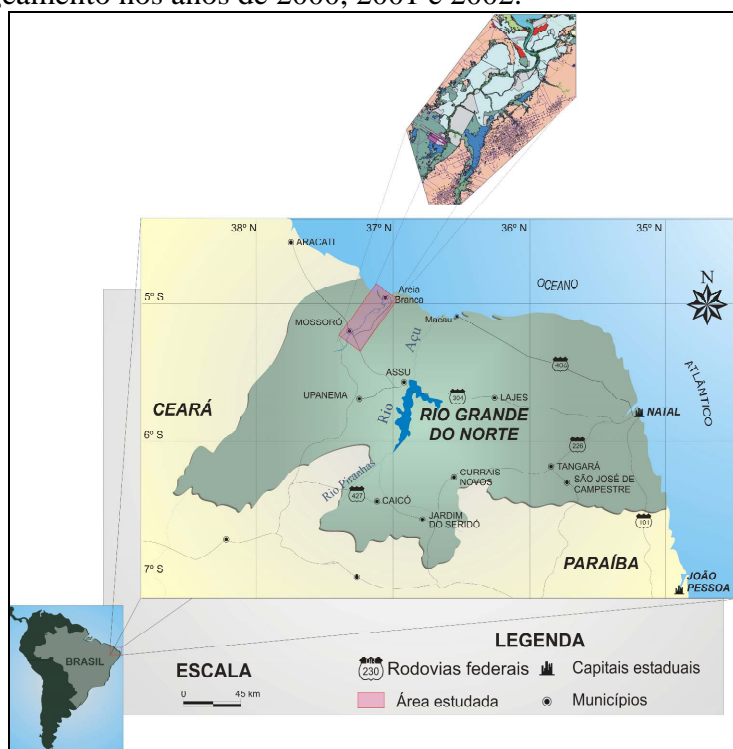
andersontargino@yahoo.com.br

**Abstract.** The area is located in the northern coast of the Rio Grande do Norte State, Northeast of Brazil. This region is characterized by the complexity of its morphodynamic process, the high environmental sensibility and the concentration of industrial activities like the hydrocarbon exploration, salt industries and shrimp farms. The main objective of this work is to develop digital thematic maps of landuse and geoenvironmental units based on the interpretation of digital multispectral images with high spatial resolution obtained by the IKONOS system., This mapping will help the environmental monitoring in the region, describing the morphodynamic behavior of the costal zone and making possible the sustainable use of the natural resources.

**Palavras-chave:** environmental monitoring, remote sensing, high resolution images, monitoramento ambiental, sensoriamento remoto, imagens de alta resolução.

## 1. Introdução

O principal objetivo deste trabalho é o mapeamento do uso e ocupação do solo e das unidades geoambientais em escala de 1:10.000 da região costeira de Galinhos/RN (**Figura 1**), com base na interpretação de imagens multiespectrais de alta resolução (**Tabela 1**), obtidas pelo sistema IKONOS de imageamento nos anos de 2000, 2001 e 2002.



**Figura 1** - Mapa de localização do Sistema Estuarino Apodi-Mossoró.

**Tabela 1** – Datas, ponto central e hora de coleta das imagens IKONOS usadas para o mapeamento do Estuário Apodi-Mossoró.

DATA	PONTO	HORA
20/05/2000	Po -105714 - 0000000	12:35
20/05/2000	Po -105714 - 0000001	12:35
20/05/2000	Po -105714 - 0000002	12:35
27/08/2001	Po -105714 - 00100001	12:57
27/08/2001	Po -105714 - 00100002	12:57
27/08/2001	Po -105714 - 00100003	12:57
01/12/2001	Po -105714 - 0010000	12:57
11/06/2002	Po - 105714 - 0020000	12:56
11/06/2002	Po - 105714 - 0020001	12:56
11/06/2002	Po - 105714 - 0020002	12:56
11/06/2002	Po - 105714 - 0000003	12:35
11/06/2002	Po - 05714 - 0020003	12:56
11/06/2002	Po - 05714 - 0020004	12:56
17/07/2002	Po - 05714 - 0030000	13:07

