UNIVERSIDADADE ESTADUAL DO CEARÁ - UECE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA - CCT
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
DOUTORADO EM GEOGRAFIA

PAULO ROBERTO SILVA PESSOA

ANÁLISE INTEGRADA DA EVOLUÇÃO DA PAISAGEM NO ESTUÁRIO DO RIO ACARAÚ

FORTALEZA - CEARÁ
2015

PAULO ROBERTO SILVA PESSOA

ANÁLISE INTEGRADA DA EVOLUÇÃO DA PAISAGEM NO ESTUÁRIO DO RIO ACARAÚ

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Centro de Ciências e Tecnologia, da Universidade Estadual do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Geografia. Área de Concentração Análise Geoambiental e Ordenamento do Territórios em Regiões Semiáridas e Litorâneas.

Orientadora: Profa. Dra. Lidriana de Souza Pinheiro

FORTALEZA-CEARÁ

2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Estadual do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Pessoa, Paulo Roberto Silva.
Análise Integrada da Evolução da Paisagem no Estuário do Rio Acaraú recurso eletrônico] / Paulo Roberto Silva Pessoa. – 2015.
1 CD-ROM: il.; 4 ¾ pol.

CD-ROM contendo o arquivo no formato PDF do trabalho acadêmico com 135 folhas, acondicionado em caixa de DVD Slim (19 x 14 cm x 7 mm).

Tese (doutorado) – Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Fortaleza, 2015.
Área de concentração: Análise Geoambiental e Ordenamento de Territórios de Regiões Semiáridas e Litorâneas.
Orientação: Profa. Dra. Lidriana de Souza Pinheiro.

1. Análise Integrada. 2.Evolução da paisagem.I. Título.

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - CCT
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

UECE 40 ANOS 1975 - 2015

FOLHA DE APROVAÇÃO

TITULO DA TESE: "ANÁLISE INTEGRADA DA EVOLUÇÃO DA PAISAGEM NO ESTUÁRIO DO RIO ACARAÚ"

Data da Defesa: 28/09/2015

Nome do Autor: Paulo Roberto Silva Pessoa

Nome da Orientadora: Profª. Drª. Lidriana de Souza Pinheiro – UECE

Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação em Geografia – CCT/UECE, como requisito parcial para obtenção do Título de Doutor em Geografia, Área de Concentração: Análise Geoambiental e Ordenação do Território nas Regiões Semi-Áridas e Litorâneas.

BANCA:

Profª. Drª. Lidriana de Souza Pinheiro – UFC / PROPGEO - UECE
1º Membro (Orientadora)

Prof. Dr. Jáder Onofre de Morais – UECE
2º Membro Interno

Profª. Drª. Andrea Almeida Cavalcante – UECE
3º Membro Interno

Prof. Dr. Clairton Ciarlini – UFC
4º Membro Externo

Prof. Dr. Jorge Eduardo de Abreu Paula – UESPI
5º Membro Externo

À Léa, meu amor e minha esposa e aos meus amados filhos, Pedro Lucas e Laís, por tudo que representam na minha vida, sendo a expressão maior do sentimento de amor divino que o entendimento humano possa conhecer.

Aos meus pais Aluísio (in memória) e Luiza por uma vida de exemplo, amor, zelo e alegria em todas as vitorias que obtive na vida. O meu hoje é consequência de todos os esforços, renuncias e sacrifícios de vocês.

AGRADECIMENTOS

Agradecer é sempre uma forma de reconhecer a generosidade de tantas pessoas que fazem parte da minha vida e que de certa forma sempre estarão presentes em mim. Não imaginei que escrever esses agradecimentos seria uma tarefa tão boa por lembrar de pessoas, histórias e lugares inesquecíveis.

Só a bondade e a misericórdia de Deus que tudo permite, me fez chegar até aqui. Obrigado Senhor, pelo seu amor incondicional e infinito, obrigado por me tratar como um filho e não pelo sou ou pelo que realmente mereço.

Aos meus pais Aluízio (in memória) e Luíza, que tantas e tantas vezes abriram mão de si em favor de mim, espelho-me em vocês. Os sorrisos, olhares e o mais profundo sentimento de orgulho ao ver os seus filhos construindo seus próprios caminhos estão forjados em mim com o seu amor. Obrigado meu Pai, obrigado minha Mãe, por todas as palavras e por todo seu amor e esforço para dar sempre o melhor de vocês por mim e para mim. Ao meu irmão Aluízio Júnior por toda uma vida me fazendo entender o significado de doar, dividir, somar e amar.

A Léa, minha esposa, pessoa que mudou a minha vida. Creio não haver outra palavra além de Amor onde possa caber o tanto da minha gratidão, do meu respeito e admiração, você é o meu exemplo, de alegria, de renúncia, de esperança e fé.

Não há presente maior dado a mim por Deus, que Você e os nossos Filhos. A Você, meu Amor, fonte de toda minha alegria e força para continuar, dedico este trabalho. Não sei Ser nem Existir sem Você.

Deus bondosamente nos deu Pedro Lucas e Laís, expressão maior do seu amor por nos. A Vocês meus Filhos, com o mais puro amor que nem cabe em mim. Obrigado por serem a nossa alegria e razão de viver. Espero um dia vê-los ir muito mais além, sem nunca esquecere dos valores eternos.

