

CARACTERIZAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO ESTUÁRIO E ENTORNO DO RIO PIRANGI (CE)

MARGARETH SÍLVIA BENÍCIO DE SOUZA CARVALHO¹

MARCOS JOSÉ NOGUEIRA DE SOUZA²

MANUEL RODRIGUES DE FREITAS FILHO¹

ANA MARIA LEBRE SOARES¹

¹FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
Caixa Postal D-3221 – 60115-221 – Fortaleza – CE, Brasil
{margaret, freitas, anamaria}@funceme.br

²UECE – Universidade Estadual do Ceará
Caixa Postal 1531 – 60740-000 - Fortaleza – CE, Brasil
marcosnogueira@fortalnet.com.br

Abstract. The purpose of this study is to realize the characterization and the use/occupation of the estuary and around the Pirangi River. The area is located in the east cost of Ceará State, with 678,21 Km². It was carried out the study of the environmental problems related to the occupation and land use in order to evaluate the ecosystem degradation because of the anthropics activities expansion. The methodology is according to the integrated analysis of the natural environment, following the geosistemic model. To obtain the geocoded information it was used the remote sensing and GIS technologies. Though the digital processing, using the satellite image Landsat, it was been the identification of the use and occupation of the area. The study showed the ecosystem fragility and the risk related to environmental occupation and use capability. The conclusion of this research is that the anthropic activities and the exploration actual models of the natural resources are the more responsible to the estuary degradation and that the more significant impacts occur in the dunes and mangroves.

Keywords: estuary, remote sensing, digital processing.

1. Introdução

Muitos estudos têm sido direcionados visando avaliar a situação dos recursos naturais em face da velocidade de ocupação do seu espaço físico. O crescimento da população implica, inevitavelmente, na ocupação de terras e na necessidade de criar condições de sobrevivência. Neste contexto, a utilização racional dos recursos naturais renováveis torna-se fundamental, para que sejam conservadas as funções econômicas do ambiente natural de modo a manter a sustentabilidade produtiva desses recursos.

Dentre os ambientes naturais mais ameaçados e devastados pela ação antrópica estão os estuários dos rios. Em muitos desses estuários existem extensas áreas cobertas por manguezais, um ecossistema reconhecidamente de grande importância ecológica e social, que serve como fonte de sustento para a vida das populações ribeirinhas/litorâneas. Apesar desta importância, pouco se tem feito visando sua preservação, equilíbrio e manejo adequado.

Estes estudos tiveram a finalidade de caracterizar os sistemas físicos-naturais que compõem a área do estuário e entorno do rio Pirangi, usando as geotecnologias de sensoriamento remoto e geoprocessamento, dentro de uma visão integrada do ambiente natural, buscando-se ao final, uma avaliação do uso e ocupação das terras, visando dar subsídios para um melhor planejamento de ocupação destes espaços. A área está situada em parte dos municípios de Beberibe e Fortim, no litoral leste do Ceará, com uma extensão de 678,21 km²,

Para alcançar tais resultados foram utilizadas, como ferramentas para o mapeamento, imagens do satélite LANSAT através de um Sistema de Informações Geográficas-SIG. Por

meio do processamento digital de imagens, foi possível extrair informações sobre os recursos naturais da área, obtendo-se a identificação e análise dos componentes geoambientais.

Os recursos computacionais permitiram a manipulação e a geração de uma grande quantidade de informações. Desta forma pôde-se testar o potencial destas tecnologias para estudos na área ambiental, ficando evidente a importância e eficiência das técnicas usadas e a certeza de que, os avanços dos sistemas de geração, processamento e manipulação de imagens, possibilitarão análises rápidas e monitoramento constante dos recursos naturais e, principalmente, dará condições de um acompanhamento sempre atual da evolução da ocupação das terras.

2. Metodologia

2.1. Referenciais Teórico-Metodológico

A metodologia utilizada está apoiada nos estudos integrados sobre o ambiente natural, que busca o conhecimento e a avaliação dos componentes geoambientais dentro da concepção de geossistema.

