

Uso de Geotecnologias em Estudos Ambientais: Estuário do Rio Acaraú como estudo de caso

Maria Valdirene Araújo - Geógrafa. Ms. em Geologia pela Universidade Federal do Ceará e Doutoranda em Geociências pela Universidade Federal de Pernambuco, email:

mmvvaall@hotmail.com

George Satander Sá Freire - Geólogo. Prof. Dr. do Departamento de Geologia e do Mestrado em Geologia da Universidade Federal do Ceará, email: freire@ufc.br

Valdir do Amaral Vaz Manso. Geólogo. Prof. Dr. do Departamento de Geologia da Universidade Federal de Pernambuco, email: vazmanso@uol.com.br

Regênia Soares Freire - Geógrafa pela Universidade Estadual do Ceará, email:

regeniafreire@hotmail.com

João Paulo Portela - Mestrando em Geologia pela Universidade Federal do Ceará, email:

portela_ce@hotmail.com

RESUMO

A área da pesquisa compreendeu a área estuarina do rio Acaraú com 80Km². A pesquisa teve como objetivos analisar as condições ambientais, analisar o processo de uso e ocupação e os impactos ambientais. Como metodologia foram utilizadas bibliografias pertinentes à área, fotografias aéreas e imagens de satélites multitemporais e com boa resolução como as imagens do *Quickbird*. As atividades de geoprocessamento envolveram o processamento digital de imagens de sensoriamento remoto e a integração de dados em estrutura de SIG (Sistema de Informação Geográfica). Os resultados obtidos constaram na análise ambiental integrada gerando proposta de zoneamento ambiental.

Palavras-chave: Análise ambiental, manguezal, estuário.

ABSTRACT

The area the research understood the area estuary of the Acaraú river 80Km², embracing the municipality of Acaraú and Cruz in the west. The research has for objectives to analyze the geo-environmental conditions. As methodology were used pertinent bibliographies to the subject, aerial photography and satellites images and with good resolution as the images of Quickbird. The geo-processing activities involved images digital processing of remote sensing and the integration of data in structure of SIG (System of Geographical Information). The obtained results consisted in the integrated environmental analysis generating a proposal of environmental zoning.

Keywords: Environmental analysis, mangroves, estuary.

1. INTRODUÇÃO

Este estudo analisou de forma integrada os atributos geoambientais do estuário do rio Acaraú e seus objetivos corresponderam a: realizar a análise ambiental do estuário do rio Acaraú; analisar os atributos naturais; analisar o processo de uso e ocupação; realizar a compartimentação geoambiental; elaborar mapas referentes às unidades ambientais para propor o zoneamento geoambiental da área.

A Bacia hidrográfica do rio Acaraú está localizada a oeste da capital cearense (Fortaleza) e compreende uma área equivalente a 14.500 Km², abrangendo cerca de vinte e cinco municípios cearenses, sendo considerada a segunda maior bacia hidrográfica do Ceará. A área da pesquisa compreendeu a região do Estuário do rio Acaraú, correspondendo uma área de 80Km², abrange o município de Acaraú e parte do município de Cruz (oeste).

A área estuarina configura-se como um ambiente de alta vulnerabilidade devido à pressão antrópica, que causa diversos desequilíbrios na sua dinâmica natural. O manguezal, ambiente característico de áreas estuarinas, está sujeito a atividades humanas que colocam em risco a conservação desse ecossistema de significativa riqueza natural. O estuário do rio Acaraú encontra-se muito degradada devido a intervenções humanas em áreas de mangues e dunas, necessitando de um programa de educação ambiental para a população local.

Atualmente a Educação Ambiental está se expandindo bastante para a conscientização da sociedade em geral, na importância de usar de maneira sustentável os recursos da natureza, principalmente em áreas de especial conservação e preservação. A Educação Ambiental para uma sustentabilidade equitativa é um processo de aprendizagem permanente, baseado no respeito a todas as formas de vida. Tal educação afirma valores e ações que contribuem para a transformação humana e social e para a preservação ecológica. (SATO, 2004).

Para Almeida (2002) a educação ambiental estabelece a necessidade de novos métodos pedagógicos e de administração do saber, de acordo com os princípios do desenvolvimento sustentável, a gestão participativa e a administração coletiva dos processos ecológicos e produtivos, que assegurem oferta sustentável de recursos naturais e de satisfação para a sociedade.