Os amigos são a expressão do amor que doa, doa palavras, doa tempo, doa alegria e apoio sem nada esperar em troca. A vida sem eles seria certamente mais cinza. São tantos, do passado e do presente que deixam um pouco de si conosco, e que torna a tarefa de nominá-los bastante difícil. Aos queridos Dayvison e Érica, que me mostraram novamente o significado da amizade, mais que amigos somos irmãos.

Ao amigo de todas as horas Paulo Sérgio Alves de Araújo, querido Paulo Branco, por sua presença, alegria, incentivo, disponibilidade e carinho de um irmão.

As queridas Fábia Santos, Rosilene Aires e Teresa Sandra, sou grato a todas pelo carinho, amizade. Vocês são exemplos de vida, superação e perseverança. Sem dúvida uma das melhores coisas que a Geografia me deu, foi o prazer de colocá-las na nossa vida e perceber o quão valioso e caro é ter pessoas como vocês numa vida. A vocês o meu mais profundo carinho e admiração.

A Professora Lidriana Pinheiro, querida amiga de tantos anos e de inúmeros momentos preciosos guardados com muito carinho. A vida e o tempo se encarregam de nos mostrar pessoas como você, feita da mais pura alegria de viver sem medo dos desafios que a vida oferece. Obrigado pela sua presença constante e marcante, indo muito mais além da orientação desta tese de doutorado, e por me fazer entender que é necessário nos reinventarmos sempre na profissão que caprichosamente nos escolheu. Muito obrigado pela sua paciência, exemplo, encorajamento e, sobretudo amizade, forjada pelo tempo.

Ao Professor Jáder Onofre de Morais. Referência da minha vida acadêmica e pessoal e querido Amigo que a vida carinhosamente me deu. Sei o quanto lhe faz feliz ver mais um dos seus chegar até aqui. Com o mais profundo sentimento de gratidão, carinho, respeito e admiração agradeço-lhe pelo apoio incondicional, pelas palavras de incentivo e pelo estimulo de ir sempre além, desconhecendo um lugar chamado limite. Tê-lo como exemplo e poder estar no seu convívio é mais que um privilégio, é uma honra.

Aos professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual do Ceará, agradeço a todos na pessoa do Professor Marcos Jose Nogueira de Souza, exemplo de ser humano e profissional irrepreensível com o meu mais profundo respeito.

Aos amigos Marcus Vinicius, Cleidinilson de Jesus, Marco Tulio, Francisco Sérgio, Tereza Sandra, Clairton Ciarlini, Camila Dutra, Cristiane Feitosa, Ednea Carvalho, Glauciana Teles, Keila Andrade, Lucenir Chaves, Claudia Granjeiro, Ricardo César e

Laura Fernandes pela convivência sempre agradável e pelas valorosas discussões. Vocês foram grandes companheiros nesta jornada.

Ao geógrafo e amigo Luciano de Paula pela ajuda nas correções e apoio constante e incondicional durante a realização desta tese.

A todos que fazem parte do Laboratório de Geologia e Geomorfologia Costeira e Oceânica - LGCO, Tião, Alice, Samara, Renan, Mailton, Dudu, Maciel, Oricelio, Ana e Brigida, companheiros de todas as horas sempre dispostos a ajudar e disponíveis em todo o tempo, muito obrigado. Desejo que todos possam ir muito mais além e que possam firma-se cada um no seu caminho.

Pois Dele, por Ele e para Ele são todas as coisas. A Ele seja a glória para sempre! Amém.

Romanos 11:36

RESUMO

Um dos grandes desafios da sociedade atual e do meio científico neste século é entender os fatores e os mecanismos de controle dos ambientes, para planejar e gerenciar as múltiplas paisagens, particularmente, os ambientes costeiros. O litoral do Ceará é um ambiente cujas transformações paisagísticas ocorridas principalmente nos últimos 20 anos, estão associadas as ações econômicas, sociais e políticas, que de tão relevantes têm inclusive delineado novas formas de uso, como complexos industriais e portuários além da instalação de atividades como a carcinicultura e os parques eólicos para geração de energia. Estas formas que ocupam o espaço associam-se às outras já tradicionalmente implantadas nesses espaços como a pesca artesanal e industrial e o turismo. Este trabalho tem como objetivo avaliar e discutir as relações entre as principais formas de uso e os processos de degradação associados ao ambiente estuarino do rio Acaraú. A área proposta para este trabalho considerou como limite o traçado longitudinal do rio numa parcela do estuário compreendida desde a foz do rio até o município de Cruz e as áreas adjacentes sob a influência do estuário. Deve ser destacado que o rio Acaraú está inserido na segunda maior bacia hidrografia do Estado, ocupando uma parcela significativa dos municípios de Acaraú e Cruz, na região norte do Ceará à aproximadamente 230 km de Fortaleza. A metodologia baseou-se em três momentos principais além da revisão da literatura. Na primeira etapa toda a área de estudo foi percorrida com o objetivo de identificar os impactos para mapeamento. Na segunda etapa foi preparada a cartografia temática identificando os principais tipos de uso e por fim foi aplicada a ferramenta da lista de checagem, onde foram mensurados os principais impactos e as suas respectivas magnitudes. Os resultados demostram que na área de estudo encontram-se diversos processos de degradação com escalas igualmente diferentes e que contribuem de modo geral para o comprometimento do sistema estuarino. Pode-se concluir também que o lista de controle é um instrumento bastante útil e simples para identificação de impactos provocados por uma ou mais atividades em bacias hidrográficas, podendo inclusive ter seu uso expandido para outros setores da bacia além do estuário.