Neste aspecto vale citar as contribuições de TRICART (1977), SOTCHAVA (1977), BERTRAND (1972), dentre outros, cuja fundamentação teórica está relacionada à Teoria Geral dos Sistemas. Dentro desta mesma concepção, também merecem citação autores cujos trabalhos foram direcionados mais especificamente para o Ceará, tais como, SOUZA (1994), FUNCEME (1993), SOARES (1998).

Como ferramenta de apoio, identificação e análise dos elementos do meio físico, fez-se uso das geotecnologias de sensoriamento remoto e do geoprocessamento.

2.2. Material e sistemática operacional

2.2.1. Material

Dentre o material geocartográfico usado estão as imagens orbital do satélite LANSAT 5 TM, em composição colorida multiespectral nas bandas 5, 4, 3 (RGB) - TM4 (vermelho), TM5(verde) e TM3(azul), escala 1:100.000, georeferenciada, órbita/ponto WRS 216/063 C, datada de 02 de 06 de 1999.

Como documentação cartográfica de apoio utilizou-se o Mapa do Estado do Ceará, escala 1:500.000, IPLANCE, 1994; Mapa Exploratório-Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará, escala 1:600.000, Ministério da Agricultura, 1972; Mapa Geológico do Estado do Ceará, escala 1:500.000; Mapa de Unidades Fitoecológicas; Mapa de Uso Atual; Mapa de Zoneamento Geoambiental do Estado do Ceará em escala 1.000.000 SEPLAN; in Projeto Áridas, 1994; Mapas Temáticos dos Recursos Naturais do Litoral Leste do Estado do Ceará em escala 1:200.000; Mapas Temáticos dos Recursos Naturais folha SB. 24/25 Jaguaribe/Natal em escala 1:100.000 RADAMBRASIL, 1981; Mapas Temáticos dos Recursos Naturais, Dissertação, SOARES, A.M.L, 1998. Carta planialtimétrica, escala 1:100.000, Folhas Beberibe e Parajuru, publicadas pela DSG/SUDENE. 3ª impressão, 1982 (Projeção UTM).

A etapa de geoprocessamento foi realizada através dos *softwares* SGI-Sistema de Informações Geográficas, versão 2.5, o SPRING - Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas, versão 3.4 e 3.5 ambos desenvolvidos pelo INPE, além do software de GIS *ArcView*, versão 3.1 da ESRI e o *Corel Draw* 9.0.

2.2.2. Sistemática Operacional

Inicialmente foi feita uma análise preliminar, em escritório, do material bibliográfico e geocartográfico disponível, envolvendo trabalhos executados anteriormente, publicações, relatórios e mapas, que tratam dos temas sobre estudos integrados dos recursos naturais e tecnologias de sensoriamento remoto, cartografia temática e geoprocessamento.

A execução dos trabalhos seguiu as etapas relacionadas às atividades de confecção da base planialtimétrica, interpretação da imagem de satélite, geoprocessamento das informações temáticas e edição de mapas.

Para compor o mapa da base cartográfica, foi delimitada a área de estudo, compreendendo o estuário e entorno do rio Pirangi em escala 1:100.000. Foram selecionados os dados referentes à rede de drenagem, malha viária, curvas de nível e malha urbana. Estes dados foram extraídos das cartas planialtimétricas da DSG/SUDENE, 1982, digitalizadas e atualizadas. Os mapas de geologia/geomorfologia, solos e unidades geoambientais da área estudada, foram confeccionados a partir da interpretação visual da imagem analógica do satélite TM-LANDSAT 5, composição colorida das bandas 5, 4, 3 (RGB), seguindo as orientações das Diretrizes Metodológicas para o uso do Sensoriamento Remoto em trabalhos de estudos e pesquisas do meio ambiente, tendo como referencial o trabalho desenvolvido por SOARES (1998).