Segundo ENGESAT (2004), o satélite **IKONOS II** está operacional desde janeiro de 2000 e é operado pela SPACE IMAGING que detém os Direitos de Comercialização em nível mundial. A utilização desta tecnologia para aplicações civis é consequência direta da liberação tecnológica iniciada em 1994 pelo Governo Americano. As principais características técnicas do satélite **IKONOS II** e de seus produtos estão resumidos na **Tabela 2**:

**Tabela 2** – Principais características do sistema IKONOS II. - Fonte: ENGESAT (2004)

<b>Sentido da Órbita</b>	Descendente
<b>Duração da Órbita</b>	98 minutos
<b>Resolução Espacial</b>	Pancromática: 1m/Multiespectral: 4m Possibilidade de combinação de imagens adquiridas no modo PANCROMÁTICO, com imagens multiespectrais coloridas, para a geração de imagens coloridas com 1m de resolução, combinando então as vantagens dos dois tipos de imagens.
<b>Bandas espectrais</b>	Pan 0.45 - 0.90 $\mu$ Azul 0.45 - 0.52 $\mu$ Verde 0.52 - 0.60 $\mu$ Vermelho 0.63 - 0.69 $\mu$ Infra vermelho próximo 0.76 - 0.90 $\mu$
<b>Resolução radiométrica</b>	Aquisição das imagens com profundidade radiométrica de 11 bits (2048 níveis de cinza) aumentando o poder de contraste e de discriminação das imagens, inclusive nas áreas de sombra.
<b>Imageamento</b>	13 km na vertical (cenas de 13km x 13km)
<b>Capacidade de aquisição de imagens</b>	Faixas de 11 km x 100 km até 11 km x 1000 km Mosaicos de até 12.000km <sup>2</sup> 20.000 km <sup>2</sup> de área imageada numa passagem
<b>Frequência de revisita</b>	2.9 dias no modo Pancromático 1.5 dia no modo Multiespectral Esses valores valem para latitude de +/- 40°. A frequência de revisita para latitudes maiores será menor, e maior para as latitudes perto do Equador. O <b>IKONOS</b> tem capacidade de efetuar visadas no sentido de sua órbita e perpendicularmente a sua órbita, aumentando a frequência de revisita e possibilitando a aquisição de par estereoscópico, utilizado para trabalhos de restituição de altimetria.

## 2. Contextualização da área

O complexo estuarino Apodi-Mossoró (**Figura 1**) localiza-se no litoral setentrional do RN e está inserida no contexto geológico da Bacia Potiguar, sendo caracterizado por uma acentuada instabilidade morfológica ocasionada pela intensa ação de processos costeiros e por forte influência de atividades antrópicas como as industriais petrolífera, salineira e de carcinicultura, dentre outras atividades sócio-econômicas relacionadas às populações locais, como a pesca e atividades portuárias (Compilado de Souto (2002); Grigio, (2003); Araújo (2003)).

Segundo Araújo (2003), as unidades geológicas encontradas na área são: Formação Jandaíra (Cretáceo); Formação Tibau (Terciário); Grupo Barreiras (Tércio-Quaternário);

Formação Potengi, Colúvio e Cascalheiras, Dunas Fixas, Depósitos de Planície de Maré, Dunas Móveis, Depósitos Aluvionares e Sedimentos de Praias Holocênicas (Quaternário).