Palavras-chave: Análise Integrada. Evolução da paisagem. Estuário do rio Acaraú.

ABSTRACT

One of the great challenges of contemporary society and the scientific world in this century is to understand the factors and mechanisms controlling the environment, to plan and manage multiple landscapes, particularly in coastal environments. The coast of Ceará is an environment whose landscape changes occurred mainly in the last 20 years have been associated economic, social and political actions that are so relevant even designed new forms of use, such as industrial and port complex in addition to the installation activities such as shrimp. These forms that occupy the space are associated with other such spaces have traditionally deployed as artisanal and industrial fisheries and tourism. This study aims to evaluate and discuss the relationships between the major forms of use and the processes associated with the estuarine environment Acaraú river degradation, considering the use of the method of environmental impact assessment checklist or checklist. The area proposed for this work considered as limiting the longitudinal layout of a portion of the river estuary understood from the mouth of the river to the town of Cruz and the adjacent areas under the influence of the estuary. It should be noted that the river Acaraú that is inserted into the second largest hydrographic basin in the state, occupying a significant portion of the counties of Acaraú and Cruz, in northern Ceará to approximately 230 km from Fortaleza. The methodology was based on three key moments in addition to the literature review. In the first step the entire study area was covered in order to map and identify impacts. In the second stage was prepared a map identifying the main types of use and eventually tool was applied to the checklist, where the main impacts were measured and their respective magnitudes. The results show that in the study area are various degradation processes with different scales and also contribute generally to the commitment of the estuarine system. One can also conclude that the checklist is a useful and simple to identify impacts one or more activities in watersheds instrument, and may even have expanded its use to other sectors of the basin beyond the estuary

Keywords: Integrated analysis. Landscape evolution. Acaraú estuary of the river.

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AIA	Avaliação de Impacto Ambiental
APP	Área de Proteção Ambiental
CCMS	Complexos Convectivos de Mesoescala
COGERH	Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPRM	Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
GIS	GeopraphicInformation System
GPS	Global Position System
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
ISO	International Organization for Standardization
LABOMAR	Instituto de Ciências do Mar
LGCO	Laboratório de Geologia e Geomorfologia Costeira e Oceânica
LIs	Linhas de Instabilidade
MDT	Modelo Digital do Terreno
SAD 1969	Datum South American
SEMACE	Superintendência Estadual do Meio Ambiente
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SUDENE	Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste

UECE	Universidade Estadual do Ceará
UFC	Universidade Federal do Ceará
UTM	Universal Transversa de Mercator
VCAS	Vórtices Convectivos de Ar Superior
WGS 84	World Geographic System Datum
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização do estuário do Rio Acaraú 25
Figura 2 - Localização dos pontos de coleta da salinidade 42
Figura 3 - Depósitos paludiais na foz do rio Acaraú 46
Figura 4 - Pluviometria e média da série em Acaraú entre 1974-2014 52
Figura 5 - Percentual da precipitação mensal em Acaraú entre 1974 – 2014. 53
Figura 6 - Tendência linear e número de dias sem chuva por ano 56
Figura 7- Série histórica da precipitação anual em Acaraú 57
Figura 8 - Regressão linear dos totais anuais de precipitação 58
Figura 9 - Volume de água armazenada na Bacia do Acaraú 60
Figura 10 - Distribuição longitudinal da salinidade em 2007 63
Figura 11 - Distribuição da salinidade ao longo do estuário do rio Acaraú 64
Figura 12 - População da Bacia do Acaraú 69
Figura 13 - População Urbana e Rural de Acaraú 71
Figura 14 - População Urbana e Rural de Cruz 71
Figura 15 - IDH de Acaraú e Cruz 74
Figura 16 - Distribuição percentual da pecuária 77
Figura 17 - Setores da economia nos municípios do baixo curso 78
Figura 18 - Distribuição de matrículas escolares 79
Figura 19 - Distribuição da rede de saúde nos municípios de Acaraú e Cruz 80
Figura 20-(a) Faixa de praia plana com ocupações na zona de influência 82
Figura 21. Paisagens associadas ao estuário do rio Acaraú-CE. 84
Figura 22. Planície fluvial do rio Acaraú. (a) Bancos de areias e ilhas fluviais 86
Figura 23 - Exposição da Formação Barreiras 87
Figura 24 - Uso da terra 91
Figura 25 - Classificação da área em 1985 92
Figura 26 - Classificação da área em 2001. 93
Figura 27 - Classificação da área em 2014. 94
Figura 28 - Estuário do Rio Acaraú na área urbana 95
Figura 29. Evolução da drenagem entre os anos de 1985 a 2014. 99
Figura 30 - Plantio de Coco e áreas de tanques de camarão 100

Figura 31 - Áreas de extração de areia e argila 101
Figura 32 - Disposição de residuos 102
Figura 33 - Porto de Acaraú 103
Figura 34 - Mapa de sistemas ambientais 124
Figura 35 - Mapa de Vulnerabilidade 125

