

Análise geoambiental da área estuarina do rio Acaraú, município de Acaraú – Ceará – Brasil, usando técnicas de sensoriamento remoto

Maria Valdirene Araújo^{1,2}
George Satander Sá Freire²
Sidineyde Soares de Lima Costa²
João Paulo Portela²

¹ Universidade Federal de Pernambuco - UFPE
Av. Prof. Moraes Rego, 1235 - Prédio da Reitoria - CEP. 50.670-901
Cidade Universitária - Recife - PE – Brasil
mmvvaall@hotmail.com

² Universidade Federal do Ceará - UFC
Av. Humberto Monte, s/n – Fortaleza – CE, Brasil
freire@ufc.br; sidineyde@gmail.com; Portela_ce@hotmail.com

Abstract. The Acaraú basin is located to west of the capital from Ceará and it understands an area of 14.500Km² being considered the second largest Ceará basin. The area the research understood the area estuary of the Acaraú river 80Km². The objectives of that research corresponded the: to accomplish the environmental analysis of the area estuary of the Acaraú river; to analyze the natural attributes; to analyze the use process and occupation of the soil identifying the environmental impacts; to elaborate referring maps to the environmental units and to propose the creation of an Environmental Protection Area. As methodology were used materials pertinent bibliographical and geo-cartographic to the subject, as the *Quickbird* images. The geo-processing activities involved images digital processing of remote sensing and the integration of data in structure of SIG (System of Geographical Information) and this analysis was achieved by Digital Images Processing (DIP) thecnics. The obtained results consisted in the integrated environmental analysis, where they were identified the following environmental units: plain fluviomarinha; field of dunes and the coastal boards that later a proposal of environmental zoning.

Palavras-chave: remote sensing, Environmental analysis, mangroves, sensoriamento remoto, análise ambiental, manguezal.

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.

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 praias, com presença de ocupação antrópica cada vez mais crescente. (Figura 1).

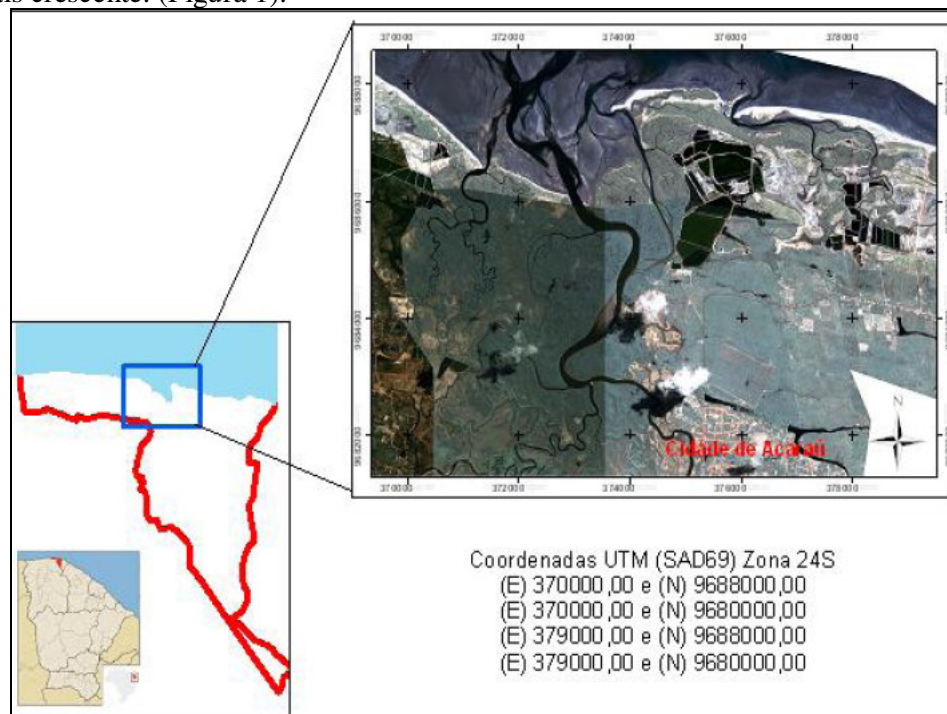


Figura 1 – Localização da área, Estuário do rio Acaraú (Imagem de satélite *Quickbird*, 2003).

2. Metodologia

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 LANDSAT 7 ETM, 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 LANDSAT 7 ETM, WRS 216.64, 217.63, 217.64, 218.63 e 218.64, datadas de Junho de 1999 e Julho de 2000.

2.1 Trabalho de campo

Após a análise dos dados bibliográficos e geocartográficos foi elaborado o Mapa Base do Estuário do rio Acaraú (Figura 2) 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.