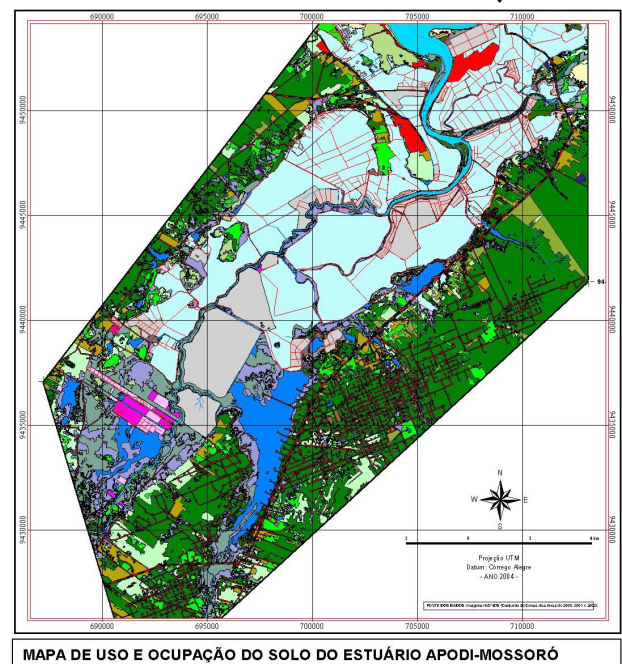
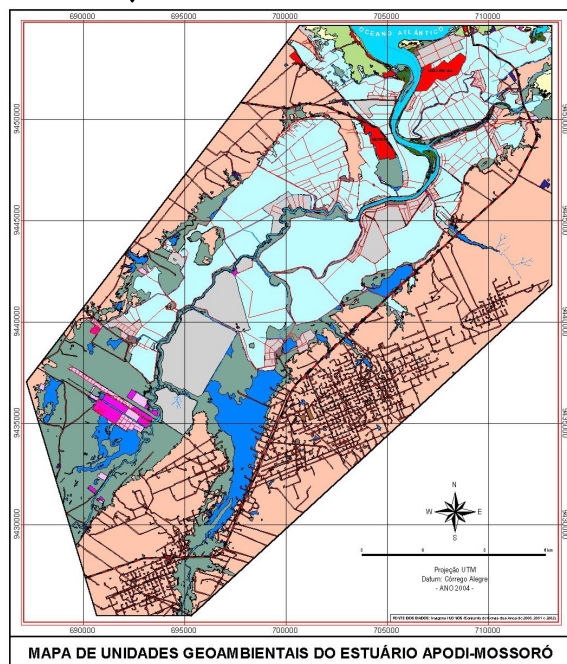
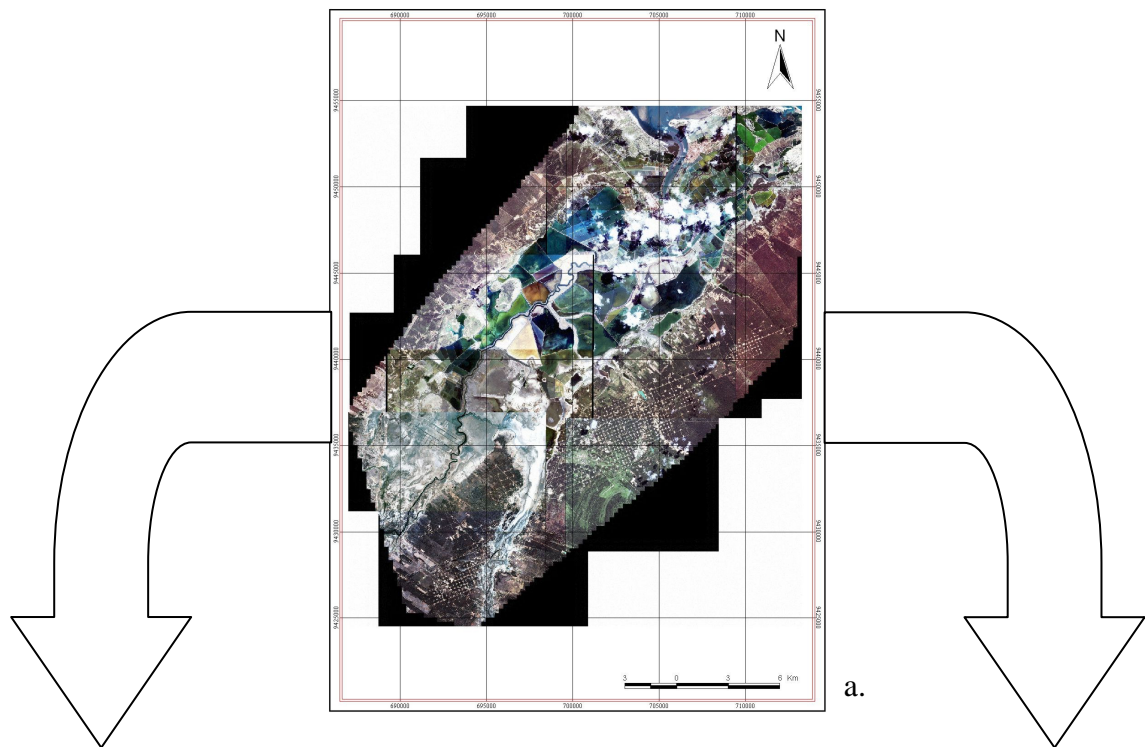
De acordo com IDEMA (2002), as feições morfológicas que compõem a paisagem costeira e estuarina quaternária do litoral setentrional do Rio Grande do Norte, onde está inserida a área em estudo, podem ser agrupadas em diversos compartimentos de relevo: a Superfície de Aplainamento ou Superfície de Tabuleiro Costeiro, as Planícies de Inundação Flúvio-estuarinas, as Planícies de Maré, os Campos de Dunas Recentes, as Planícies Interdunares, marcadas por intensa deflação e depressões com lagoas interdunares, e as Praias (Zona de Intermaré), onde se desenvolvem ilhas barreiras e esporões arenosos.