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Trabalhos sobre os estuários do Ceará 39
Quadro 2 - Sistemas produtores de chuva no Nordeste brasileiro 49
Quadro 3 - Açudes monitorados pela COGERH na Bacia do Acaraú 61
Quadro 4 - Sistemas ambientais 88
Quadro 5 - Classificação das áreas 96
Quadro 6 - Atividades, aspectos ambientais e impactos 106
Quadro 7 - Impactos ambientais identificados nas adjacências do estuário 108
Quadro 8 - Ecodinâmica de Tricart 1977 111
Quadro 9 - Sistemas ambientais, capacidade de suporte, ecodinâmica 114
Quadro 10 - Sistemas ambientais, usos, impactos e ecodinamica 120

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Anos de El Niño e volume precipitado em Acaraú - CE 54
Tabela 2 - Distribuição da precipitação da série 55
Tabela 3 - Dados populacionais da bacia do Acaraú 68
Tabela 4 - População residente em Acaraú 70
Tabela 5 - População residente em Cruz 72
Tabela 6 - Variação do IDH em Acaraú e Cruz 73
Tabela 7 - Culturas permanentes 75
Tabela 8 - Culturas temporárias 75
Tabela 9 - Rebanhos locais 76

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 21

1.1 Hipótese 23

1.2 Delimitação Espacial e Temporal da Área 23

1.3 Objetivos 26

2 REVISÃO DA LITERATURA 27

2.1. Paisagem, bacia hidrográfica e impacto ambiental 30

3 PRODEDIMENTOS METODOLOGICOS 41

4 RESULTADOS 45

4.1 CONTEXTUALIZAÇÃO AMBIENTAL 45

4.1.1 Aspectos Geológico-Geomorfológicos 45

4.1.2 Aspectos Hidroclimáticos 46

4.1.3 Solos e Cobertura Vegetal 65

4.1.4 Contextualização Socioeconômica 67

4.1.5 Economia 72

4.1.6 Agropecuária 74

4.1.7 Educação 78

4.1.8 Saúde 79

4.2 COMPARTIMENTAÇÃO GEOAMBIENTAL 81

4.2.1 Planície Litorânea 81

4.2.2 Planície Flúvio-marinha 82

4.2.3 Planície Fluvial 84

4.2.4 Tabuleiros Pré-Litorâneos 87

4.3 USO E OCUPAÇÃO DA TERRA 88

4.3.1 Evolução espaço-temporal dos usos da terra 88

4.4 CARACTERIZAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS 100
4.4.1 Avaliação da lista de checagem 104
4.5 CAPACIDADE DE SUPORTE E VULNERABILIDADE AMBIENTAL 109
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 116
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 126

1 INTRODUÇÃO

Para planejar e gerenciar os múltiplos usos das paisagens associadas aos ambientes costeiros tem-se que entender as relações de construção e reconstrução desses espaços, a partir da atividade do homem. Estas ações, antrópicas, obedecem cada vez menos à dinâmica da dialética natural, que algumas vezes, modifica o ambiente de forma intencionalmente planejada para que este possa atender as necessidades específicas, como as econômicas, políticas, de moradia e de lazer, e dos grupos sociais que as demandam.

Certamente esta ainda é uma das principais formas de produção e reprodução do capital, que atua de forma franca sobre os territórios onde as fragilidades sociais, culturais, educacionais e econômicas das populações são notórias. Desde os primeiros registros da ocupação do litoral do Nordeste brasileiro, estas práticas tem sido rotineiras neste espaço.

Os ciclos sucessivos ligados às atividades econômicas que se desenvolveram no litoral cearense durante o século XX e nas primeiras décadas do século atual, como a extração de sal marinho, a pesca e a cadeia econômica que se desenvolveu em torno da pesca lagosta, carcinicultura, turismo, expansão imobiliária, e parques de aerogeradores, demostram a importância desse espaço e reforça a necessidade de um bom conhecimento destes ambientes. Conhecer a evolução espacial e temporal é fundamental para a indicação de medidas de mitigação e/ou práticas sustentáveis específicas para cada ambiente.

Os ambientes litorâneos têm uma dinâmica própria, em parte derivada das ações e variações dos agentes naturais que os compõem, como a sazonalidade do clima e o comportamento sedimentar, além da presença do homem e de todo o conjunto de ações decorrentes que provocam impactos e modificações em várias escalas. No litoral cearense estas questões se apresentam de forma latente, onde o interesse econômico se sobressai

manifesto na pluralidade de intervenções na zona costeira e também ao longo das bacias hidrográficas que tem nos estuários as suas porções finais (Araújo e Freire, 2007).

Um dos cenários desta complexa relação é a região do baixo curso do rio Acaraú, particularmente a sua porção estuarina, onde estas atividades têm se manifestado, na maioria das vezes, exercendo um caráter antagônico e conflituoso com a dinâmica natural desses ambientes ao longo do tempo como uma consequência da ação do homem.

Não somente nos corpos hídricos, mas principalmente para estes, confluem e se concentram de forma nítida os impactos decorrentes das atividades dos usos múltiplos da terra nas bacias hidrográficas. No caso particular da porção final das bacias horográficas do semiárido nordestino, onde estão localizados os estuários atuais pode se constatar o forte comprometimento deste ambientes em virtude das formas de uso que ocorrem a montante e nas áreas circunvizinhas (Pinheiro e Morais, 2010; Pinheiro, 2003; Cavalcante, 2001).