1.1 Descrição da área em estudo

A área pesquisada corresponde à região estuarina do rio Acaraú, situado no município homônimo, abrange, aproximadamente, 80Km² compreendendo a áreas de manguezais, campo de dunas, planície de maré e faixa praial, com presença de ocupação antrópica cada vez mais crescente. (Fig. 1).

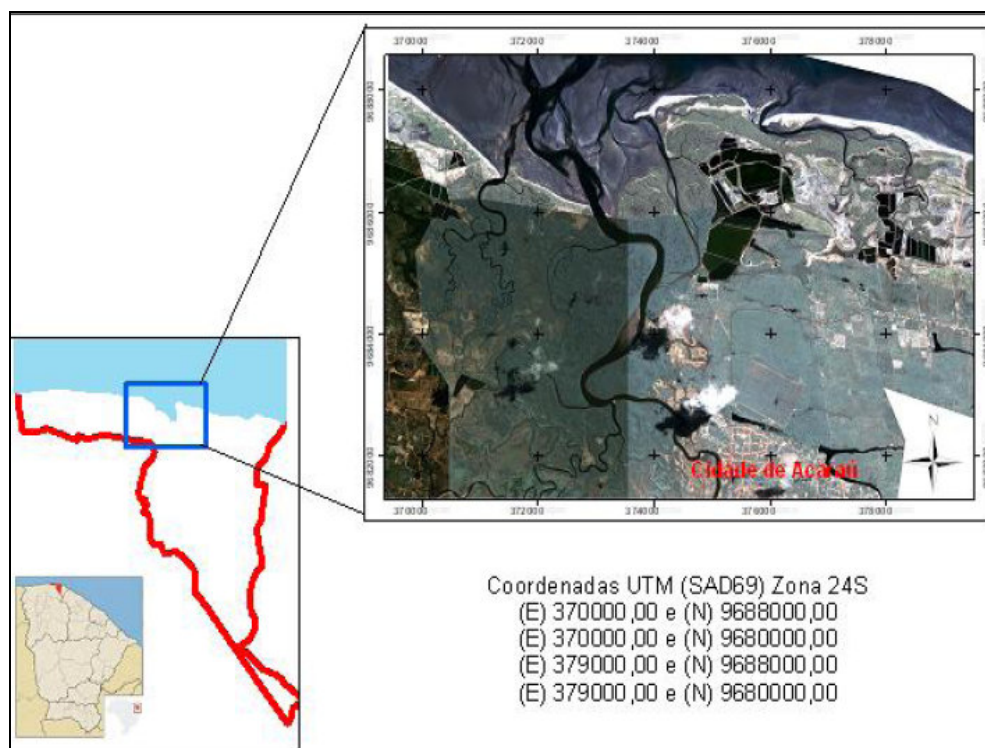


Figura 1 – Localização da área – Estuário do rio Acaraú – Imagem de satélite *Quickbird* (2003)

O Município de Acaraú está localizado na costa oeste do estado do Ceará, a 248km de Fortaleza, capital do estado e corresponde a uma área de 842,88km². Limita-se ao Norte com o Oceano Atlântico, ao Sul com os municípios de Marco, Morrinhos e Amontada, a Oeste com os municípios de Cruz e Bela Cruz e a Leste com o município de Itarema.

Acaraú possui clima Quente Semi-árido Brando com temperatura média de 26° a 28°, onde alcança uma pluviometria média anual de aproximadamente de 1.139,7mm. O relevo do município caracteriza-se pela Planície Litorânea (planície fluvial, planície fluviomarinha, faixa praial e planície de maré) e os Tabuleiros Pré- Litorâneos. Possui uma altitude de 13m acima do nível do mar e dista 198km da capital cearense. (IPECE, 2007).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Roteiro metodológico

O roteiro metodológico apresentado na figura 2 sintetiza os procedimentos adotados para a realização do zoneamento ambiental.

