

Mapeamento geoambiental com uso de imagens de alta resolução espacial do sistema lagunar-estuarino Nísia Floresta-Papeba-Guarairás no litoral oriental do estado do Rio Grande do Norte.

Rodrigo Cysneiros Fernandes¹ Reinaldo Antônio Petta² Cynthia Romariz Duarte
Ludmagna Pereira de Araújo Rodrigo Castellani

LAGEOMA – Laboratório de Geomática, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, Caixa Postal 1639, Natal-RN. CEP: 59072-970

1 (cysneiros@geologia.ufrn.br)

2 (petta@geologia.ufrn.br)

Abstract: The activities developed in the coastal zone always wake up researchers, mainly when they are developed in environmental fragile areas. The ecological integrity of the Rio Grande do Norte coast is pressured by the growth of the urban centers, for the real estate speculation without planning, agriculture, the pollution and the enormous flow of tourist. This predatory occupation comes among others causing to the devastation of the native vegetations, what it leads, things, to the dune movement and the contribution of strong sedimentation on rivers, lagoons and estuaries. This sedimentation process of the mangrove, for example, places in danger animal and vegetal species, beyond destroying an important “filter” of the impurities launched in the water. In this context the analysis presented in this paper integrates through the geoprocessing use, information obtained from the images of high resolution of satellite IKONOS II, dated of the year of 2004. Allowing to the geo-environmental mapping of land use and determination of the potentialities for the region of estuary Nísia Floresta-Papeba-Guarairás in the eastern coast of Rio Grande do Norte.

Palavras-chave: remote sensing, high resolution images, geoenviromental mapping, estuary system, sensoriamento remoto, imagens de alta resolução, mapeamento geoambiental, sistema estuarino.

1 – Introdução

A integridade ecológica do litoral do Rio Grande do Norte é pressionada pelo crescimento dos centros urbanos, pela especulação imobiliária sem planejamento, por atividades agrícolas, pela poluição e pelo enorme fluxo de turistas. Esta ocupação predatória vem ocasionando a devastação das vegetações nativas remanescentes da Mata Atlântica, o que leva, entre outras coisas, à movimentação de dunas e ao assoreamento de rios, lagoas e estuários. A destruição dos manguezais, por exemplo, coloca em perigo espécies animais e vegetais, além de destruir um importante "filtro" das impurezas lançadas na água, Fernandes (2005).

Estas atividades desenvolvidas sem planejamento na área de estudo e sem levar em conta o comportamento do ecossistema e sua capacidade de suporte vêm causando impactos ambientais numa velocidade estarrecedora. O problema do lixo doméstico e industrial, que virtualmente são depositados no interior das lagunas, juntamente com os rejeitos provenientes do saneamento sem nenhuma espécie de tratamento, também é responsável pelos danos causados à fauna e a flora. Esta atitude demonstra a falta de consciência ecológica e de educação das populações, além da insuficiente intervenção dos poderes públicos. Tal procedimento facilita a propagação de doenças, a poluição química dos solos e do lençol freático além de causar problemas os mais diversos que serão verificados em curto prazo.

Diante desta problemática a realização deste trabalho tem como objetivo o mapeamento geoambiental através do emprego de imagens de alta resolução (IKONOS II, 2004) da região adjacente ao sistema lagunar-estuarino Nísia Floresta-Papeba-Guarairás, no Litoral Oriental do Estado do Rio Grande do Norte. Através do emprego dessas imagens gerou-se o mapeamento de uso do solo e suas potencialidades, que demarca áreas de uso, conservação e preservação, além do mapa de unidades geoambientais, que vão contribuir sobremaneira com

o ordenamento da ocupação da área de estudo e seu entorno. Também é objetivo deste trabalho contribuir com a dinamização do gerenciamento das regiões costeiras do Estado do Rio Grande do Norte, através do Zoneamento Ecológico Econômico, que é administrado pelo órgão ambiental do RN, parceiro na realização deste trabalho - o IDEMA. O que tornou possível mensurar qualitativamente e semi-quantitativamente a dinâmica da ocupação da área além dos impactos ambientais gerados pela atividade da carcinicultura, pelas atividades agrícolas seculares e os demais tipos de interferências antrópicas localizadas em seu entorno.