O mapa de vegetação/uso e ocupação da terra foi elaborado em etapas que começou com um reconhecimento prévio da área estudada, mediante consulta de cartas temáticas, fotografias aéreas e trabalho de campo. Para o processamento digital foi utilizada imagens do satélite TM-LANDSAT 5, composição colorida das bandas 5, 4, 3 (RGB), em formato digital, aplicando-se as técnicas de segmentação e classificação através do SPRING. Os dados, para serem trabalhados no SIG, foram organizados em um Projeto criado em projeção UTM, escala 1:100.000, com área de estudo limitada pelas coordenadas 04° 17' 13" e 04° 33' 03" de Lat. S e 37° 47' 27" e 38° 09' 49" de Long. W. Este Projeto foi composto pelos seguintes Planos de Informação (PI's): drenagem, estradas, altimetria para o registro cartográfico planialtimétrico, áreas urbanas (base cartográfica), geologia, geomorfologia, solos e unidades geossistêmicas. A operação foi complementada com o ajuste das linhas, identificação das áreas através dos centróides e poligonalização. Para a edição e geração dos mapas, foram definidas legendas próprias para cada componente geoambiental e a escala adotada foi 1:100.000.

A escolha do SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas) para desenvolver este trabalho, foi motivada pelas vantagens de ser um software de domínio público e operar como um banco de dados geográfico, podendo manipular um grande volume de informações, tanto vetoriais como matriciais ("raster"), além de realizar a integração de dados de sensoriamento remoto num SIG (Sistema de Informações Geográficas).

Neste trabalho foi usada a técnica de classificação que consiste em agrupar certa quantidade de níveis de cinza pertencentes a uma classe no espaço de atributos, ou seja, é estabelecido um processo de decisão no qual um conjunto de pixel é definido como pertencente a uma determinada classe. A partir da delimitação desse conjunto de pixel é feita uma classificação supervisionada, que consiste em adquirir amostras de classes com características semelhantes, que agrupadas e representadas cartograficamente, identificam um determinado tema (vegetação, água, área urbana, etc.). Para cada tema há uma classe temática associada. Com a delimitação dessas classes e identificação do objeto classificado foi gerado o mapa temático.

A leitura da imagem digital foi feita no Módulo "IMPIMA" do SPRING, e convertida para o formato GRIB. Foram selecionadas e gravadas as bandas e a região de interesse na

imagem. Com esta operação o arquivo imagem ficou pronto para ser georreferenciado e incluído no projeto para ser trabalhado.

3. Considerações sobre os estudos básicos

Os estudos básicos geraram informações sobre as características geológicas, geomorfológicas, climáticas, hidrológicas, pedológicas e fitoecológicas, sendo representados cartograficamente pela base e temas específicos.

A geologia retratou a distribuição dos principais tipos de rochas, agrupadas em uma ordem cronoestratigráfica, relacionadas com o relevo e o solo. De acordo com SOUZA (1998), na zona litorânea o domínio dos depósitos sedimentares Cenozóicos é constituído pelas exposições Terciário-Quaternário da Formação Barreiras e pelas ocorrências sub-atuais e atuais das paleodunas, sedimentos de praias e aluviões.

Os estudos geomorfológicos tiveram como base as formas de relevo e as feições do modelado associadas à natureza e propriedade das rochas. A geomorfologia da área tem características predominantemente planas ou de declividade suave, feições morfológicas típicas de ambientes litorâneos. Na área estudada foram identificadas as seguintes unidades geomorfológicas: Planície litorânea (Faixa praial, pós-praia, dunas móveis e dunas fixas); Planícies flúvio-marinhas; Planícies fluviais (rio Pirangi, Umburanas, Ezequiel e Salgadinho); Planície flúvio-lacustre (lagoa Córrego do Sal) e Glacis pré-litorâneos, formados pelos tabuleiros pré-litorâneos.