No estuário do rio Acaraú, onde se posiciona o recorte espacial deste trabalho, é possível identificar conflitos de natureza diversa, principalmente àqueles relacionados ao uso da terra tanto na porção adjacente ao estuário como ao longo da sua bacia. Nesta região está localizado um dos primeiros e mais importantes polos pesqueiros do Ceará, que tem notória relevância no cenário socioeconômico e no processo de produção do espaço regional e cearense (Nascimento, 2006).

As alterações ambientais, as quais os estuários podem ser submetidos, podem afetar diretamente a cadeia dos organismos bióticos e das populações dependentes economicamente desses ambientes. Estas alterações podem ser percebidas também ao longo de toda bacia do rio Acaraú.

1.1 Hipótese

Considerando a relação que existe entre os aspectos naturais e os aspectos antrópicos na região estuarina do rio Acaraú, apresentamos como hipótese de investigação da pesquisa o seguinte questionamento,

As variáveis sociais e econômicas definidas pelas formas de uso, e que estão sobrepostas as variáveis naturais, representadas pelos elementos que compõem a paisagem, tiveram repercussão na paisagem estuarina do rio Acaraú nos últimos 30 anos, de maneira a provocar modificações no estuário promovendo ou acelerando sua evolução natural?

Dessa forma a identificação e a validação das principais categorias naturais e de origem antrópica responsáveis pela evolução do ambiente estuarino do rio Acaraú são necessárias para analise desta hipótese da pesquisa assim como a sua dimensão espacial e temporal no intervalo dos últimos 30 anos.

1.2 Delimitação Espacial e Temporal da Área

O município de Acaraú localiza-se na porção Norte do estado do Ceará, aproximadamente 230 quilômetros de Fortaleza. Este município tem durante o seu processo de produção espacial uma ligação intrínseca com a zona costeira, que se inicia a partir de sua ocupação em meados do século XVII, como porto e atualmente como um importante polo pesqueiro e produtor de camarão de cativeiro, além da frutivultura e da geração de energia eólica (Nascimento, 2006) (Figura 01).

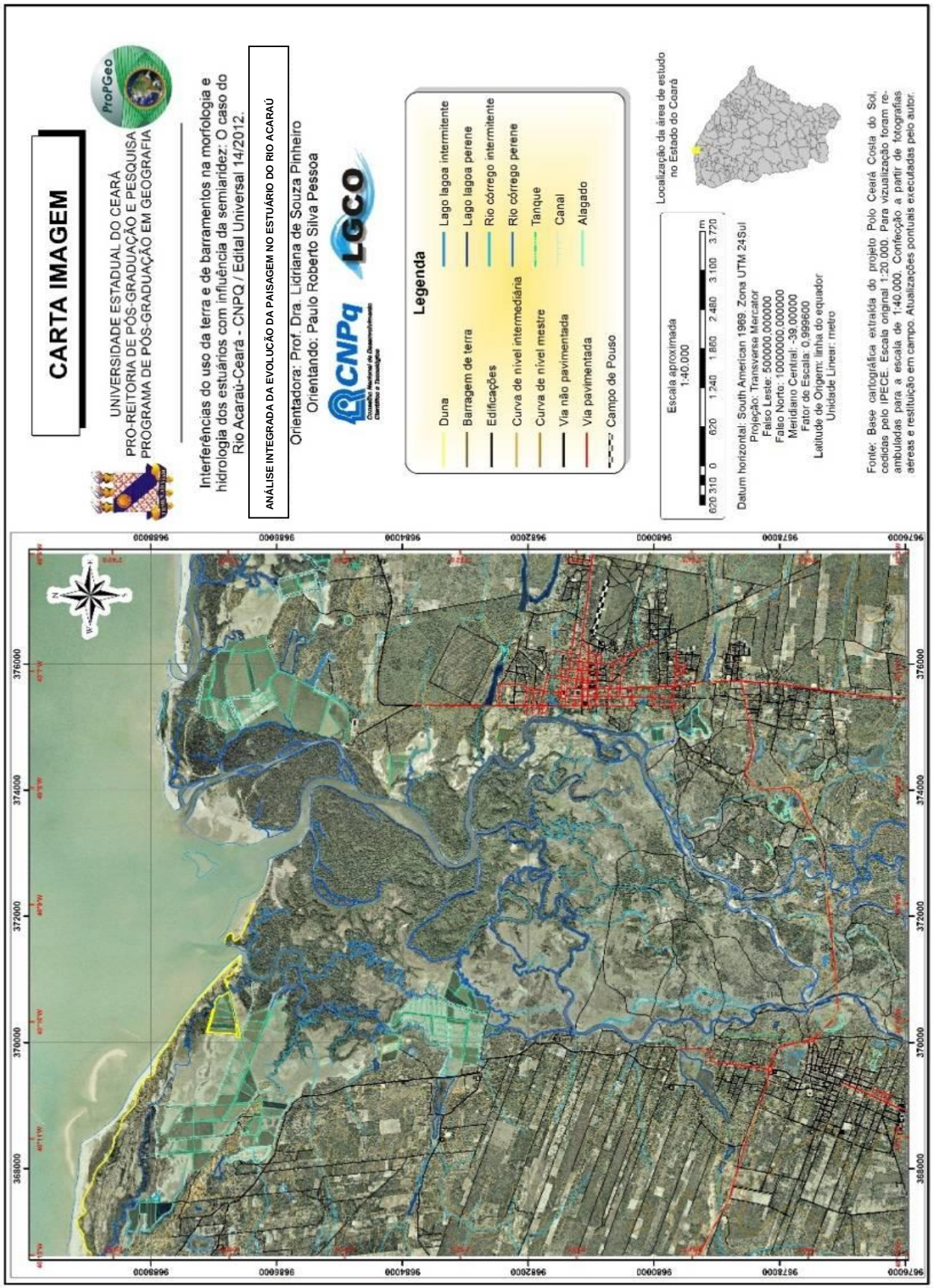
O estuário do rio Acaraú encontra-se encaixado entre as cidades de Acaraú e Cruz, que por sua vez tem destacada importância socioeconômica para a região. Segundo Nascimento, (2006), esta bacia hidrográfica é a