2 – Localização e caracterização da área de estudo

O Sistema Lagunar-estuarino Guarairás situa-se na porção Sul do litoral oriental do Estado do Rio Grande do Norte entre os paralelos 06° 11' e 06° 18' de Latitude Sul e os meridianos 35° 02' e 35° 18' de Longitude Oeste. Incluindo parcialmente os municípios de Nísia Floresta, Georgino Avelino, Arês e Tibau do Sul e estendendo-se por uma área de aproximadamente 180 km². Tibau do Sul é a cidade mais importante e o acesso à área é feito pela BR-101 (trecho Natal-João Pessoa), e pela RN-003 que liga o município de Goianinha ao município de Tibau do sul, distando de Natal – RN por via rodoviária, cerca de 90 km (**Figura 1**).

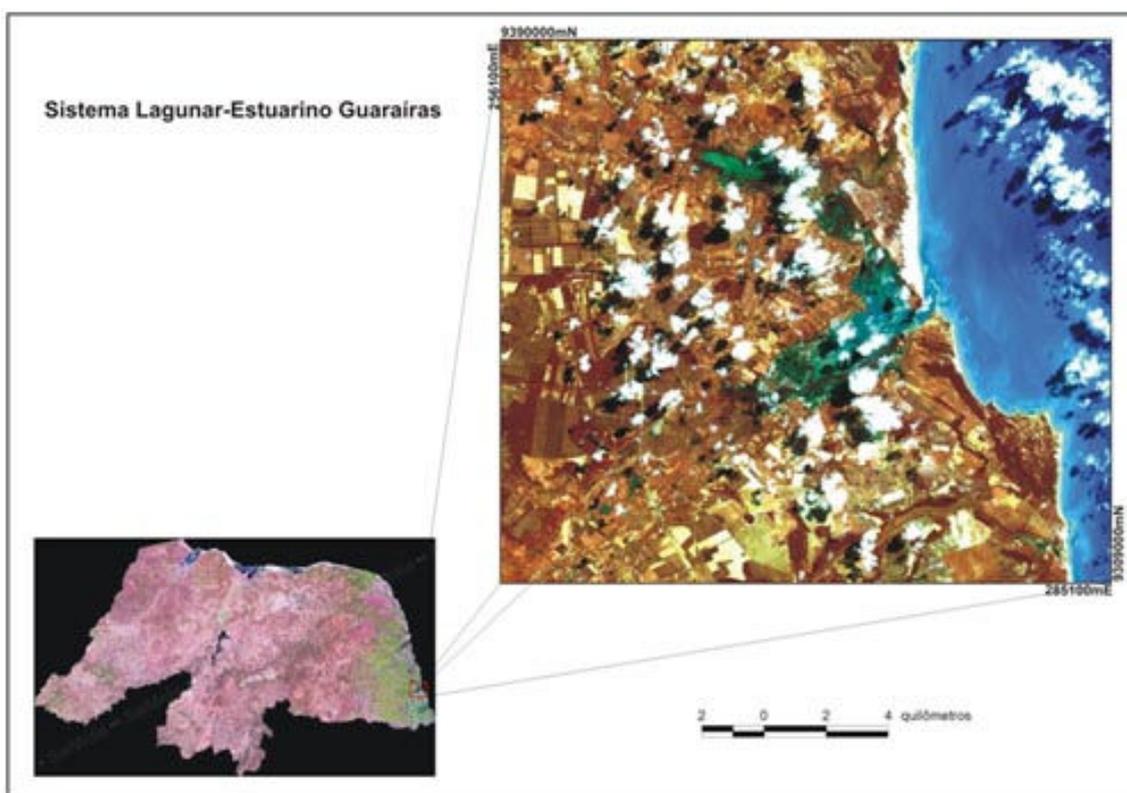


Figura 1 – Mapa de localização do sistema lagunar-estuarino Guarairás

A área de estudo tem como principal característica de sua paisagem natural, o sistema estuarino e a zona litorânea dos municípios de Sen. Georgino Avelino e Tibau do Sul, na foz da Laguna de Guarairás. O contraste entre a cor avermelhada das falésias, o verde da vegetação remanescente de Mata Atlântica, o campo dunar, o manguezal e a Laguna proporcionam um excepcional momento da beleza do litoral Potiguar. A orla no município de Tibau do Sul é constituída por um trecho oceânico e outro lagunar. O ambiente litorâneo é formado por uma orla praticamente exposta, exceto algumas pequenas baías em forma de “zeta” (devido à aparência com a letra Grega ζ) onde se ameniza o confronto direto com as

ondas, sem, contudo, poder ser consideradas como orla semi-abrigada. A orla lagunar é uma orla abrigada que, apresenta em zona de praia, um acentuado processo de erosão. Na região mais interna, formada pelas vertentes do tabuleiro litorâneo onde se tem um extenso manguezal, fortemente impactado pela presença da carcinicultura cuja ocupação irregular, se não houver controle, tende a expandir-se. A sede municipal está voltada para a orla lagunar, constituindo-se em um pequeno núcleo com áreas em processo de expansão no seu entorno, notadamente, em maior intensidade do que o verificado nos municípios adjacentes. Ao longo