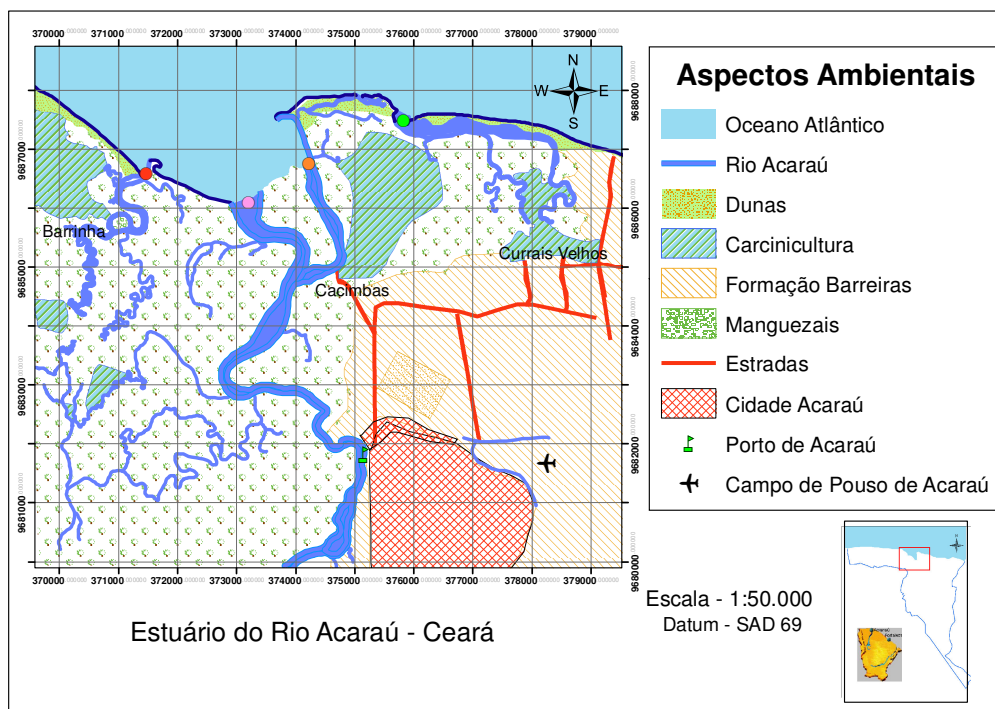


Figura 2 – Mapa Base do Estuário do rio Acaraú.

2.2 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 através do Processamento Digital de Imagem (PDI), 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 utilizando o *software* ER Mapper v.6.4 (*Earth Resource Mapping Pty Ltd.*).

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 a 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) apresentado na (Figura 3), 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.

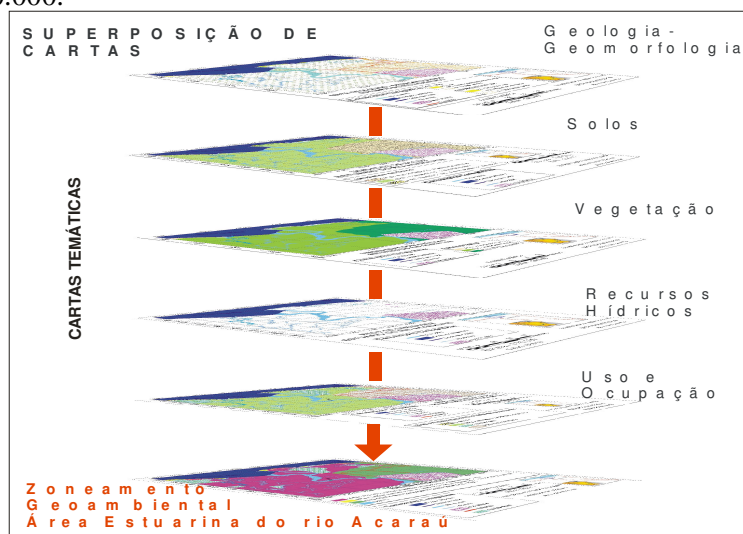


Figura 3 – Superposição de mapas. Adaptado de Silva (2003).

3. Resultados e Discussão

3.1 Análise ambiental

A planície litorânea compõe-se da faixa de praia, campo de dunas, planície fluviomarinha 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.

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

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 Penteadó (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.

Na Tabela 1 mostra como está representada as unidades geoambientais e a ecodinâmica da região estuarina do rio Acaraú.