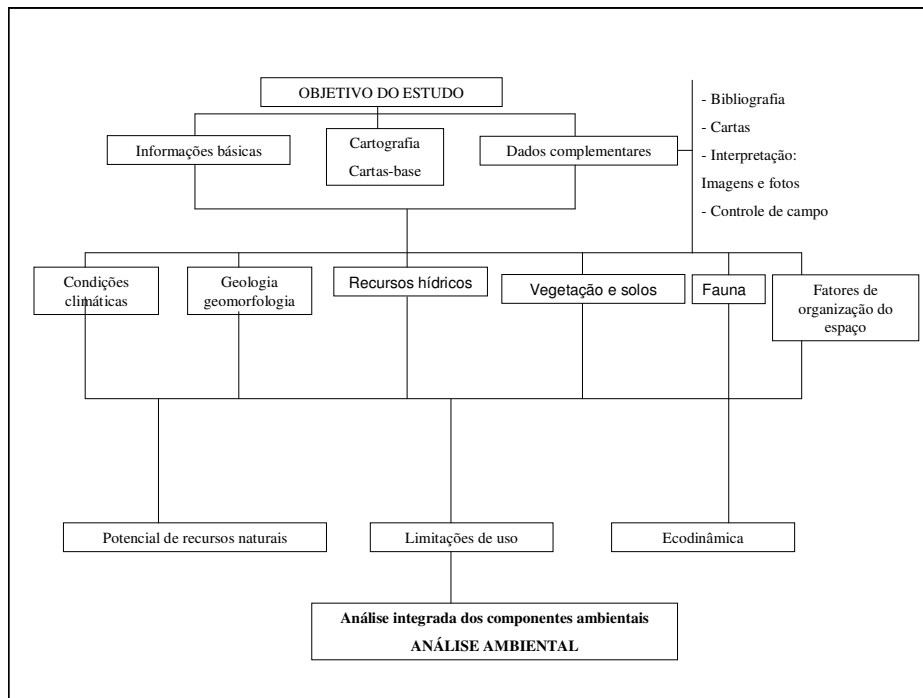


Figura 2 – Roteiro metodológico. Adaptado (Brandão, 2003).

2.2 Procedimentos técnicos e metodológicos

Materiais e equipamentos

Para a realização da pesquisa foi realizada a pesquisa bibliográfica pertinente ao assunto e analisado os seguintes produtos cartográficos e orbitais:

- Imagens *Quickbird* de resolução 0.6m e composição RGB 321, processadas por meio do Software GIS 9.0.
- Carta da SUDENE de 1972 – Escala de 1:100.000. Folha levantada, desenhada e impressa pela DIRETORIA DO SERVIÇO GEOLÓGICO-BRASIL. Fotografias aéreas de 1969 do SACS. Contrato entre a DSG e SUDENE.
- Carta do Diagnóstico Geoambiental de Acaraú na Escala de 1:150.000 – utilizadas para sua confecção Imagens do Satélite ETM – LANDSAT 7, WRS 216.64, 217.63, 217.64, 218.63 e 218.64, datadas de Junho de 1999 e Julho de 2000.

- Carta do Uso e Ocupação de Acaraú na Escala de 1:150.000 – utilizadas para sua confecção
- Imagens do Satélite ETM – LANDSAT 7, WRS 216.64, 217.63, 217.64, 218.63 e 218.64, datadas de Junho de 1999 e Julho de 2000.

Trabalho de campo

Após a análise dos dados bibliográficos e geocartográficos foi elaborado o Mapa Base do Estuário do rio Acaraú (Fig. 3) e posteriormente realizou-se trabalhos de campo para reconhecimento da área pesquisada, observando-se a cobertura vegetal (ecossistema manguezal), solos e os principais tipos de uso e ocupação.