da orla lagunar sucedem-se vários pequenos povoados, quase totalmente em sentido linear, acompanhando o leito da rodovia RN-003. Praticamente toda a expansão atual está fundamentada na implantação crescente de empreendimentos turísticos, relocando os moradores tradicionais para a periferia do povoado. A ocupação nas bordas das falésias contribui para acentuar os riscos de desmoronamento. Existem problemas de congestionamento de trânsito, saneamento e transporte na alta estação turística, que é uma atividade econômica bastante destacada na área de estudo.

3 – Metodologia utilizada

Para a realização deste trabalho de mapeamento, buscou-se no geoprocessamento 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 multiespectrais disponíveis no VISIR, tendo sido utilizada a combinação RGB 321 obedecendo a uma série de procedimentos e técnicas convencionais, como os dados de campo conjugados à interpretação de imagens, tendo como base a carta do projeto RADAMBRASIL: folhas SB. 24/25 Jaguaribe/Natal; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra; o Mapa de solos, Sudene (1968) e os mapas gerados no Diagnóstico e Vulnerabilidade Ambiental dos Estuários do Litoral Oriental do RN, Idema (2003). As técnicas de geoprocessamento permitiram o tratamento das informações desde a sua entrada, passando pela edição, armazenamento e, finalmente, as análises ambientais com a extração das informações contidas nas imagens. A metodologia empregada neste trabalho obedeceu as seguintes etapas: Seleção do material cartográfico pré-existente; Composição das imagens IKONOS II no sistema de cores RGB; Processamento digital das imagens que foi iniciado com o emprego das combinações de bandas mais recomendadas para o tipo de análise a ser empregada na área. 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 Sistema Lagunar-Estuarino Guarairas. 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 separadamente, 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; Posteriormente seguiu-se a 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. Todas estas etapas constando no fluxograma da **Figura 2**.