segunda maior do Ceará, espacialmente disposta numa área de aproximadamente 14.560 Km².

Os problemas ambientais verificados no local decorrem principalmente do tipo indiscriminado de uso e da ausência de políticas públicas eficientes, que vão desde instalações de obras civis inadequadas, como portos, áreas residenciais e comerciais, extração de madeira, até atividades recreativas e turísticas, disposição inadequada de esgoto e lixo (Alves, 2008).

Como consequência desse processo, os mais diversos impactos são notados na bacia, demonstrando conflitos de uso em diversos setores. Estes aspectos forma discutidos nos trabalhos de Souza, (2005), EMBRAPA, (2005), Sucupira, (2006), Nascimento (2006), Alves *et. al.* (2006) e Alves, (2008), Araújo e Freire (2007).

Figura 1. **Localização do estuário do Rio Acaraú**



1.3 Objetivos

Objetivo Geral

Identificar e analisar espacial e temporalmente a relação entre as variáveis sociais definidas pelas formas de uso, e as variáveis naturais que tem repercussão na paisagem e impactos do estuario rio Acaraú nos últimos 30 anos.

Objetivos Específicos

- Identificar as principais formas atuais de uso da terra que podem interferir na paisagem do rio e determinar o seu grau de impacto ambiental.
- Realizar um levantamento das condições sociais e econômicas das atividades que contribuem para modificar as condições naturais do sistema estuarino.
- Mapear a evolução do uso e cobertura da paisagem baseada nos fatores responsáveis por sua evolução através da análise das imagens multitemporais.
- Correlacionar potencialidades naturais e formas de uso afim de identificar os setores mais impactados e vulneráveis na área estudada.

2 REVISÃO DA LITERATURA

As intervenções que provocam modificações no ambiente natural são práticas que acompanham o homem desde o surgimento das cidades. Porém observa-se que nos últimos 100 anos a população mundial cresceu baseada em modelos de desenvolvimento econômicos que tem como pano de fundo a exploração dos recursos naturais. Contudo, a discussão da questão ambiental, atualmente, tem assumido um papel cada vez mais relevante, considerando o meio ambiente como instrumento de sustentação ao desenvolvimento.

A velocidade de transformação da natureza varia na medida em que se processam os diversos tipos de usos, e quando considerada a atuação do homem com a satisfação das necessidades individuais e coletivas, constata-se que os efeitos se traduzem em modificações da paisagem. Sobre os efeitos destas transformações, Bernardes e Ferreira (2005, p 17) assinalam que:

> [...] foram intensificados até o século XIX, quando o homem considerava a natureza como sendo um objeto à sua disposição. E através dos processos de industrialização, utilizando-se da exploração intensa dos recursos naturais, traduziu-se em efeitos perversos para a natureza e os homens.

Neste sentido, o espaço é um elemento com um elevado grau de complexidade, pois está sempre em movimento, (re) construindo-se segundo seus principais agentes produtores. São eles os detentores dos meios de produção (industriais), o Estado, os proprietários fundiários, as ONGS, os comerciantes, os pequenos produtores rurais e demais grupos. Essa dinâmica tem reflexos próprios na transformação da paisagem e nas formas de uso da terra e utilização dos recursos naturais. Correa (2000, p.11), quando discute a produção espacial e seus agentes afirma que estes “são

agentes sociais concretos, e não um mercado invisível ou processos aleatórios atuando sobre um espaço abstrato".

Isso demonstra também que dentro dessa complexidade existem intenções para uma simultânea e constante (re) organização, onde o Estado assume alguns papeis importantes, como o de legalizar empreendimentos e/ou atividades do setor privado e as suas próprias iniciativas de modificação da paisagem, quer seja com a construção de uma barragem ou mesmo criando mecanismos estruturantes, como políticas públicas que referendam a exploração do potencial paisagístico ou natural como atividade de geração e circulação de recursos. Nesta última pode ser encaixada a atividade do turismo, que tem uma grande cadeia de fluxos, estruturas e equipamentos sociais.

Nesta perspectiva, Moraes (2007), reforça esse paradigma no pensamento de Marx, ao afirmar que as condições naturais constituem recursos para a vida humana e um pressuposto geral para toda a produção. Essa lógica implicitamente tem justificado o modelo de desenvolvimento que vigora até os dias atuais, afetando principalmente as comunidades e/ou localidades economicamente mais frágeis. Essas comunidades características do litoral nordestino e cearense começam a ser afetadas por este processo no início dos anos 1980, com uma intensificação gradual desde então.