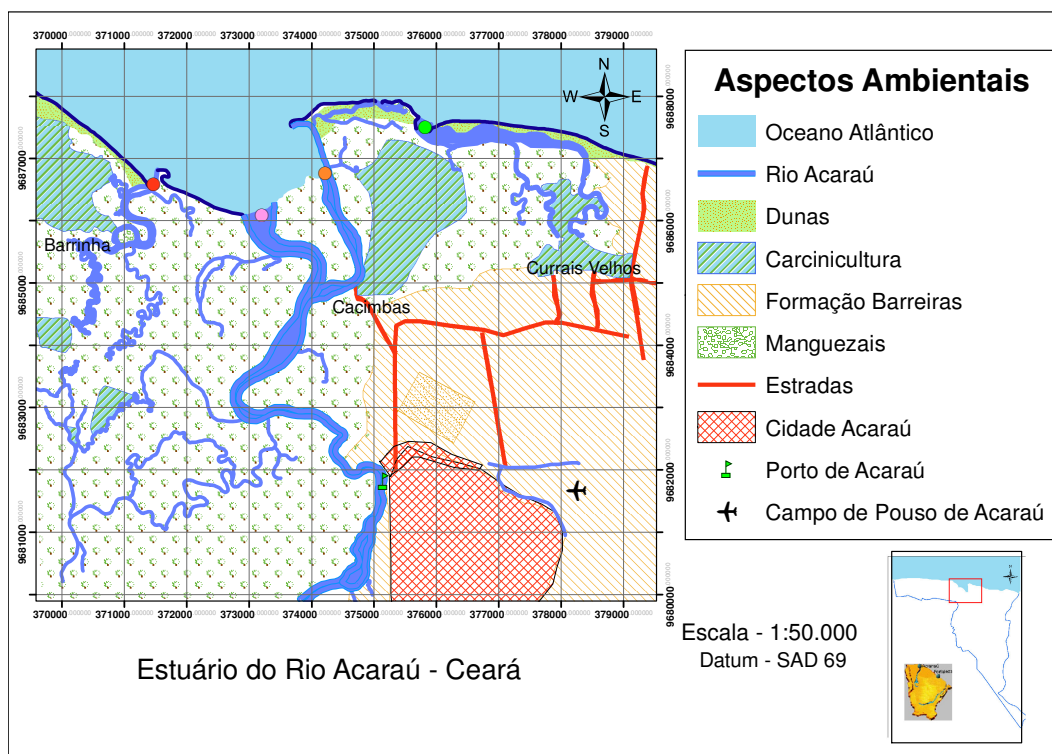


Figura 3 – Mapa Base do Estuário do rio Acaraú.

Sistemática operacional e softwares

O tratamento das imagens orbitais foi executado através do software GIS 9.0, onde foram realizados os procedimentos de análise e interpretação das assinaturas espectrais predominantes e a seleção das composições coloridas das bandas, para a geração de imagens com caráter multiespectral. Do conjunto de imagens coloridas, foram interpretadas aquelas que proporcionaram melhor distinção das unidades de paisagem, levando em consideração a

morfologia costeira e o manguezal. Devido a resolução das imagens Quickbird pôde-se elaborar cartas temáticas com escalas pequenas (1:50.000) com uma maior riqueza de detalhes.

Com a aplicação de técnicas de realces e transformações de imagens, conseguiu-se obter melhorias significativas na qualidade visual dos produtos de sensoriamento remoto, permitindo a utilização dos mesmos no desenvolvimento de vários temas como, por exemplo, a reinterpretação das cartas temáticas e delimitação das unidades ambientais. A aplicação de contraste, composições coloridas e correlação de bandas foram executadas em diferentes etapas da confecção dos mapas.

A identificação e a caracterização das unidades ambientais da área em estudo resultaram da análise integrada dos levantamentos temáticos, que foram avaliados e atualizados sobre as imagens do satélite *Quickbird* (2003) de composição RGB com resolução espacial de 0.60m, sendo possível à geração de novas informações obtidas pela interpretação das imagens utilizando recursos do SIG (Sistema de Informações Geográficas) e do trabalho de campo.

Posteriormente, esses dados foram reproduzidos no software GIS 9.0, onde se iniciou a elaboração das cartas temáticas, extraindo das imagens de satélites as informações espaciais: recursos hídricos superficiais, rede viária, área urbana, cobertura vegetal, uso da terra, solos e geomorfologia.

As cartas temáticas foram, posteriormente, sobrepostas adaptando-se o modelo de Silva (2004), para obter o Mapa de Zoneamento Ambiental, utilizando técnicas de geoprocessamento e processamento digital de imagens, tendo como principal fonte de dados a Carta do Diagnóstico Geoambiental e de Uso e Ocupação de Acaraú na Escala de 1:150.000.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Análise ambiental

A planície litorânea compõe-se da faixa de praia, campo de dunas, planície fluviomarina e a planície fluvial, são componentes que estão constantemente em evolução, mantendo a dinâmica natural do ambiente. No litoral identificamos o processo hidrodinâmico, destacam-se os estuários de rios, locais expressivos de depósitos sedimentares, atuando em conjunto com as condições físicas inerentes a esses ambientes. (Quadro 1).

Quadro 1 - Aspectos geoecológicos do estuário do rio Acaraú.

UNIDADE SUB-REGIONAL DA PAISAGEM	PRINCIPAIS FEIÇÕES PAISAGÍSTICAS	AFLUENTES LITORÂNEOS	FORMAS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	PRINCIPAIS IMPACTOS AMBIENTAIS
Complexo estuarino do rio Acaraú	Manguezais Apicuns e salgados Salinas desativadas e funcionando Coqueirais Carnaubais Flechas de areias e delta de maré	Rio Cacimbas Córrego S. Félix	Porto Salinas Pecuária extensiva Carcinicultura Coqueiral Agricultura de subsistência Pesca artesanal Área residencial	Poluição hídrica Desmatamento Assoreamento Aterros

Adaptado de Edson Vicente da Silva. (IBAMA, 2005).