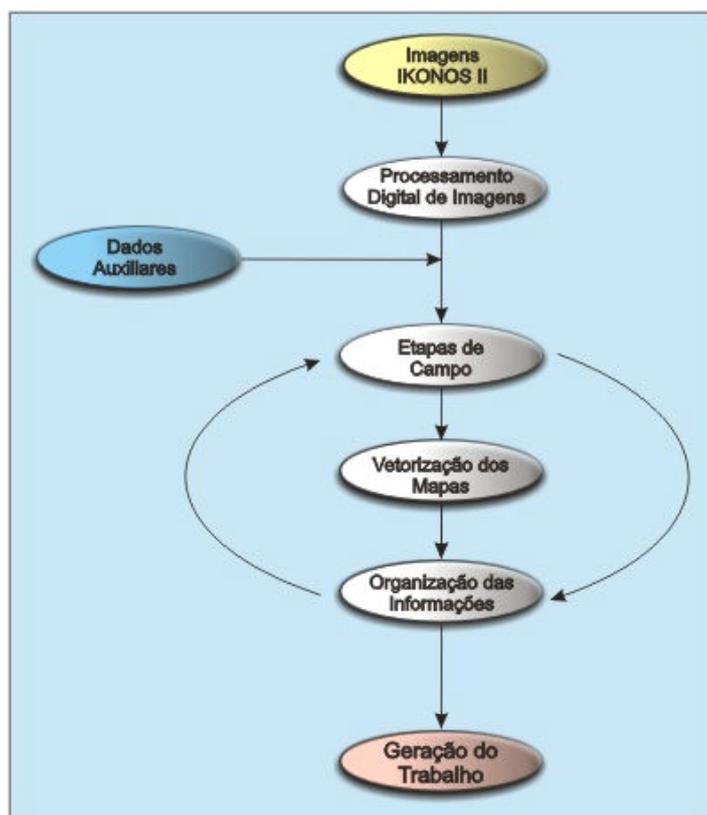


Figura 2 – Fluxograma da metodologia utilizada

4 – Resultados Obtidos

O mapeamento da dinâmica do uso sustentável de uma região mostrou-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, Idema (2004). 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.

Tendo o Zoneamento Ecológico Econômico como o instrumento orientador da política ambiental em áreas litorâneas e como a meta deste trabalho é analisar a evolução do uso do solo e estabelecer modelos de ocupação que atentem para a vulnerabilidade dos ecossistemas da área de estudo, foi necessário direcionar a metodologia na busca de soluções regionais. Dessa forma este trabalho expressa sua utilidade na identificação das principais unidades geoambientais e de suas tendências evolutivas. A biodiversidade da área tornou-se um estímulo para que se buscasse a metodologia mais adequada, fazendo com que esta venha a contribuir sobremaneira para o gerenciamento costeiro do estado do Rio Grande do Norte considerando os atributos bióticos, físicos e sócio-econômicos. Nesse contexto este trabalho apresenta características peculiares, no que se refere à dinâmica de uso e ocupação da área adjacente ao sistema estuarino em comum acordo com os resultados que serão mostrados na seqüência através dos mapas resultantes, juntamente com os estudos empreendidos na área de pesquisa.

Mapa de uso e ocupação do solo do sistema lagunar-estuarino Guarairás (2004)

O Mapa de Uso do Solo reflete a ação histórica do homem sobre a região, aonde vem ocorrendo um rápido avanço da ocupação agrícola e, sobretudo, nas últimas duas décadas, da exploração carcinicultora e do crescimento da área urbana de no entorno da área de pesquisa.

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 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.