Tabela 1 - 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 | Linha de costa com dunas sob intensa ação eólica. Planície fluviomarinha com solos Gleissolos e vegetação do complexo litorâneo. | 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. |
| Glacis pré-litorâneos | <ul style="list-style-type: none"> Tabuleiros arenosos Tabuleiros areno-argilosos | Superfície predominantemente plana, com declividade suave em direção ao mar, presença de lagoas com vegetação de tabuleiros modificados pelas intervenções antrópicas. | Ambiente estável com baixa vulnerabilidade. Favorável a expansão urbana e plantação de culturas diversificadas. |

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. (Figura 4).

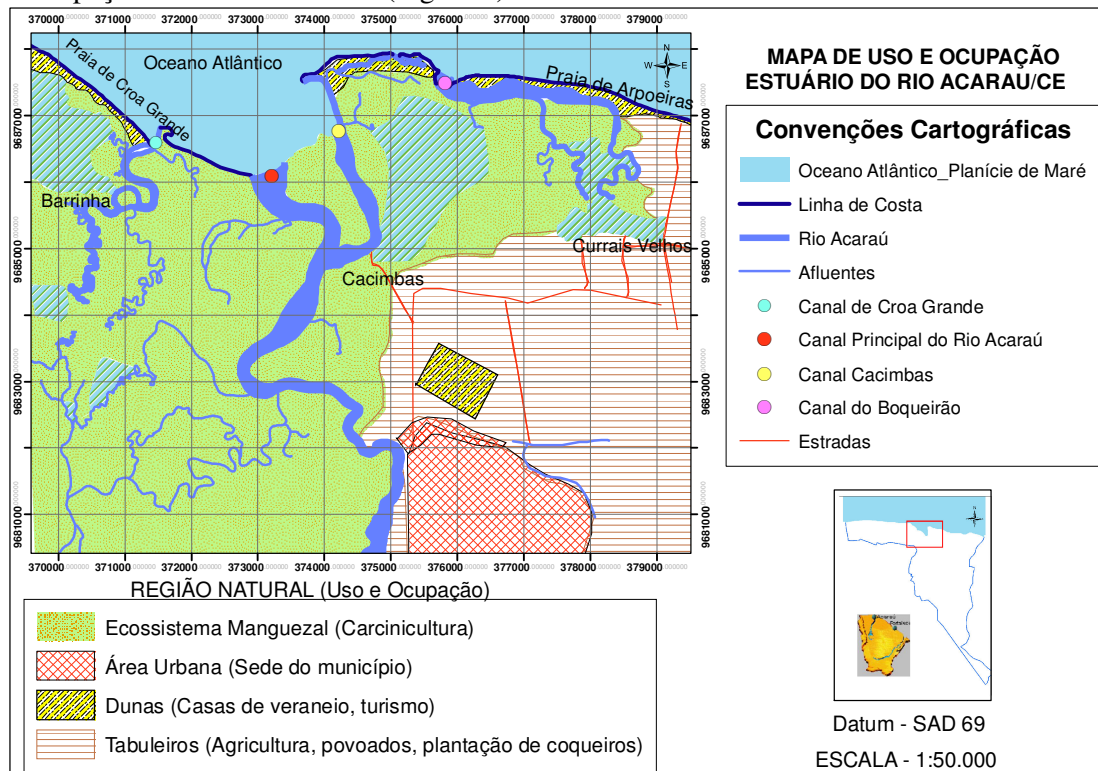


Figura 4 – Mapa de uso e ocupação.

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 caçoira, 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). (Figura 5).

Ecossistema Manguezal (Planície fluviomarina, 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.

É representado pelo ambiente de segunda maior extensão, englobando boa parte da área de estudo, seu uso pela agricultura comercial e de subsistência, pela atividade industrial, o desmatamento, as queimadas e a pecuária, tem gerado vários riscos de erosão e salinização dos solos, contaminação dos solos por fertilizantes e agrotóxicos e perda de recursos naturais.