Os impactos ambientais resultantes das atividades humanas são observados desde a revolução industrial e as suas formas de determinação, avaliação e quantificação temporal e espacial começaram a se consolidar após aprovação em 1969 nos EUA da legislação nacional de politica de meio ambiente denominada "NationalEnviromentPolicyAct – NEPA", que exigia o potencial impactante dos empreendimentos a serem implantados. Isto representa um marco, pois desde então o processo de avaliação de impacto ambiental é formalmente instituído nos EUA. Posteriormente, este conceito

proposto na legislação norte-americana mostrou-se muito útil como um dos instrumentos nos processos de licenciamento ambiental.

A bacia do rio Acaraú ao longo dos anos vem sofrendo com as mais variadas formas de intervenção onde se sobressaem o desmatamento, o manejo inadequado dos solos pela atividade agrícola, a carcinicultura, a disposição inapropriada de resíduos, a expansão urbana e a ausência ou ineficiência dos serviços de infraestrutura de saneamento, que é fator comum em todas as bacias hidrográficas cearenses (Sucupira, (2006), Nascimento (2006), Alves *et. al.* (2006) e Alves**,** (2008), Araújo e Freire (2007). Esta situação culmina com o comprometimento da biodiversidade, limitação de uso dos solos e dos corpos hídricos e com a instalação dos mais diversos tipos de impacto no ambiente natural.

O método norteador do trabalho baseia-se na adaptação da proposta sistêmica estabelecida por Tricart, (1977) que considera “o meio ambiente como resultado de um todo integrado.”

Compreende-se que o estuário do rio Acaraú, como objeto empírico deste estudo, reúne problemáticas relevantes que podem ser abordadas, de forma a contribuir como o aperfeiçoamento metodológico e das técnicas de estudo nesses ambientes, de forma a auxiliar as ações de planejamento e mitigar os conflitos relativos as formas de uso.

Como um requisito do processo de construção da ideia do trabalho, é necessária a definição de conceitos-chaves e do posicionamento metodológico que estabelecem os marcos teóricos. Estabelecemos como um dos conceitos de partida ***a paisagem***, por entender que é nela onde ocorrem os processos de interseção homem x meio de maneira integrada, e através dela é possível a aplicação do método sistêmico, a partir de uma adaptação quantitativa, na percepção de Tricart (1977), através da relação matéria x energia.

Como o objeto de estudo desse trabalho é o estuário do rio Acaraú, entendemos que uma das melhores formas de delimitação espacial seja

bacia hidrográfica, ou parte dela, por se tratar de uma estudo localizado na porção terminal deste rio, além do que a delimitação da área a partir desse conceito nos permite analisar as formas de uso contextualizando-as de forma integrada a evolução da paisagem.

A outra referência conceitual proposta é a análise do conceito de ***impacto ambiental***, que pode apresentar variações de forma espacial e de forma temporal.

2.1. Paisagem, bacia hidrográfica e impacto ambiental como conceitos chave

Na geografia física a ideia de método está particularmente ligada a proposição sistêmica originária na física clássica. Jean Tricart, geógrafo francês com destacada atuação nos trabalhos geomorfologia e ecogeografia, foi o responsável pela introdução da Teoria Sistêmica na Geografia. Procurando desenvolver uma relação que aliasse a compreensão da paisagem física não somente através dos seus elementos físicos, mas também através da participação do homem. Com isso Tricart torna-se o introdutor do pensamento dialético na geografia física, tornando o conceito de paisagem um dos pontos centrais de sua ideia sistêmica.

Contudo, até esta proposição, a ideia de paisagem percorre um longo caminho, desde as concepções de Humboldt e Ritter, que tinha na paisagem a referência do olhar geográfico alemão entre o final do século XIX e o início do século XX. É importante perceber o que se estabelece posteriormente, na paisagem como um todo integrado. Evidencia-se parte da visão descritiva e corográfica de Humboldt, acrescentada da dimensão humana, perceptiva, cultural e filosófica de Ritter.

Tricart ao propor sua teoria utiliza-se da paisagem enquanto categoria de análise por ser nesta, onde ocorre o encadeamento dos conjuntos de processos gerados pelos fluxos (radiação solar e gravidade), que são a essência sistêmica do meio ambiente, onde também ocorre a diferenciação

de áreas, os recortes espaciais e consequentemente os tipos de meios geográficos.

A paisagem, enquanto a grande categoria de trabalho e análise para a geografia física, nunca esteve tão em evidência para a sociedade global, nos fazendo refletir de forma prática para sobre percepções conceituais como a de Bertrand, (1969, p. 7-8.), que entende que a

> (...) paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. (...) mas, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente, uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto indissociável, em perpétua evolução.

Mas se estes elementos apresentam-se igualmente integrados através de arranjos espaciais e locais complexos porque não considerar nos processos de avaliação o todo integrado, principalmente de formar a estimar os impactos futuros das intervenções na paisagem? As reflexões neste sentido devem ser feitas tendo por base o interesse conflitante que há em desenvolvimento e a ideia de equilíbrio natural.