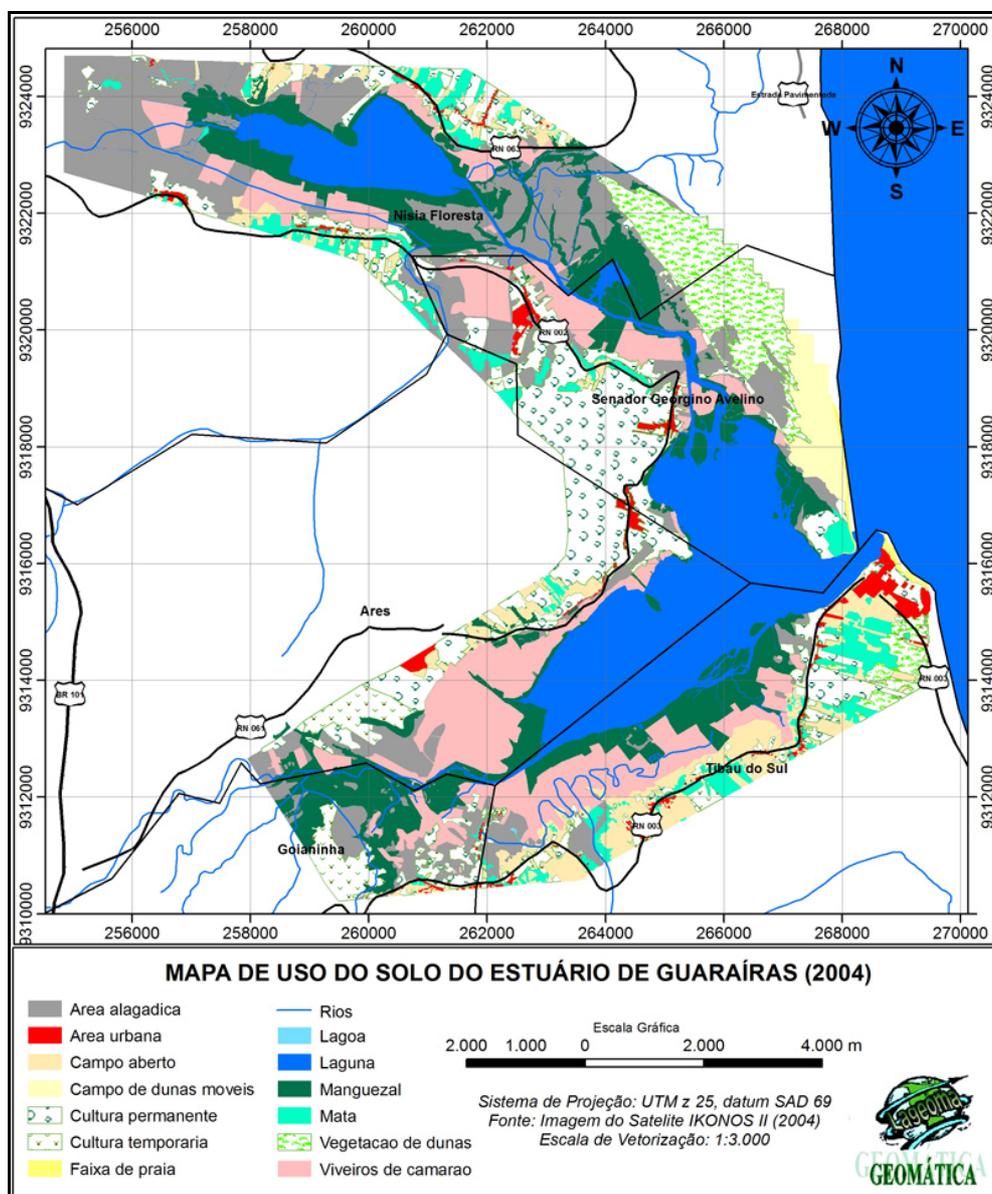


Figura 3 – Mapa de Uso do Solo do Sistema Estuarino Guarairás (2004)

Mapa de unidades ambientais do sistema lagunar-estuarino Guaraiás (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.

