

Mapeamento geoambiental do estuário do rio Ceará-Mirim, com base em imagens de alta resolução do satélite IKONOS II

Rodrigo Castellani ¹
Reinaldo Antônio Petta ²
Rodrigo Cysneiros Fernandes
Cynthia Romariz Duarte
Ludmagna Pereira de Araújo

LAGEOMA – Laboratório de Geomática, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, Caixa Postal 1639 – Natal – RN – CEP 59072-970.
¹(r.castellani@uol.com.br) ²(petta@geologia.ufrn.br)

Abstract. The digital mapping with Geoprocessing is of inestimable value in the environmental management, being currently used on a large scale, objectifying to also contain and to foresee environmental impacts, serving as subsidy to the public power in the execution of projects of economic development, therefore it is a tool that possess high level of precision and that it allows to carry through inquiries and experiments. Activities developed without planning in the study area and without taking in account the behavior of the ecosystem and its capacity of support come causing environmental impacts in a faster speed. Ahead of this problematic accomplishment of this work it has as objective the geoenvironmental mapping through images of high resolution (IKONOS II, 2004) of the estuary of Ceará-Mirim river in Rio Grande do Norte state, Brasil.

Palavras-chave: Land use, remote sensing, IKONOS II; uso do solo, sensoriamento remoto, IKONOS II.

1 - Introdução

A integridade ecológica do litoral do Rio Grande do Norte é pressionada pelo crescimento dos centros urbanos, pela especulação imobiliária sem planejamento, pela agricultura, pela poluição e pelo enorme fluxo de turistas. A ocupação predatória vem ocasionando a devastação das vegetações nativas, o que leva, entre outras coisas, à movimentação de dunas e ao assoreamento de rios, lagoas e estuários; o assoreamento de manguezais, por exemplo, coloca em perigo espécies animais e vegetais, além de destruir um importante "filtro" das impurezas lançadas na água.

A devastação da vegetação nativa (remanescente da Mata Atlântica, de restinga, dunas e tabuleiros) devido à urbanização crescente e as atividades agrícolas e aquícolas no interior e nas zonas limítrofes dos sistemas estuarinos vem prejudicando e em alguns casos extinguindo exemplares preciosos da fauna e da flora destas regiões, sem falar dos problemas gerados pelo manejo inadequado das bacias hidrográficas, que apresentam elevados índices de assoreamento e poluição por efluentes provindos das cidades, da carcinicultura, da agricultura, lixo e produtos químicos diversos, que serão absorvidos por grande parte da cadeia trófica, resultando em malefícios tanto para a biota, quanto para o homem.

2 – Localização e caracterização da área de estudo

A área posiciona-se geograficamente entre os paralelos 05° 26' e 5° 38' de latitude Sul e entre os meridianos 35° 14' e 35° 34' de longitude Oeste. Seus limites fazem fronteiras a Norte – com os Municípios de Pureza e Barra de Maxaranguape, ao Sul – com os Municípios de São Gonçalo do Amarante e Ielmo Marinho, a Leste – Oceano Atlântico e o Município de Extremoz e a Oeste – o Município de Taipu.

A altitude média local varia entorno dos 33 metros acima do nível do mar e possui cotas topográficas aproximadas menores que 100 metros. Sua sede está a 33 km por rodovia da capital do Estado – Natal, e as vias de acesso são feitas pela BR-406 (trecho São Gonçalo do Amarante-Ceará Mirim), e/ou pela RN-064 (trecho Ielmo Marinho-Barra de Maxaranguape), **Figura 1.**