### 3. Estratégia Metodológica

Este trabalho tem por base a aplicação da metodologia utilizada para elaboração dos mapas temáticos multitemporais empregados no estudo do zoneamento ecológico-econômico dos estuários do Rio Grande do Norte (IDEMA 2004).

As etapas metodológicas foram divididas em:

- ❖ Levantamento bibliográfico e cartográfico prévio da área estudada;
- ❖ Processamento digital das imagens multiespectrais IKONOS (**Figura 2a**) utilizando o *software* ER-Mapper v.6.4, envolvendo técnicas de realce das imagens orbitais, por intermédio da aplicação de algoritmos, fusão entre as bandas multiespectrais, composições coloridas no sistema de cores RGB e mosaicagem das diferentes cenas processadas;
- ❖ Desenvolvimento de mapas temáticos de uso e ocupação do solo (**Figura 2b**) e unidades geoambientais (**Figura 2c**) em escala de 1:10.000 com base na Projeção UTM-SUTM24 e *Datum* SAD69, utilizando o *software* Arcview v.3.2, para interpretação dos produtos processados, classificando as diferentes unidades de paisagem presentes na região, bem como a sua quantificação em área;
- ❖ Os dados vetoriais foram convertidos para o sistema de coordenadas geográficas e arquivados no Sistema Web de Informações Geográficas e Geoambientais – SWIGG, permitindo assim o seu acesso e consulta posteriores, por parte dos órgãos de proteção ambiental nas diversas esferas do poder público e das indústrias de petróleo e ocupação humana da orla no Estado do Rio Grande do Norte.



b.

c

**Figura 2:** a. Mosaicagem de imagens IKONOS II; b. Mapa de Unidades Geoambientais; c. Mapa de Uso e Ocupação do Solo.

#### 4. Caracterização do uso e ocupação do solo e das unidades geoambientais

As classes de uso e ocupação do solo identificadas estão representadas na **Tabela 2**, onde observa-se que as atividades industriais de produção de hidrocarbonetos (0,980%), salinas (30,694%) e carcinicultura (0,483%) apresentam-se como as principais atividades sócio-econômicas na região, instaladas freqüentemente em detrimento das zonas de planície flúvio-

marinhas e estuarinas. A vegetação de Caatinga (37,34%) é muitas vezes substituída por assentamentos rurais (0,299%) e áreas de cultivo (4,1%).

**Tabela 2** – Classes de uso e ocupação do solo e suas respectivas áreas em (ha) e (%) identificadas no sistema estuarino Apodi-Mossoró.

CLASSES DE USO E OCUPAÇÃO	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Área Alagadiça	3000,009	6,365
Área Industrial	142,498	0,302
Área Petrolífera	462,014	0,980
Área Rural ou Assentamento	141,108	0,299
Área Urbana	404,211	0,858
Caatinga de Porte Intermediário	2173,069	4,610
Caatinga Densa	12518,871	26,559
Caatinga Rala	2908,591	6,171
Canal de Maré/Estuário	262,690	0,557
Carcinicultura	227,476	0,483
Cultivo Permanente	532,118	1,129
Cultivo Temporário	1400,479	2,971
Duna Fixa	426,835	0,906
Duna Móvel	183,886	0,390
Lagoa	2007,569	4,259
Manguezal	240,618	0,510
Rio/Oceano	1141,415	2,422
Salina Cristalizadora	3535,557	7,501
Salina Evaporadora	10932,467	23,193
Solo Exposto	3847,387	8,162
Tanques Projetados	280,806	0,596
Vegetação de Áreas Salinizadas	345,155	0,732
Zona de Praia	21,332	0,045
TOTAL	47136,159	100,000