Os parâmetros pluviométricos estudados forneceram as informações climáticas e hidrológicas. Ficou constatado que o potencial hídrico da região depende diretamente da recarga dos rios. Apesar de haver um domínio do clima semi-árido no território cearense, na área estudada, devido à proximidade do mar, predomina um clima mais ameno, onde as precipitações pluviométricas são, em geral, superiores a 900–1.000 mm, com uma concentração maior de chuvas nos meses de fevereiro a maio

Os estudos pedológicos foram baseados na descrição das classes de solos a partir de suas características morfológicas mais importantes. Foi considerada a distribuição geográfica dos solos e a geomorfologia associada às demais condições ambientais, inclusive, o uso e ocupação da terra. Dentre os solos identificados, os que ocupam maior expressão territorial são as Areias Quartzosas Distróficas, compreendendo, não só os campos de dunas, mas também os tabuleiros pré-litorâneos.

A vegetação retrata os ecossistemas existentes e reflete as interações mútuas entre os componentes ambientais. Foram identificadas as principais unidades fitoecológicas com base nas características fisionômicas e florísticas. Em cada unidade geossistêmica, foram detectadas as formas atuais de exploração dos recursos naturais e avaliados os possíveis impactos de algumas destas formas de ocupação.

A análise geossistêmica foi feita subsequente aos estudos setoriais. Procurou-se delimitar as unidades geoambientais através da interpretação das imagens de satélite, checagem de campo e posterior geoprocessamento das informações. As unidades com estrutura e características homogêneas foram delimitadas por apresentar modelos específicos de combinações entre fatores de potencial natural (abióticos) e de exploração biológica aos quais se sobrepõe a ação antrópica.

4. Caracterização da Vegetação, Uso e Ocupação

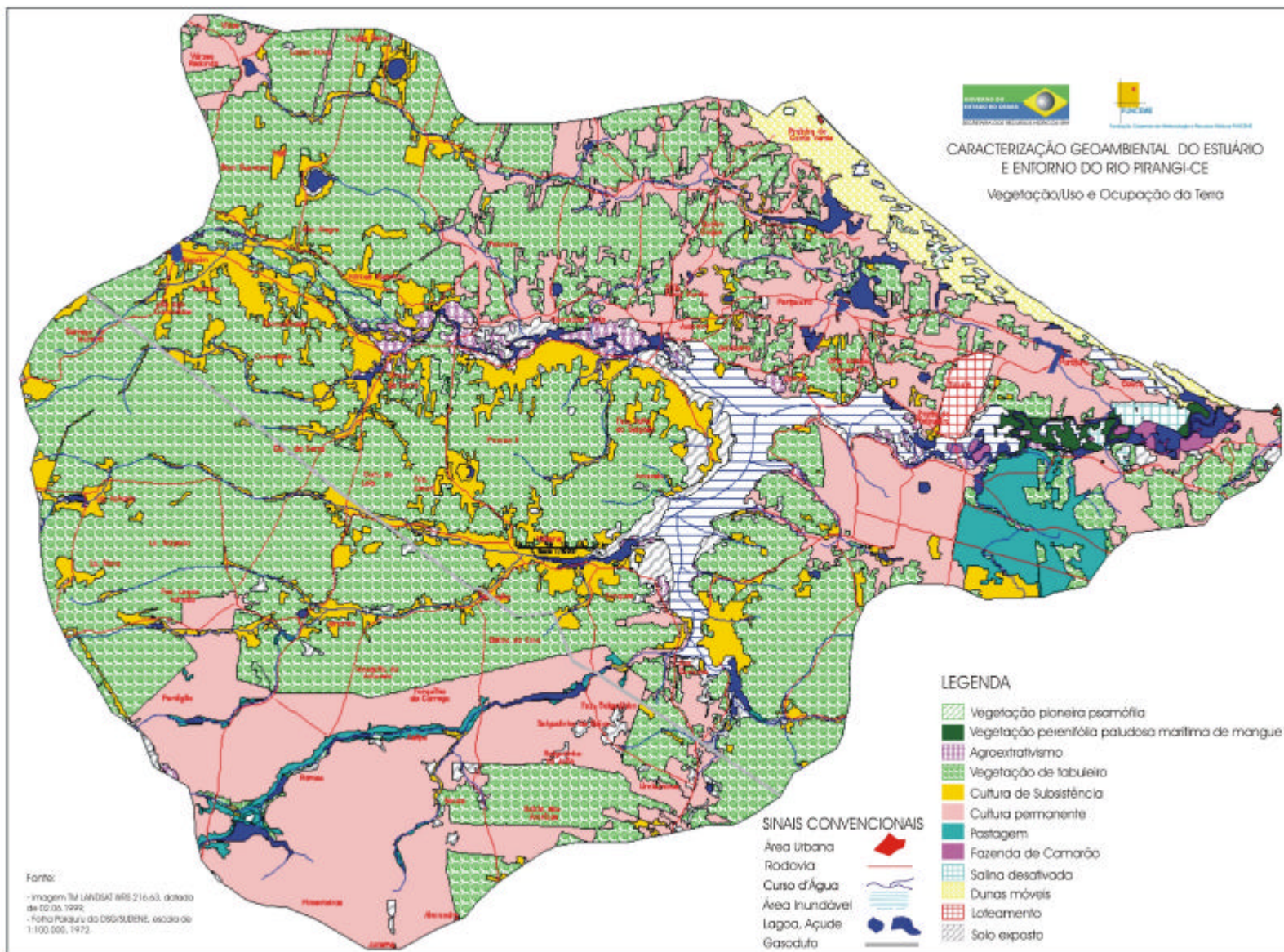
Os resultados apresentados no Mapa de Vegetação Uso/Ocupação e quantificado na tabela aqui apresentada, mostrou que, de um modo geral, a área ocupada pelo estuário do rio