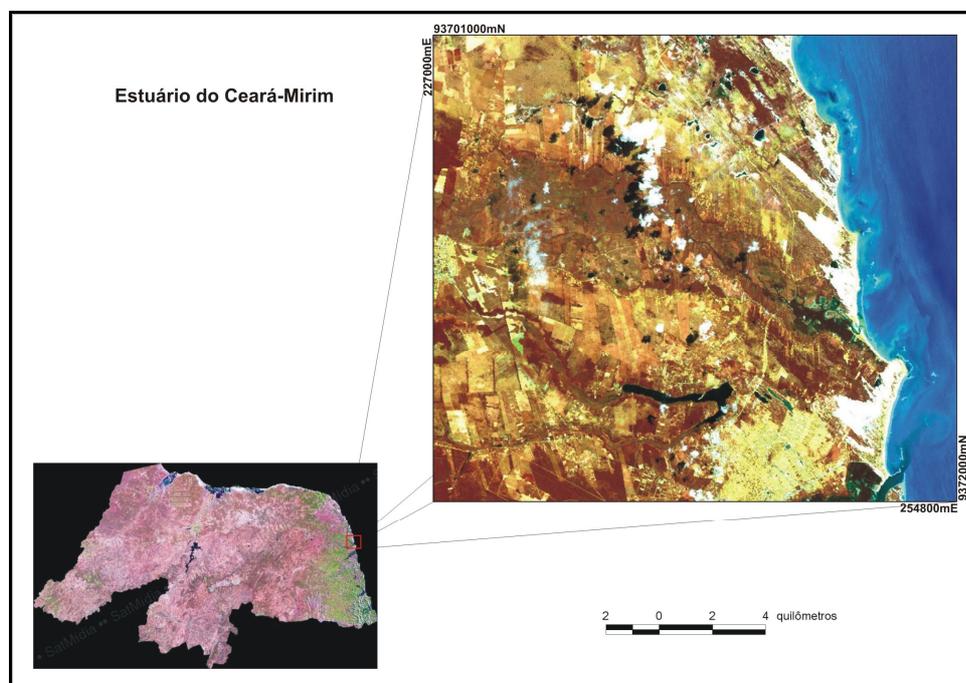


Figura 1 – Mapa de localização geográfica do estuário do rio Ceará-Mirim

3 – Caracterização da área de estudo

A área estuarina do Rio Ceará Mirim engloba os municípios de Ceará Mirim e Extremoz; esta região vem experimentando nos últimos anos um crescimento acelerado na ocupação do seu entorno, pautado em dois segmentos econômicos que vêm transformando a região: O turismo, cujos investimentos distribuem-se ao longo de todo o litoral Potiguar; na área, destacando a praia de Jenipabu, hoje conhecida internacionalmente e a carcinicultura, instalada ao longo do estuário, merecendo atenção, já que os impactos causados na área por essa atividade ainda são reversíveis.

Se por um lado as características naturais e ambientais foram os principais atrativos para a implantação e crescimento dessas atividades, a ocorrência de um crescimento muito acelerado e por vezes desordenado começa a ameaçar sua própria sustentabilidade e a gerar conflitos de interesses.

A exploração dos recursos minerais na área está relacionada principalmente a materiais empregados na construção civil. Porém também se faz presente na área, o extrativismo de interesse industrial, que se reflete na exploração do Diatomito, mineral não metálico utilizado como isolante térmico e acústico, coadjuvante na filtração, absorvente, abrasivo moderado, etc. Existem muitas ocorrências neste município, sendo as mais importantes encontradas no Córrego do Guajiru, Gandelo e Lagoa dos Cambitos com espessura de 1,5m. A pesca e a pecuária também figura como um importante recurso natural da região, com destaque para o município de Ceará Mirim.

Somem-se a isto as características naturais de alta fragilidade de alguns ecossistemas como dunas e manguezais, a proteção legal dos mesmos e uma dinâmica costeira muito forte que gera instabilidade nas praias e na área adjacente a foz do estuário.

O crescimento de atividades de grande atrativo econômico, de certa forma, alterou as expectativas de emprego e rendada da população tradicional, gerando grandes e novas expectativas e algumas decepções.

Houve um grande aumento da população que, somada a população flutuante no período do verão, acabou por pressionar o crescimento urbano desordenado e a geração de déficits na infra-estrutura e serviços urbanos.

Todas estas circunstâncias acabaram por contextualizar um quadro administrativo complexo que passa a exigir instrumentos modernos de disciplinamento, planejamento e controle adequados.

4 – Metodologia

Para a realização deste trabalho de mapeamento, buscou-se na tecnologia de GIS (*Geographic Information System*) uma metodologia que possibilitasse a identificação e caracterização das diferentes unidades de paisagem, além das conseqüências da atuação antrópica na área de estudo. Com esse objetivo foram utilizadas as imagens digitais do satélite IKONOS II nas três bandas disponíveis no VISIR. A metodologia empregada, mostrada no fluxograma da **Figura 2**, obedeceu as seguintes etapas: Seleção do material cartográfico pré-existente; Composição das imagens IKONOS II no sistema de cores RGB; Processamento digital das imagens com a equalização dos histogramas e a aplicação de um filtro passa baixa 3x3, utilizado para permitir uma melhor visualização das informações; Vetorização dos mapas temáticos; Etapas de campo para a confirmação e integração dos dados obtidos em gabinete; Organização das composições e das informações e a Conclusão do trabalho.