As unidades geoambientais identificadas estão representadas na **Tabela 3**, onde observa-se que a Superfície de Aplainamento ou de Tabuleiro Costeiro (40,527%), os evaporadores de salinas (23,193%) e a Planície de maré estuarina (16,144%) apresentam-se como as unidades de maior extensão na área.

**Tabela 3** – Classes de uso e ocupação do solo e suas respectivas áreas em (ha) e (%) identificadas no sistema estuarino Apodi-Mossoró..

UNIDADES GEOAMBIENTAIS	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Área Industrial	142,498	0,302
Área Petrolífera	462,014	0,980
Área Rural/Assentamento	141,108	0,299
Área Urbana	404,211	0,858
Canal de Maré/Estuário	262,690	0,557
Carcinicultura	227,476	0,483
Duna Fixa/Planície Interdunar	430,423	0,913
Duna Móvel/Depressão Interdunar	193,482	0,410
Estirâncio (Praia)	21,332	0,045
Lagoa	2007,569	4,259
Manguezal	240,618	0,510

Planície de Maré/Estuarina	7609,576	16,144
Rio/Oceano	1141,415	2,422
Salina Cristalizadora	3535,557	7,501
Salina Evaporadora	10932,467	23,193
Superfície de Aplainamento	19102,916	40,527
Tanque Projetado	280,806	0,596
TOTAL	47136,159	100,000

## 5. Considerações Finais

O uso do geoprocessamento como ferramenta para mapear o sistema estuarino Apodi-Mossoró, mostrou-se eficiente na medida em que permitiu identificação e caracterização em detalhe das formas de uso e ocupação do solo e das unidades geoambientais.

O arquivamento dos dados em um Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados garante a elaboração de Mapas de Sensibilidade Ambiental ao derramamento de Óleo em escala operacional que permitem uma maior eficácia na tomada de decisões em casos de derramamentos acidentais de óleo, além de ajudarem no planejamento da implementação de novas áreas de exploração sustentável dos recursos naturais.

O ecossistema manguezal nesta região encontra-se em proporções bem inferiores quando comparadas com àquelas observadas em outros sistemas estuarinos adjacentes, isto pode ser explicado pela degradação do manguezal em função do crescimento das atividades antrópicas nas adjacências do sistema estuarino Apodi-Mossoró.

## Referências

- Araújo, A. B., 2003. **Análise e Caracterização da Dinâmica da Foz do Rio Apodi, Região de Areia Branca – RN, com Base na Cartografia Temática Multitemporal de Produtos de Sensoriamento Remoto.** Natal – UFRN/DG.
- Souto, M.V.S., 2002. **Análise Multitemporal dos Elementos Geoambientais da Dinâmica Costeira da Região da Ponta do Tubarão, Município de Macau/RN, com Base em Produtos de Sensoriamento Remoto e Integração em um Sistema de Informações Geográficas.** Natal – UFRN/DG – Relatório de Graduação.
- IDEMA, 2002. **Diagnóstico e Vulnerabilidade Ambiental dos Estuários do Litoral Norte e seus Entornos.** Instituto de Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente – IDEMA. Projeto de zoneamento ecológico-econômico dos estuários do Estado do Rio Grande do Norte e seus entornos, SUGERCO/IDEMA. Relatório Final. Natal/RN.
- IDEMA, 2004. **Mapas Temáticos do Uso e Ocupação do Solo e das Unidades Geoambientais dos Estuários Apodi-Mossoró, Açú-Piranhas e Guamaré- Galinhos/RN, na escala de 1:10.000, baseado em imagens IKONOS de 2000 a 2003.** AMARO, V.E. (Coor.). Instituto de Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente- IDEMA/RN. Projeto de Zoneamento Ecologico Econômico dos Estuários do Rio Grande do Norte. SUGERCO/IDEMA. Relatório Final. Natal/RN.