A avaliação geoambiental de uma área tem como subsídios essenciais os levantamentos multidisciplinares que envolvem os aspectos relacionados a: geologia, geomorfologia, clima, recursos hídricos, solos e vegetação. Esses temas, quando tratados sob o ponto de vista dos seus interrelacionamentos, permitem uma visão integrada da área e constituem fontes de informações fundamentais para o planejamento territorial. (BRANDÃO, 1998).

A análise ambiental foi realizada levando-se em consideração as unidades temáticas estudadas, com o propósito de agrupá-las segundo as especificidades quanto às condições mútuas entre os fatores geoecológicos (geologia, geomorfologia, clima e hidrologia) e os fatores de exploração antrópica (solos e vegetação).

O resultado se deu da correlação, análise e síntese dos atributos ambientais estudados, onde foi possível compartimentar e mapear a região estuarina do rio Acaraú, em acordo com as características genéticas e do comportamento morfodinâmico, revelando as potencialidades e limitações de uso dos recursos naturais de cada área.

A paisagem faz parte de um sistema que conforme Penteado (1980) é um conjunto de objetos ou atributos e das suas relações, organizados para executar uma função particular. Ainda segundo o mesmo autor os Geossistemas como formações naturais que experimentam o impacto dos ambientes: social, econômico e técnico. Esse conceito é o conceito mais amplo

de geossistema. O geossistema deve assim ser discretamente isolado do seu conjunto maior para ser delimitado e definido como um conjunto unitário complexo.

Segundo Pessoa (2003) o conceito ecológico do estudo do sistema permite estudar as relações entre os diversos componentes do meio, portanto, a dinâmica das geofácies é abrangente nos níveis das unidades geossistêmicas. O inter-relacionamento é feito nos níveis climatológico/meteorológico, vegetação, solo e nos processos de troca de energia da pedogênese, da transformação das rochas e na geomorfologia.

Conforme Bertrand, (1972) classifica os geossistemas em três unidades inferiores: geossistema, geofácies e geótopo. O geossistema é um conjunto complexo e principalmente dinâmico. O geofácies é de estrutura menor e atua no interior do geossistema.

No quadro 2 está representado as unidades naturais e a ecodinâmica da região estuarina do rio Acaraú.

Quadro 2 - Unidades geoambientais do estuário do rio Acaraú.

UNIDADES	GEOAMBIENTAIS	Características naturais	Ecodinâmica
Planície litorânea da área estuarina do rio Acaraú	<ul style="list-style-type: none"> • Planície fluviomarinha • Campo de dunas móveis • Campo de dunas semifixas e fixas 	<p>Linha de costa com dunas sob intensa ação eólica. Planície fluviomarinha com solos Gleissolos e vegetação do complexo litorâneo.</p>	<p>Ambientes instáveis e fortemente instáveis com vulnerabilidade alta. Ocupação de áreas de manguezais por atividades econômicas e ocupação de dunas por casas de veraneio e equipamentos de infraestrutura.</p>
Glacis pré-litorâneos	<ul style="list-style-type: none"> • Tabuleiros arenosos • Tabuleiros areno-argilosos 	<p>Superfície predominantemente plana, com declividade suave em direção ao mar, presença de lagoas com vegetação de tabuleiros modificados pelas intervenções antrópicas.</p>	<p>Ambiente estável com baixa vulnerabilidade. Favorável a expansão urbana e plantação de culturas diversificadas.</p>

Fonte: Adaptado de (SOUZA, 2000)

3.2 Uso e Ocupação

Quanto ao uso e ocupação da terra, a maioria dos proprietários rurais são pequenos proprietários, que possuem pequena parte das terras. Cabe salientar que nos últimos anos um pequeno setor dos latifundiários ligados à produção de coco, bem como a produção de

cultivos diversificados, estão utilizando técnicas mais inovadoras, porém sem nenhuma preocupação com o uso do solo. (Fig. 4).