Pirangi e seu entorno, está acentuadamente antropizada, praticamente não possui mais as condições de originalidade de seus recursos naturais. Em campo constata-se que ainda existem alguns locais naturalmente conservados, apresentando uma vegetação arbórea-arbustiva, entretanto a ocupação desordenada, principalmente nos tabuleiro pré-litorâneos, é responsável pelo o desmatamento acentuado que avança por estes locais. Observa-se o predomínio da vegetação de tabuleiro e extensas áreas ocupadas com lavouras permanentes e de subsistência. Destacam-se ainda, no estuário do rio Pirangi, as fazendas de camarão, áreas com salinas desativadas e alguns loteamentos.

Por ser uma região bastante povoada, o uso e ocupação da terra, está intrinsecamente relacionado aos modelos de exploração. O desenvolvimento socioeconômico está apoiado na pesca, carcinicultura, turismo, agricultura, pecuária e agroextrativismo. O Projeto RADAMBRASIL (1981) aponta como sugestão de ocupação da área, o aproveitamento do relevo com a implantação de atividades turísticas, já que as feições se mostram favoráveis com base nas condições paisagísticas e pitorescas. Atualmente já é grande a procura de locais para desenvolver este tipo de atividade, que apesar de trazer divisas e melhorar a qualidade de vida da população, em geral, age no sentido de degradar, principalmente, a cobertura vegetal e os solos, modificando as condições dos meios fito-ecológicos e afetando toda a ecodinâmica das paisagens. Daí a importância de se conhecer estes ecossistemas como forma de melhor orientar o planejamento territorial do local.

TABELA – Áreas das Principais Unidades Fitoecológicas/Classes de Uso da Terra do estuário e entorno do rio Pirangi-CE

UNIDADES FITOECOLÓGICAS/CLASSES DE USO DA TERRA	ÁREA	
	Valor absoluto (Km ²)	Valor relativo (%)
Vegetação pioneira psamófila (dunas fixas)	0,77	0,11
Vegetação perenifólia paludosa marítima de mangue	2,63	0,39
Vegetação de Tabuleiro	343,23	50,61
Sub-total Vegetação	346,63	51,11
Agroextrativismo	8,45	1,25
Cultura permanente (caju, coco da bhia e outras)	172,66	25,46
Cultura de subsistência	63,39	9,35
Pastagens	16,58	2,44
Sub-total Usos da Terra	261,08	38,50
Dunas	13,77	2,03
Salinas desativadas	2,06	0,30
Fazendas de camarão	1,51	0,22
Loteamento	2,97	0,44
Áreas inundáveis	20,86	3,08
Áreas urbanas	0,43	0,06
Água (açudes, rios e lagoas)	12,86	1,90
Solo exposto	16,04	2,36
TOTAL	678,21	100,00