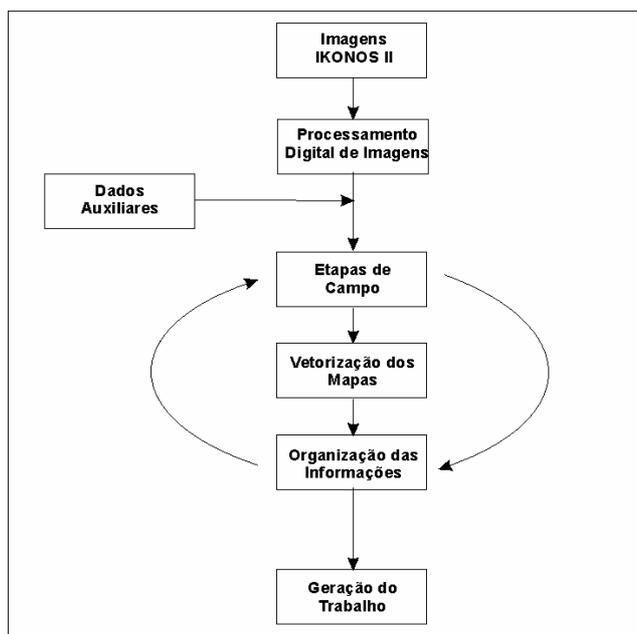


Figura 2 – Fluxograma da metodologia utilizada

Todas as etapas do processamento digital de imagens foram executadas utilizando-se o *software* ER-Mapper v. 6.2 (*Earth Resource Mapping Pty. Ltd.*), as etapas de digitalização dos mapas foram realizadas nos *softwares* Arcview e ArcMap (*ESRI GIS and Mapping Software*), todos os *softwares* disponíveis no Laboratório de Geomática do Curso de Geologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal – RN.

4.1 – Processamento Digital das Imagens

O processo de tratamento digital das imagens IKONOS II foi iniciado com o emprego das combinações de bandas mais recomendadas para o tipo de análise a ser empregada na área em estudo. A avaliação das combinações foi diligenciada com o objetivo de identificar preliminarmente os diferentes usos e definir as melhores composições de bandas para o mapeamento e caracterização geoambiental do estuário do rio Ceará-Mirim.

Foi utilizado o processo de filtragem digital com um filtro (passa baixa) de máscara (3x3) do tipo mediana, para identificação de bordas e limites. Paralelamente, realizou-se o realce espectral (equalização dos histogramas) em todas as bandas, com os seguintes objetivos: enfatizar os limites entre as feições presentes na área de estudo, avaliar o desempenho do trabalho de processamento digital em todas as composições e observar se estaria havendo perda de informações importantes com a aplicação das técnicas utilizadas. Posteriormente foram efetuadas as combinações no sistema de cores RGB 321.

5 – Resultados

O Zoneamento Ecológico Econômico é o instrumento básico para orientar a política ambiental das áreas litorâneas. Como a meta deste trabalho é o mapa de potencialidades, que visa o estabelecimento de modelos de ocupação não predatórios, que atentem para a vulnerabilidade dos ecossistemas envolvidos na área de estudo, é necessário direcionar a metodologia na busca de soluções regionais, no que refere ao ZEE. A diversidade de ecossistemas presentes na área de estudo, fez com que a linha metodológica utilizada contribuísse para o gerenciamento costeiro considerando os atributos físicos, bióticos e sócio-econômicos da região.

O mapeamento da dinâmica do uso sustentável de uma região mostra-se útil na identificação dos principais vetores de expansão urbana e de suas tendências, além dos impactos causados aos ecossistemas, permitindo ao poder público local ordenar e redirecionar o crescimento urbano e a exploração dos recursos naturais conforme a capacidade de suporte ambiental da área em questão e a sua disponibilidade presente e futura de infra-estrutura. Os prognósticos de uso do solo, fornecidos por esses modelos também se prestam a auxiliar gestores locais a estabelecer metas para investimento em infra-estrutura e equipamentos sociais.