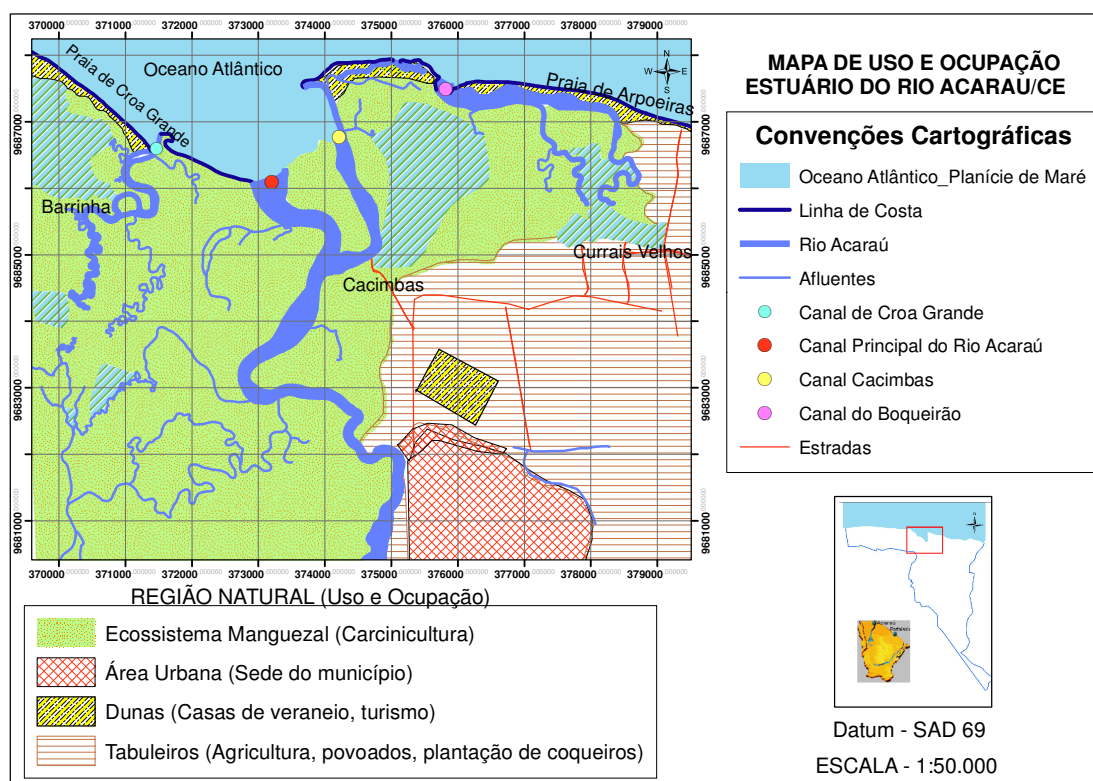


Figura 4 – Mapa de uso e ocupação.

A agricultura comercial está representada pelo cultivo de coco, do beneficiamento da castanha de caju e cultivos de fruticulturas diversificadas. A cultura de fruticulturas diversificadas destina-se a abastecer o mercado externo e local. Na agricultura de subsistência em sua grande parte, ainda se conservam as influências nativas, como as roças de milho, mandioca, abóbora, melancia, feijão e macaxeira, geralmente para seu consumo, com baixos rendimentos, e pouca entrada no circuito de comercialização.

A expansão urbana retrata a ocupação desordenada em áreas de risco, como nas planícies fluviomarinhas e fluviais, em áreas de dunas, o que ocasiona o desequilíbrio ambiental.

A atividade comercial de maior importância é a carcinicultura, hoje um dos setores mais prósperos do município, sendo representada pela cultura de camarão e peixes em viveiros. O cultivo do camarão tem provocado impactos e prejuízos, como poluição das águas, pois os viveiros jogam seus dejetos nos canais de marés e lançados ao mar, e o

desmatamento dos manguezais. A pesca industrializada de peixes e lagosta também tem gerado vários danos ao meio, devido à forma predatória.

A atividade pesqueira é feita de maneira artesanal, sendo comum, o emprego de embarcações movidas a remo e a vela e o uso de caçoeira, tarrafa, linha de mão e canoa sendo que os artefatos de pesca, os tipos de embarcações utilizadas e forma, de armazenamento do pescado, são os fatores determinantes que confirmam a prática da pesca artesanal no litoral.

3.3 Unidades Geoambientais do Estuário do rio Acaraú

Os sistemas naturais e socioeconômicos fazem da área estuarina do rio Acaraú, um espaço importante para a população. Em contrapartida, a ocupação e uso dos sistemas naturais (ecossistemas) são capazes de comprometer os sistemas por si mesmo bastante sensíveis.