5. Considerações finais

Através da caracterização geoambiental do estuário e entorno do rio Pirangi, realizada com base na análise integrada do ambiente, foi possível observar a situação atual da área em relação ao seu uso e ocupação. Os estudos identificaram as principais atividades desenvolvidas e alguns dos impactos que podem ser classificados como muito danosos ao estuário.

O desmatamento representa uma das mais graves ações degradadoras deste ambiente. Na planície litorânea, a retirada da cobertura vegetal dos campos dunares, está deixando o ambiente susceptível à erosão eólica, dando início ao processo de transporte de dunas já fixadas. Este fato tem como consequência o assoreamento da desembocadura e leito dos rios e das lagoas, atingindo, inclusive as áreas já ocupadas. A planície fluvial, principalmente, do rio Pirangi, sofre constantes agressões, desde a retirada da mata ciliar, causando o assoreamento do leito do rio, até a destruição de parte da vegetação característica do manguezal. Este já é considerado um impacto de graves consequências, que ocasiona o desequilíbrio deste frágil ecossistema e o comprometimento da biodiversidade do mangue. Nos tabuleiros pré-litorâneos, o desmatamento deixa o solo exposto proporcionando condições favoráveis para o arraste da camada fértil, prejudicando, assim, a agricultura. Apesar disto, o setor agrícola continua crescendo impulsionado pela demanda. Culturas permanentes, como o cajueiro e o coqueiro e lavouras de subsistência como o milho e o feijão, bem como as pastagens, predominam na região e não param de ocupar novas áreas.

Em vários locais, as edificações implantadas nas zonas de intenso fluxo eólico, estão provocando a migração de dunas barcanas que invadem as vias de acesso e outras edificações. A ocupação desordenada e os loteamentos irregulares, observados na área provocam o movimento das dunas móveis, resultando em impactos no nível do lençol freático e diminuição da faixa praias, o que concorre para modificar a paisagem local. Apesar da área apresentar limitações quanto à ocupação, já existem diversos empreendimentos turísticos ao longo da planície litorânea. Tais formas de ocupação podem causar desequilíbrios catastróficos nos ecossistemas costeiros.

A área estudada é dotada de patrimônio paisagístico de grande beleza cênica, potencialmente favorável ao lazer, recreação, prática de esportes náuticos, dentre outros. Tal vocação natural, incentiva o turismo, que, embora, gere emprego e renda para a população, resulta na ocupação indiscriminada e inadequada de locais vulneráveis à degradação, causando graves impactos aos ecossistemas.

Outra atividade que representa impacto no local é a implantação de fazendas de camarão. Em plena expansão às margens do rio Pirangi, foi impulsionada pela queda na produção do sal e o elevado valor comercial do camarão. Como consequência foram observadas mudanças sociais e econômicas significativas na região. O alerta é para que sejam estabelecidos critérios cuidadosos antes de se viabilizar qualquer projeto neste sentido, a fim de se evitar os riscos de fracassos financeiros e prejuízos ambientais irreversíveis.

A análise das condições observadas em cada unidade geossistêmica e em cada geofácia, mostrou que a zona costeira é bastante vulnerável a ação antrópica e que os modelos atuais de exploração dos recursos naturais e as atividades desenvolvidas em cada uma delas, contribuem para uma degradação maior e mais acelerada deste ambiente.