5.1 – Mapa de Uso e Ocupação do Estuário do Rio Ceará-Mirim (2004)

As unidades utilizadas para a elaboração do Mapa de Uso do Solo correspondem às da prática internacional de mapeamento temático do gênero, adaptadas à região e à escala do trabalho. A definição em campo da relação entre a "resposta" da imagem (diferenças de cores e de tonalidades) e as distintas configurações efetivas de uso do solo e vegetação da região, possibilitaram a interpretação em bases técnicas adequadas para a escala regional. O mapa digital mostra as classes de vegetação, especifica e quantifica o uso do solo principalmente pela agricultura e pela carcinicultura, tendo a utilidade de servir como subsídio para o gerenciamento costeiro. Estes mapas foram gerados por meio da vetorização de uma imagem do satélite IKONOS II com resolução de 4m.

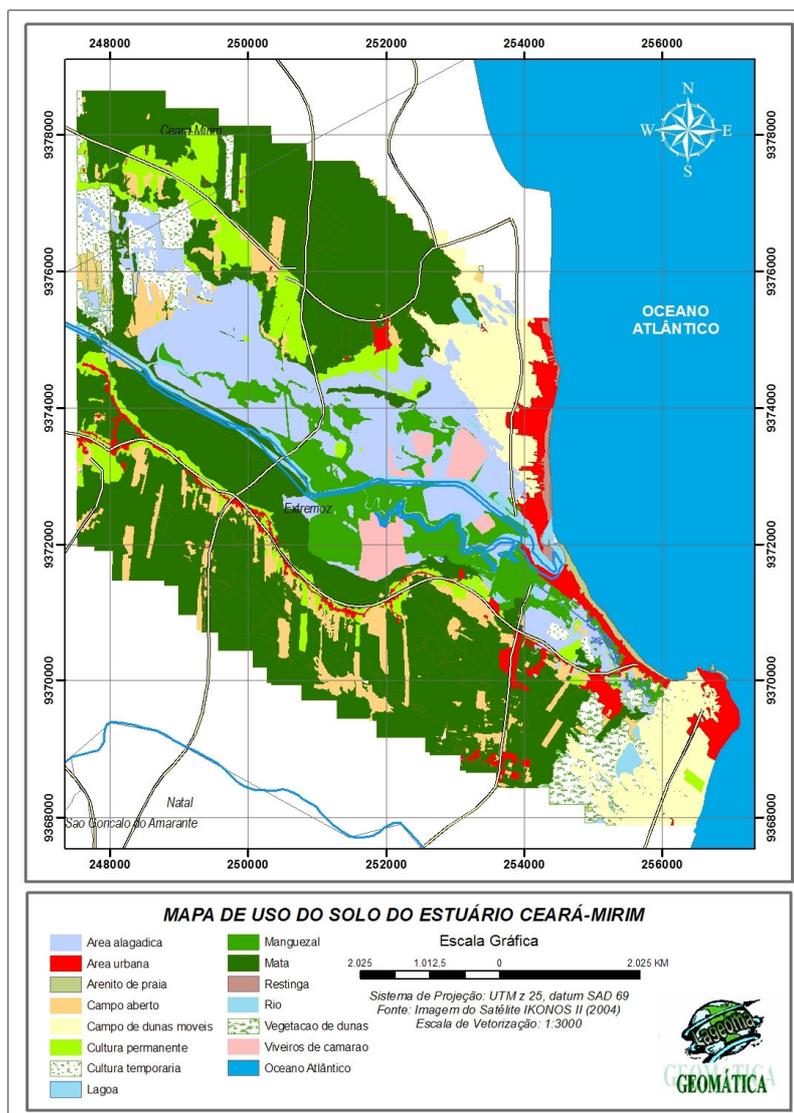


Figura 3 - Mapa de Uso e Ocupação do Estuário do Ceará-Mirim (2004)

5.2 – Mapa de Unidades Ambientais do Estuário do Rio Ceará-Mirim (2004)

A confecção deste mapa baseou-se nas características físico-naturais selecionadas que mais fortemente condicionam o ambiente costeiro – relevo, geologia, geomorfologia e vegetação. Com o mapa de unidades ambientais foram estabelecidas as bases ambientais para a elaboração de diretrizes para a gestão racional da área.