Para a definição das categorias ecodinâmicas no estuário do rio Acaraú, foi utilizada uma adaptação da classificação proposta por (TRICART, 1977). Esse elenco de relações, análises e sínteses, permitiram compartimentar a área em unidades territoriais homogêneas.

O zoneamento para a área em estudo foi caracterizado em três principais categorias de ambientes com base nos atributos ecodinâmicos de Tricart (1977). (Fig. 5).

Ecossistema Manguezal (Planície fluviomarinha, salgado e apicum) – Áreas Frágeis com Ecodinâmica de Ambientes Fortemente Instáveis – compreende as Áreas de Preservação Permanente (APPs) definidas por lei, incluindo aquelas que possuem características ambientais que justifiquem seu enquadramento nesta categoria. São áreas de alto impacto, ecossistema de grande fragilidade e vulnerabilidade sendo recomendada a regulamentação do uso e ocupação.

Campo de dunas – Áreas Frágeis com Ecodinâmica de Ambientes em Estado de Transição – permite diversos usos, impondo-as algumas restrições. São áreas usadas para o lazer, devendo-se ter medidas de conservação integrada com tentativas de redução de impactos. Este ambiente engloba os seguintes sub ambientes (campo de dunas e praia). Seu uso verifica-se através das atividades agrícolas com plantações de coqueiro, agricultura de subsistência, extrativismo de areia para construção civil, desmatamento para ocupações

recreativas e de moradia. Os riscos são: erosão dos solos, erosão costeira, soterramento pelas dunas, perda de recursos naturais.

Tabuleiros – Áreas Estáveis com Ecodinâmica de Ambientes Estáveis – refere-se a locais onde ocorre a maior ocupação demográfica, o uso da terra para plantação de culturas, construção de estradas. Por serem áreas altamente utilizadas requer de planejamentos de conservação e preservação dos recursos naturais existentes nestas áreas.