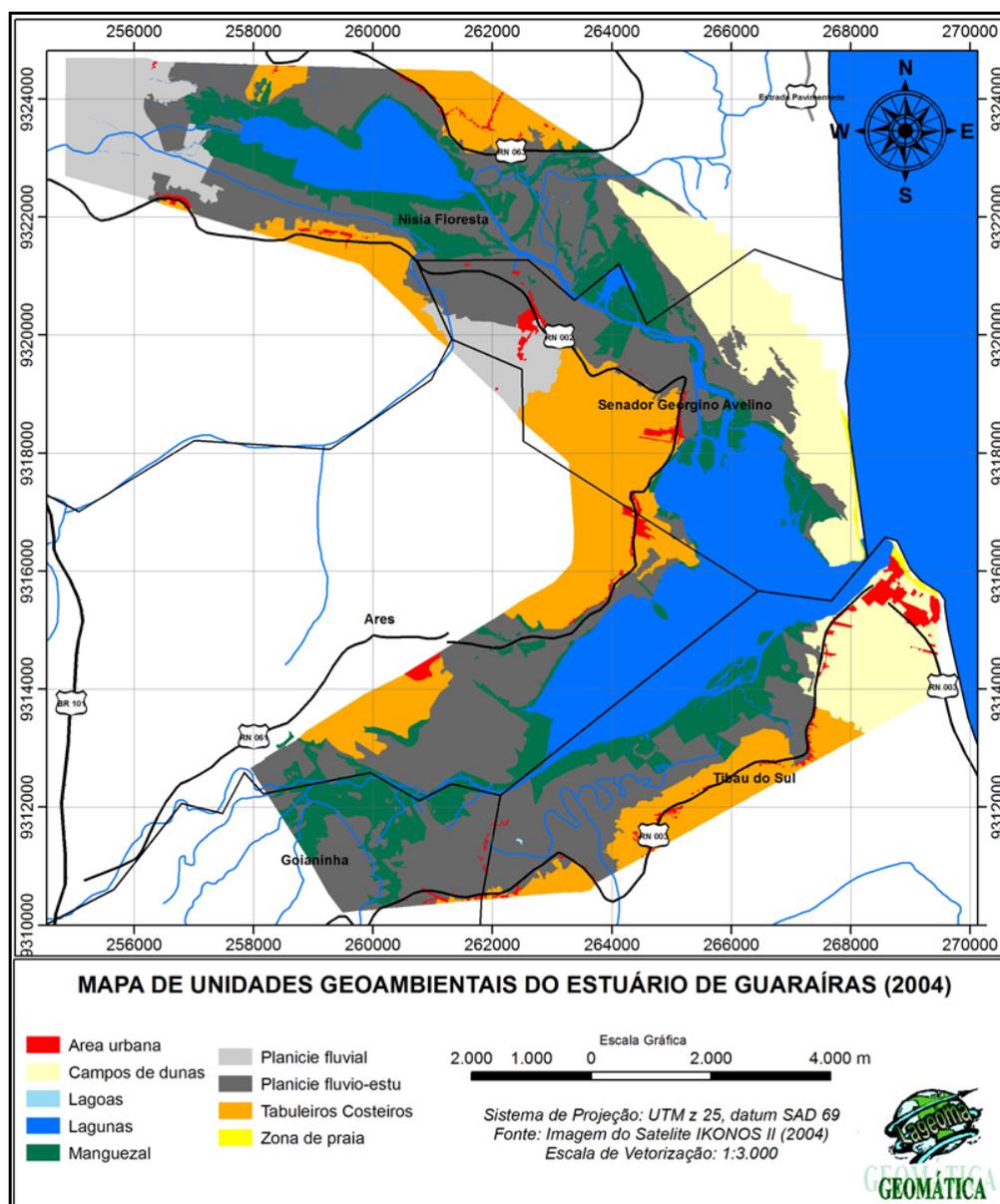


Figura 4 – Mapa de Unidades Geoambientais do Sistema Estuarino Guaraiás (2004)

Mapa de Potencialidades para o Sistema Lagunar-estuarino Guaraiás (2004)

Por potencialidades compreendem-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.

A geração deste mapa baseou-se nas características geoambientais que mais influenciam o ecossistema adjacente à área de estudo, dessa forma, 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. Segundo Cunha *et. al.* (1990), e em acordo com os preceitos do Desenvolvimento Sustentável foi adotada para a área de estudo uma classificação em *Áreas de Uso*, *Áreas de Preservação* e *Áreas de Conservação*.