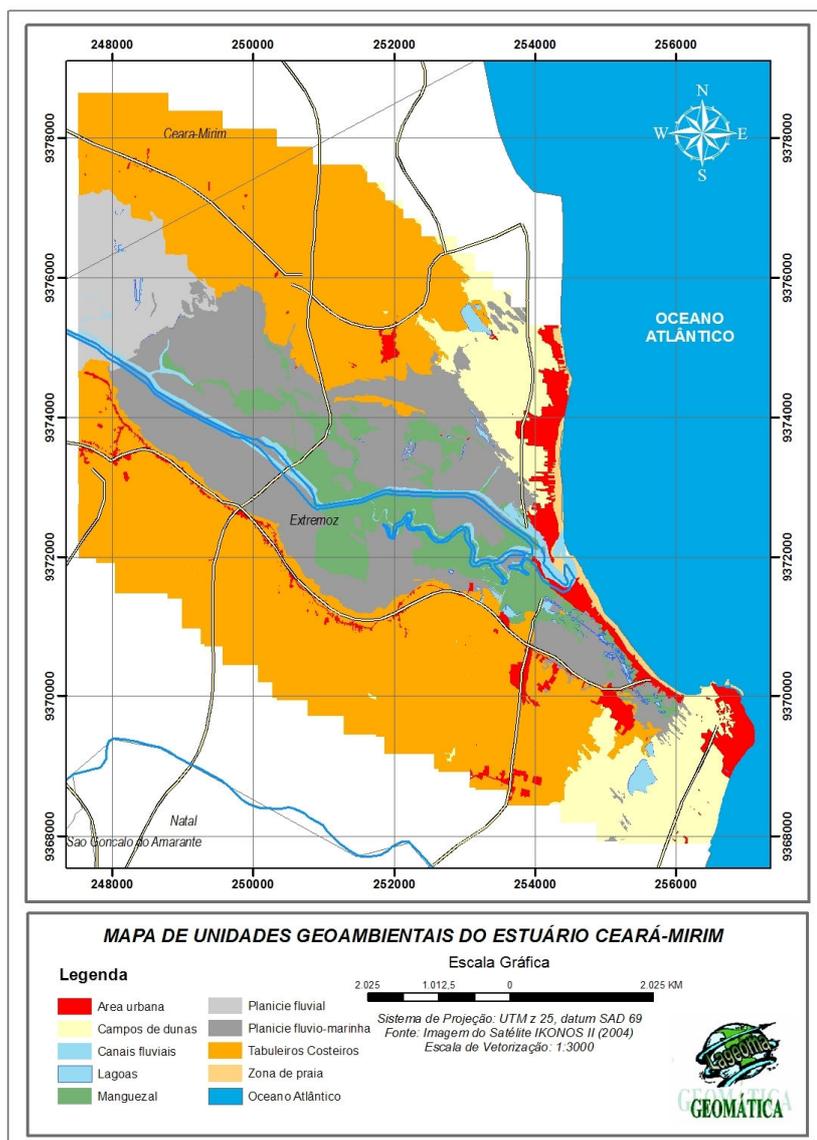


Figura 4 - Mapa de Unidades Geoambientais do Estuário Ceará-Mirim (2004)

5.3 – Mapa de Potencialidade para o Estuário do Rio Ceará-Mirim (2004)

A geração deste mapa baseou-se nas características geoambientais da área que mais influenciam o ecossistema adjacente ao estuário. Segundo MMA (2002), procedeu-se à seleção das variáveis que representam os aspectos mais vulneráveis a ação antrópica, considerando a articulação da base físico-ecológica com as variáveis sociais, a partir das quais foram definidas as restrições e potencialidades dos recursos naturais de cada categoria. Por potencialidade compreende-se as atividades possíveis de serem desenvolvidas no local, não sendo fatores limitantes para o uso projetado, consistindo em um forte indicador para as ações a serem desenvolvidas nos Planos de Gestão. As restrições referem-se às limitações de cada

recurso natural com relação ao uso antrópico, onde surge também a vulnerabilidade intrínseca a cada ecossistema independente.