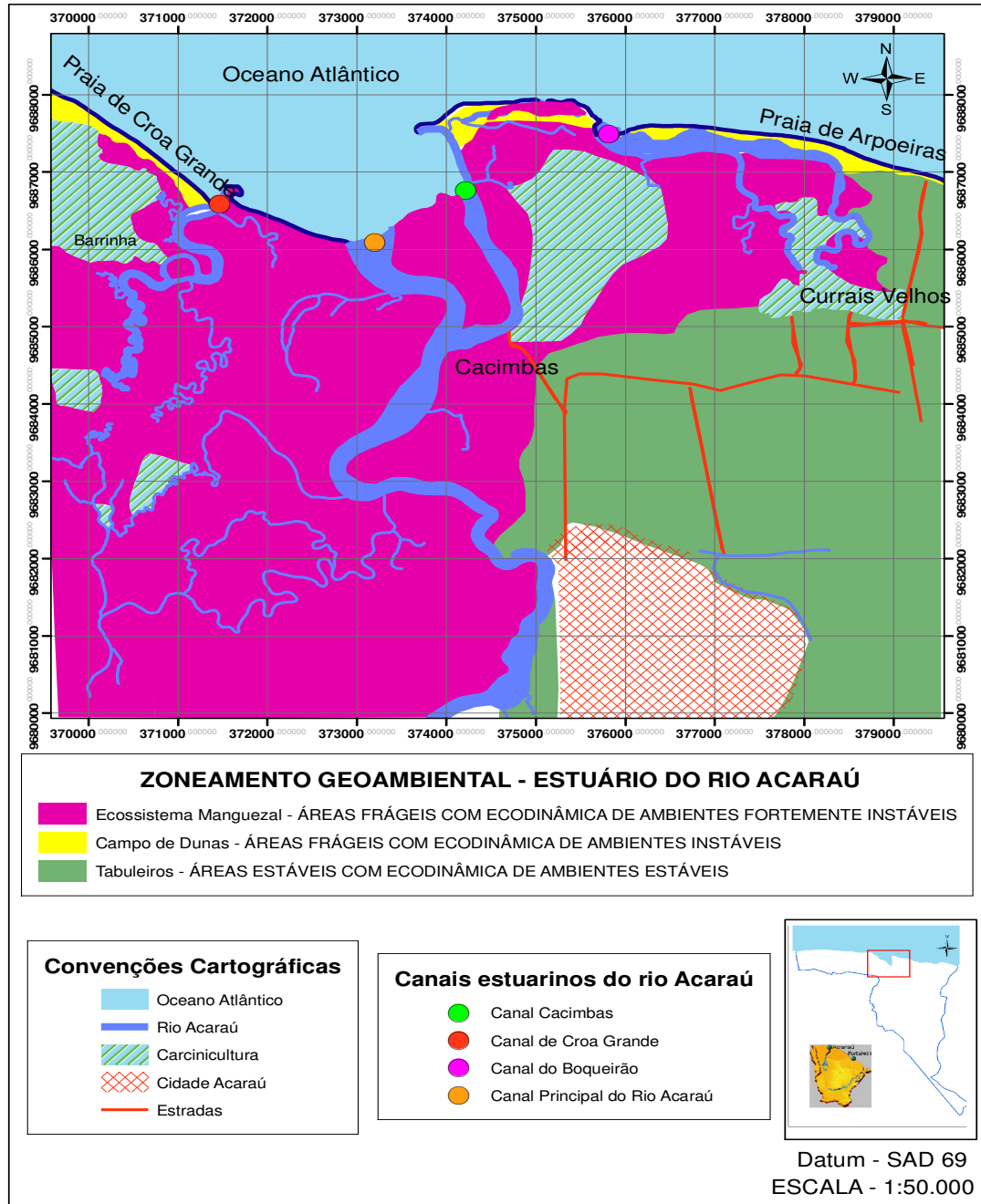


Figura 8 – Zoneamento Geoambiental do estuário do rio Acaraú.

4. CONCLUSÕES

A análise ambiental integrada constituiu na conclusão dos estudos realizados na área estuarina do rio Acaraú, sendo identificada com ênfase a descaracterização do manguezal, bem como, sugestões para diminuir a degradação ambiental da área. Foram analisados os aspectos físicos como a geologia, a geomorfologia, o clima, a vegetação e os recursos hídricos de maneira integradora para se entender a dinâmica natural do ambiente sob a influência da ação antrópica, no qual nesta área a ação do homem se faz presente de forma degradadora e em alguns pontos existem áreas irreversíveis quanto a sua recuperação.

A faixa litorânea é uma área muito vulnerável a ação antrópica frente ao modelo de exploração predatória que, atualmente, se presencia.

O desmatamento do manguezal é um dos pontos mais críticos quanto à degradação e descaracterização da paisagem e da dinâmica desse ecossistema. A pressão antrópica está invadindo áreas de mangues, desmatando e utilizando a madeira do manguê para construir suas casas às margens do rio Acaraú, especialmente na área de sua desembocadura no Oceano Atlântico.

A implantação de empreendimentos de carcinicultura, causando o desmatamento do manguezal, do apicum e salgado, em contrapartida favorece o aumento de empregos.

Em relação ao aspecto socioeconômico da área, é possível destacar as seguintes atividades: Pescadores que ainda vão ao mar buscar seu alimento, a agricultura de subsistência e comercial, o extrativismo vegetal principalmente da carnaúba e a carcinicultura.

A disponibilização de informações físicas da área e o conhecimento dos processos dinâmicos que modelam a paisagem local, certamente servirão de subsídios para direcionar ações de preservação do uso e ocupação dos recursos naturais renováveis deste estuário, possibilitando a implantação de um desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS

- Almeida, J. R. (2002) Ciências Ambientais. Thex Editora. Rio de Janeiro. p22.
- Bertrand, G. (1972) Paisagens e Geografia Física Global: Esboço Metodológico. Caderno de Ciências da Terra. N° 13. Instituto de geografia – USP, São Paulo.
- Brandão, R.L. (2003) Zoneamento geoambiental da região de Irauçuba – CE. Texto explicativo. Carta Geoambiental. Fortaleza: CPRM.

IPECE. (2007) Anuário Estatístico do Ceará. Fortaleza.

Penteadó, M.M. (1980) Fundamentos de Geomorfologia. 3ª. ed.. IBGE. Rio de Janeiro. 210p.

Pessoa, E. F. V. (2003) Análise Geoambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Catu-CE. Fortaleza. 145p. Dissertação de Mestrado em Geografia. Departamento de Geografia. Universidade Estadual do Ceará.

Sato, M. (2004) Educação Ambiental. Editora Rima. São Carlos/SP. 66p.

Tricart, J. (1977) Ecodinâmica. Rio de Janeiro: FIBGE. 97p.