O estudo realizado gerou importantes informações físicas da área, que, aliadas ao conhecimento dos processos dinâmicos que modelam a paisagem local, poderão direcionar as ações de preservação, uso e ocupação deste estuário, subsidiando a implantação de um planejamento mais racional, sem tantos riscos de destruir os recursos naturais e com mais controle de causa e efeito.

É importante concluir que, todas estas considerações foram embasadas nas informações extraídas através do processamento digital de imagens, complementadas pelos trabalhos de campo, fato que assegurou qualidade e rapidez aos resultados. A experiência mostra que, apesar desta técnica já estar bastante difundida, observa-se algumas restrições ou cuidados que se deve ter quanto aos dados obtidos. O fato de que, a informação registrada numa imagem digital, não é a resposta única de um alvo da superfície do planeta, pois a radiância captada é o resultado da interação de vários fatores, pode provocar uma classificação muito generalizada e gerar um resultado que não traduz a realidade. Portanto, é importante o emprego de técnicas adequadas para o tratamento de imagens multiespectrais, devendo ser considerado na análise, o comportamento espectral dos objetos e suas características espaciais.

Considerando a realidade do uso da terra no Estado do Ceará, onde são cultivadas pequenas áreas, em geral, consorciadas e com vários tipos de cultura, o produto gerado a partir de uma classificação necessita de uma boa supervisão. Neste trabalho, foram feitas várias tentativas de classificação supervisionada na busca de encontrar parâmetros que mostrassem no mapa a mesma realidade encontrada no campo.

Apesar destas observações as técnicas aqui utilizadas de sensoriamento remoto e geoprocessamento mostraram-se de grande utilidade para trabalhos desta natureza. Além de identificar as unidades geossistêmicas, diferenciando as regiões homogêneas do ponto de vista físico, proporcionaram a geração dos mapas temáticos, com dados básicos que caracterizaram bem a área, de uma forma rápida e com um considerável grau de confiabilidade. O SIG, com sua capacidade de armazenar, integrar e analisar informações num ambiente computacional permitiu inferências de alguns dos principais problemas que atingem as condições ambientais do local. Enfim, estas são ferramentas que não podem ser ignoradas quando o objetivo for direcionar, agilizar e melhorar os processos de tomada de decisão, dentro de um planejamento que vise a gestão e o monitoramento dos recursos naturais e do espaço físico de uma região.

6. Referências Bibliográficas

Bertrand, G. *Paisagem e geografia física global*. Caderno de Ciências da Terra, São Paulo, 1972. n. 13, p.1-27,1972.

BRASIL. *Projeto RADAMBRASIL. Levantamento de recursos naturais: Folha AS.24/25 Jaguaribe/Natal*. Rio de Janeiro, MME-SG, V.23, 1981.

Ceará, Secretaria de Planejamento e Coordenação do Estado do Ceará. *Projeto áridas: grupo de trabalho: recursos naturais e meio ambiente*. Fortaleza, 1994, 226 p.

FUNCEME. *Redimensionamento da região semi-árida do Nordeste do Brasil*. Fortaleza. 1994. 112 p.

IPLANCE. *Anuário estatístico do Ceará - 1998/1999*: tomo 1 - características geográficas, demográficas, sociais e políticas. Fortaleza, 2000. 499p.

_____. *Atlas do Ceará*. Fortaleza: IPLANCE, 1997. 65p.

Tricart, J. *Ecodinâmica*. Rio de Janeiro: IBGE, 1977. 91 p. (Recursos Naturais e Meio Ambiente, 1).

Soares, A. M. L. *Zoneamento geoambiental do município de Beberibe-Ce*. Fortaleza: UFC, 118p. (Dissertação de Mestrado) 1998.

Sotchava, V. B. *O estudo de geossistemas*. São Paulo: USP, 48P. (Traduzido da versão inglesa The Study of Geosystems). 1977.

SOUZA, M. J. N. de, *Geossistemas e potencialidades dos recursos naturais: serra de Baturité e áreas sertanejas periféricas (Ceará)*. Fortaleza: UFC/FCPC/FUNCEME, 102p. 1994.