De acordo com Cunha *et al* (1990), foi adotada para a área de estudo uma classificação em Áreas de Uso, Áreas de Preservação e Áreas de Conservação. Esta classificação baseia-se na interação dos parâmetros do meio natural, tendo sido empregada na solução de problemas de Gerenciamento Costeiro no Rio Grande do Sul. A metodologia empregada mostra-se bastante promissora, no tocante a questões que envolvem o Desenvolvimento Sustentável em áreas costeiras.

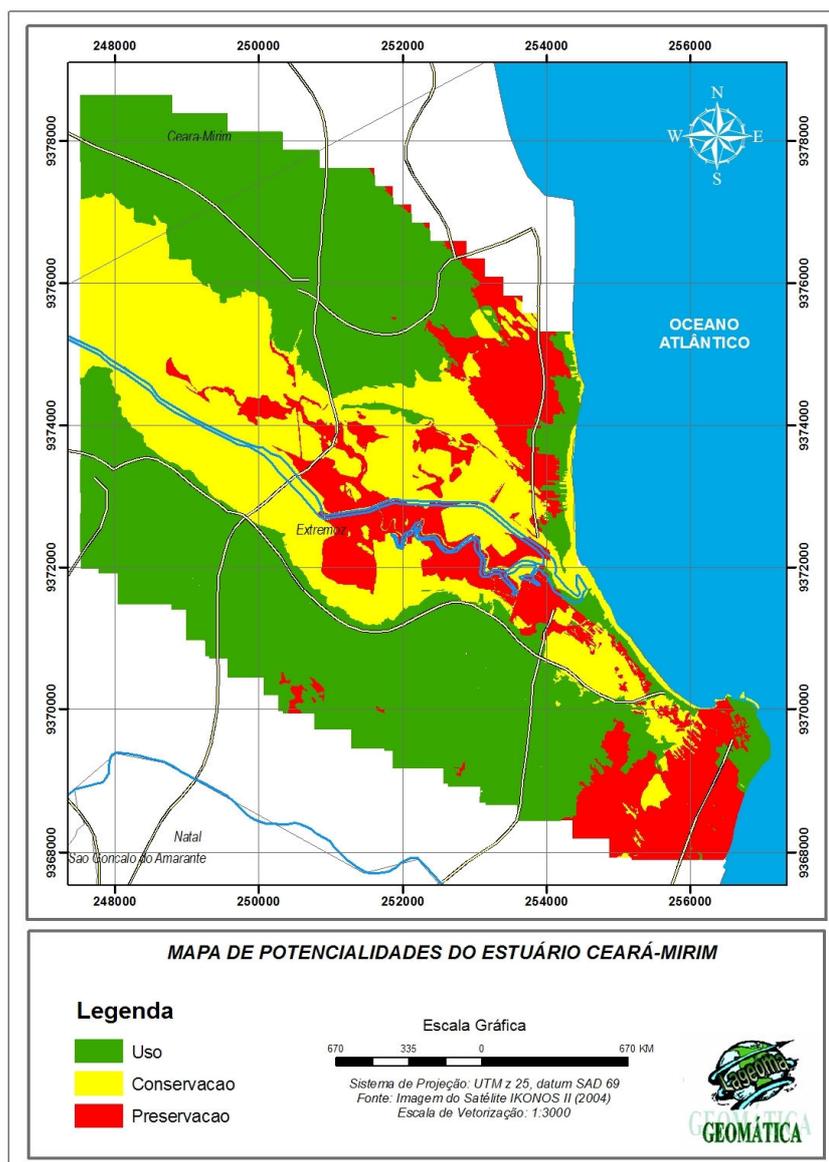


Figura 5 - Mapa Potencialidades para o Estuário Ceará-Mirim (2004)

Com a carta de Unidades Geoambientais foram estabelecidas às bases ambientais para a elaboração de diretrizes para o Mapeamento das Potencialidades de Uso do Solo para a área do estuário do rio Ceará-Mirim, montando-se uma matriz genérica destas Potencialidades, **Quadro 1**. Nesta matriz foram definidos os objetivos da gestão para a área de estudo, as restrições à ocupação e o potencial de ocupação das unidades.