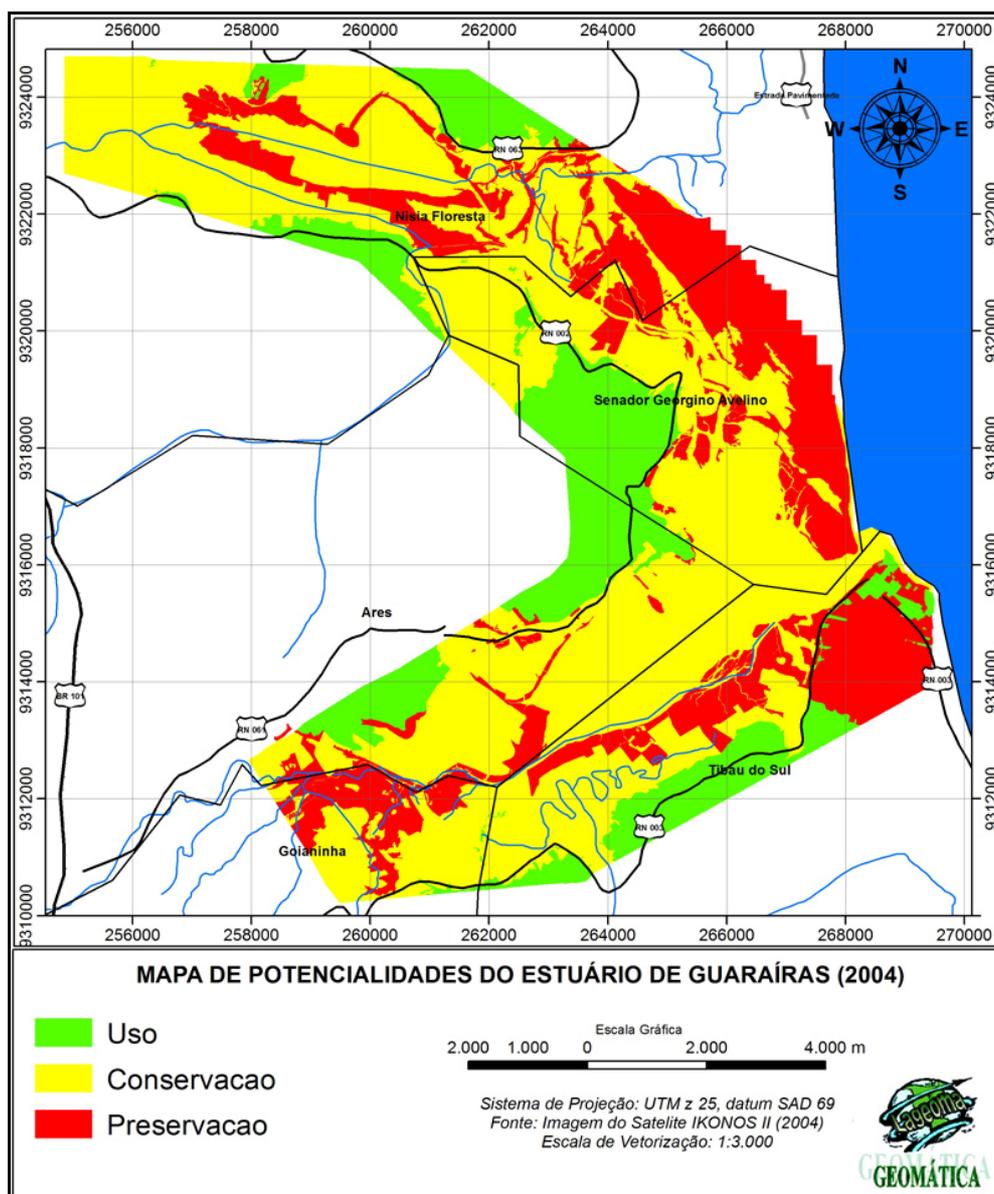


Figura 5 – Mapa de Potencialidades do Sistema Estuarino Guaraíras (2004)

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 Sistema Lagunar-estuarino Nisia Floresta-Papeba-Guaraíras, montando-se uma matriz genérica destas Potencialidades. 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 das unidades geoambientais da área de estudo e suas potencialidades