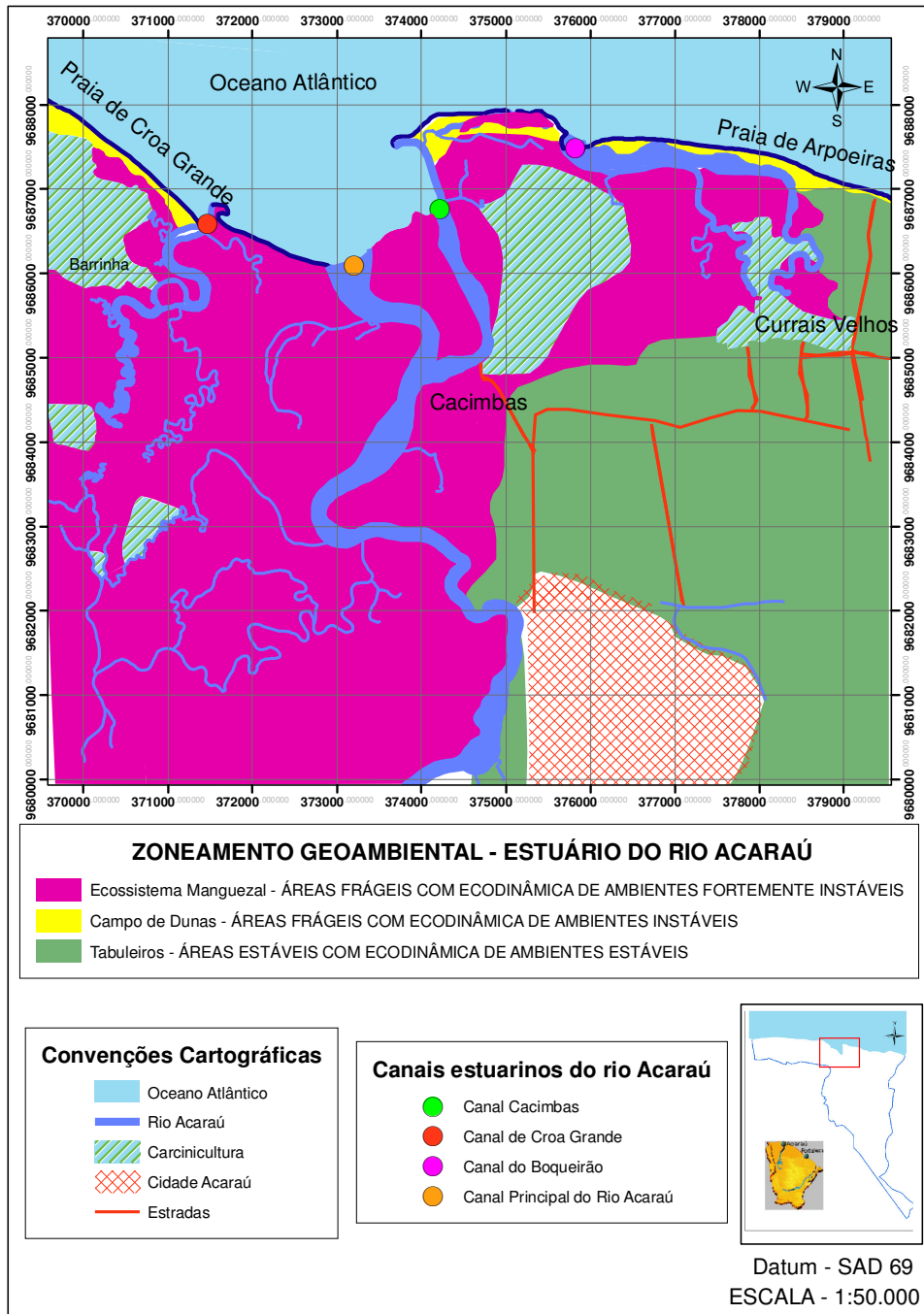


Figura 5 – Zoneamento Geoambiental do estuário do rio Acaraú.

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 mangue 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.

Agradecimentos

A realização deste trabalho foi possível graças ao apoio financeiro recebido pela FUNCAP. Ao Curso de Pós-Graduação em Geologia da UFC pelos conhecimentos adquiridos. Aos colegas do Laboratório de Geologia Marinha e Aplicada (LGMA) pela amizade e momentos de descontração.

Referências Bibliográficas

- Almeida, J. R. **Ciências Ambientais**. Thex Editora. Rio de Janeiro. 2002. p22.
- Bertrand, G. **Paisagens e Geografia Física Global: Esboço Metodológico**. Caderno de Ciências da Terra. N° 13. Instituto de geografia – USP, São Paulo. 1972. 27p.
- Brandão, R.L. **Zoneamento geoambiental da região de Irauçuba – CE**. Texto explicativo. Carta Geoambiental. Fortaleza: CPRM. 2003. 67p.
- IPECE – Ceará. **Anuário Estatístico do Ceará**. Fortaleza. 2007.
- Penteado, M.M. **Fundamentos de Geomorfologia**. 3ª. ed.. IBGE. Rio de Janeiro. 1980. 210p.
- Pessoa, E. F. V. **Análise Geoambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Catu-CE**. 2003. 145p. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza. 2003.
- SOUZA, M.J.N. **Compartimentação Territorial e Gestão Regional do Ceará**. Fortaleza: Editora FUCEME, 2000. 6 a 98p.
- Tricart, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: FIBGE. 1977. 97p.