Quadro 1 - Caracterização geoambiental da área do estuário do rio Ceará Mirim

UNIDADES AMBIENTAIS		CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL			
		GEOLOGIA	PEDOLOGIA	HIDROLOGIA	HIDROGEOLOGIA
COMPARTIMENTOS DE RELEVO	ESTIRÂNCIO	Areias Praias	-	Fluxo e Refluxo da maré	Exultório do Aquífero Freático.
	PÓS-PRAIA	Areias Praias e areias eólicas	Areias Quartzosas Distróficas Marinhas.	Escoamento Difuso.	Aquífero Freático Sub-superficial.
	TERRAÇO LITORÂNEO	Associação de Sedimentos eólicos	Areias Quartzosas Distróficas com Associações.	Escoamento Difuso.	Aquífero Freático com suporte de exploração por cacimbas e/ou cacimbões.
	DUNAS	Areias eólicas.	Areias quartzosas Distróficas Marinhas.	Sem escoamento superficial.	Zona de recarga não saturada do Aquífero freático. Potencialidade limitada.
	TABULEIRO COSTEIRO	Cobertura arenosa sobreposta ao Barreiras.	Areias Quartzosas Distróficas associadas a Latossolos.	Escoamento superficial a partir dos divisores de água.	Aquífero Barreiras com potencialidade de exploração elevada.
	TERRAÇOS	Areias Aluviais Recentes; Aluviões areno-argilosos e sedimentares coluvionares.	Solos Aluviais Arenosos, Solos Aluviais Indiscriminados.	Inundação sazonal; escoamento difuso.	aquífero freático e exutório.
	PLANÍCIE DE MARÉ	Sedimentos Arenosos; areno-argiloso; vasas areno-argilosas e/ou argila arenosas.	Solos Aluviais Indiscriminados; Solos de mangues indiscriminados.	Fluxo e Refluxo das Marés Estuarinas.	Exultório de Aquífero.

7 – Conclusões

Os resultados de uma análise sistêmica dos diversos mapas temáticos produzidos neste trabalho geraram o mapa de potencialidades, atendendo a filosofia do trabalho de estabelecer diretrizes para ocupação do solo da área de estudo, num mapa único. Dessa forma, este zoneamento expressa a interação entre o uso do solo e suas propriedades, tais como constituição geológica, declividade, morfologia, cobertura vegetal e propriedades geológico-geotécnicas, além de levar em consideração o uso atual. É, em suma, uma visão multissetorial de planejamento, procurando a integração do meio físico aos aspectos sócio-econômicos e legislativos. Assim foram estabelecidas zonas geoambientais (ou de gestão territorial), de acordo com as características físicas e a adequabilidade para receber os equipamentos, instalados ou em vias de serem instalados. Para a maioria das zonas admite-se o uso com ressalvas, para que não haja danos aos ecossistemas, o que permitirá o desenvolvimento sustentável dos municípios inseridos na área de pesquisa.

8 – Referências Bibliográficas

- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto RADAMBRASIL: Folhas SB. 24/25 Jaguaribe/Natal; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro: 1981. p. 708-713. (Levantamento de Recursos Naturais, 23).
- CUNHA, Eugênio Marcos Soares *et. al.* Análise Ambiental do Setor Costeiro Maxaranguape - Touros/RN. Anais do 36o Congresso Brasileiro de Geologia. Natal-RN, 1990. p. 770-782.
- FERNANDES, Rodrigo Cysneiros. Aplicação do Sensoriamento Remoto e do Processamento Digital de Imagens na Identificação e Realce de Feições no Estuário do Rio Curimataú – Canguaretama (RN). Monografia (Graduação em Geografia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2002. 77 p.
- IDEMA – INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E DO MEIO AMBIENTE DO RIO GRANDE DO NORTE. Informativo Municipal: Ceará Mirim – RN. Natal. 1999. 19 p.
- IDEMA – INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E DO MEIO AMBIENTE DO RIO GRANDE DO NORTE. Mapeamento Geoambiental dos Estuários dos Rios Potengi e Ceará-Mirim em escala 1:10000 – Com Base em Imagem IKONOS II. Natal – RN. 2004. 75p.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Zoneamento Costeiro e Suas Interfaces. MMA, 2002. Brasília, 30p.
- SUDENE – SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE. Levantamento exploratório: reconhecimento de solos do Estado do Rio Grande do Norte. Recife: 1968. 531 p. + Anexo: Mapa de solos do Estado do Rio Grande do Norte, escala 1:500.000. (Pedologia v. 9).