Unidades Geoambientais	Descrição	Hidrografia Hidrogeologia	Relevo	Vegetação	Geologia	Pedologia	Uso Potencial	Uso Atual	Potencialidades	Área (ha.)
1. Zona de Praia	Parte da areia, constantemente instável devido ao nível do mar.	Afloramento de aquífero livre. Escoamento difuso constituído por sedimentos arenosos.	Plano	Leguminosas com manchas de restinga rala.	Areias eólicas e praias recentes.	Areias quartzosas marinhas	Preservação	Lazer e cultura	Área de importância ecológica, deve ficar livre de atividades impactantes.	22,5
2. Tabuleiros Costeiros	Relevo de topografia plana a suavemente ondulada, sedimentar de baixa altitude.	Aquífero Barreiras, confinado, semiconfinado e livre em algumas áreas.	Plano a suavemente ondulado (menos que 100m).	Restinga arbustiva arbórea e resquícios de Mata Atlântica.	Grupo Barreiras (Terciário Superior)	Latossolos vermelho-amarelos distróficos	Uso	Núcleos urbanos e agricultura.	Uso sem restrições prévias, mas sujeito a medidas de conservação.	936
3. Manguezal	Área de várzea, ocupando toda a extensão do estuário.	Aquífero aluvião, livre, disperso constituído por sedimentos argilosos.	Plano	Mangue	Sedimentos aluvionares recentes e sub-recentes.	Aluviais eutróficos	Preservação	Vegetação nativa e carnicultura	Área de importância ecológica, deve ficar livre de atividades impactantes.	1.419
4. Planície Fluvial	Vale estuarino assentado entre as paredes do graben	Aquífero aluvionar, livre, disperso e constituído por sedimentos arenosos.	Plano	Mangue (maré) e mata ciliar (a montante).	Sedimentos aluvionares recentes a sub-recentes.	Aluviais eutróficos	Conservação	Núcleos urbanos e carnicultura	Área de uso restrito e controlado a atividades não impactantes.	3.091
5. Sedimentos Eólicos	Sedimentos eólicos e praias originados no Quaternário.	Aquífero livre, afloramento de lençol.	Ondulado (até 60m).	Vegetação de dunas	Areias quartzosas distróficas.	Areias quartzosas distróficas	Preservação	Vegetação nativa e agricultura.	Área de importância ecológica e hidrogeológica deve ficar livre de atividades impactantes.	1.977
6. Vale Fluvial	Depressão alongada de origem fluvial ocupada por água.	Aquífero aluvionar com afloramento escoamento superficial permanente	Níveis batimétricos variando de 0 a 12m	Vegetação hidrófila	Sedimentos aluvionares	Sedimentos aluvionares	Conservação	Vegetação nativa, Lazer e cultura.	Área de uso restrito e controlado a atividades não impactantes.	315

5 – Conclusões

As atividades desenvolvidas na área são de grande impacto para o meio ambiente, cabendo ao estado adotar as medidas necessárias para controlá-los, garantindo a sustentabilidade da região. Com respeito à utilização do geoprocessamento pode-se dizer que os resultados apresentados neste trabalho, no que concerne ao mapeamento temático, e à caracterização geoambiental, foram bastante satisfatórios, destacando-se o baixo custo e a economia de tempo despendido e atestando as inúmeras vantagens do geoprocessamento como ferramenta de caracterização e análise, aplicado ao gerenciamento de recursos naturais em áreas costeiras.

6 – 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. Diagnóstico Geoambiental Com Uso do Geoprocessamento Visando a Determinação de Potencialidades de Uso do Solo Para a Área Estuarina do Rio Curimataú – Canguaretama (RN). 126 p. Dissertação (Mestrado em Geociências). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2005.
- IDEMA – INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E DO MEIO AMBIENTE DO RIO GRANDE DO NORTE. Diagnóstico e Vulnerabilidade Ambiental dos Estuários do Litoral Oriental do RN. Natal – RN. 2003. 51 p. + Anexos.
- IDEMA – INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E DO MEIO AMBIENTE DO RIO GRANDE DO NORTE. Mapeamento Geoambiental do Sistema Lagunar-Estuarino Nísia Floresta-Papeba-Guarairas em Escala 1:10.000 – Com base em Imagens IKONOS II. Natal – RN. 2004. 48 p. + Anexos.