No momento atual, se verifica cada vez mais a consolidação de uma sociedade tecnológica capitalista de consumo que coloca a natureza e suas particularidades, materializadas na paisagem, em evidência. Sobre isso, Rodrigues *et al*.,(2004), resgata de modo semelhante a Bertrand, (1969), o conceito de paisagem entendendo-a como

> (...) uma realidade, cujos elementos estão dispostos de maneira tal que subsistem desde o todo, e o todo subsiste desde os elementos, não como estivessem caoticamente mesclados, mas sim como conexões harmônicas de estrutura e função. A Paisagem é, assim, um espaço físico e um sistema de recursos

> naturais aos quais integram-se as sociedades em um binômio inseparável sociedade/natureza.

Ab´Saber, (2003), corrobora com esta ideia na medida em que entende que a paisagem também é uma herança dos processos fisiográficos e biológicos, e patrimônio coletivo dos povos que as herdaram como território.

A atuação do homem é destacada na análise da paisagem uma vez que é nesta categoria onde ocorrem as intervenções humanas historicamente conhecidas e que podem levar aos processos de degradação. Sobre isso Gorayeb (2008), afirma que,

> O entendimento da paisagem como uma formação espaço-temporal sistêmica, com feições diferenciadas e processos atuantes, permite a análise das condições atuais, bem como das transformações decorrentes da evolução natural e das intervenções humanas.

Considerando esse entendimento conceitual da paisagem, entendendo-a a partir de seu funcionamento sistêmico, podemos utiliza-la como uma ferramenta que integra simultaneamente o espaço geográfico, os aspectos de interação antrópicos e social com os aspectos naturais. Esta relação para a geografia física, constitui a base da análise ambiental, sobre a qual pode-se acrescentar a discussão sobre a evolução da paisagem no estuário do rio Acaraú.

A utilização conceitual de bacia hidrográfica como unidade física de estudo parte do princípio de que esta unidade delimita bem a área de estudo, para esta finalidade, em virtude desta se apresentar como um sistema integrado onde há uma relação sistêmica entre os processos geológicos, geomorfológicos, climáticos, bióticos e antropogênicos adequando-se ao entendimento da paisagem como categoria geográfica.

Nas bacias hidrográficas brasileiras e especialmente as que estão dispostas no nordeste semiárido brasileiro, pode-se perceber a conflituosa relação que há entre as necessidades próprias na natureza do homem ao longo do tempo e as marcas destes processos que alteram, modificam e/ou comprometem a dinâmica da natureza.

Nascimento, 2006 afirma que

> Em termos da dinâmica ambiental, no âmbito de bacias hidrográficas, seja em qualquer ecozona climática, seus elementos mantêm mútuas relações dinâmico-instáveis, sob a perspectiva de sistemas entrópicos [...], e abertos, em termos de componentes físicos, biogeoquímicos e socioeconômicos. Resulta daí uma inter-relação e interdependência intrínseca de suas partes, dispares entre si pelas funções que executam no universo do sistema, onde sua morfologia, estrutura, dinâmica e exploração biológica promovem diferenciações em seus subsistemas.

Na perspectiva da atuação do homem, podem ser identificadas uma série de ações que caracterizam impactos em diversos níveis nesses ambientes, decorrentes do desmatamento, carreamento de sedimentos, alterações morfológicas nos canais de drenagem, e outras que podem interferir nas relações socioambientais e especiais (Gorayeb *et al*., 2005)

O termo impacto ambiental possui uma série de conceitos que compreendem entre outros, os aspectos das alterações ambientais, os efeitos sobre os ecossistemas e as questões de ordem legal.

A partir das reflexões dos movimentos sociais sobre a atuação do homem na natureza encetado nas décadas de 1960 e 1970, tem início o processo de consolidação do conceito atual de impacto ambiental.

De forma contraditória à sua expansão capitalista, os Estados Unidos, foi um dos primeiros países do mundo a manifestar preocupação com as questões ambientais. Para isso criou alguns dispositivos legais para a definição de objetivos e princípios da política ambiental com a finalidade de minimizar as atividades impactantes do homem no meio ambiente.

No Brasil esse registro legal só ocorre 20 anos depois da legislação norte-americana, através da Lei nº. 6.803, de 02 de julho de 1980 em seu Art.10º, § 3º, que “dispõe sobre as diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição.” Contudo, apenas em 1986 surge na legislação brasileira o conceito de impacto ambiental a partir da resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA 001, de 23/01/1986.

Esta resolução considera impacto ambiental como sendo,

> “(...) qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante de atividades humanas que, direta ou indiretamente afetam: (I) a saúde, a segurança e o bem estar da população; (II) as atividades sociais e econômicas; (III) a biota; (IV) as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e (V) a qualidade dos recursos ambientais”.

No mesmo sentido a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT NBR ISO 14001, (1996), entende como impacto ambiental “qualquer mudança no ambiente, quer adversa ou benéfica, inteira ou parcialmente resultante das atividades, produtos ou serviços de uma organização”.

Na perspectiva de Wathern, (1988, p. 7), a compreensão de impacto ambiental, apesar de limitar a área e o fenômeno, integra-se de forma harmônica aos aspectos da paisagem e da análise ambiental quando interpreta a noção de impacto considerando o ambiente e seus aspectos

anteriores ao impacto da ação propriamente dita. Este autor entende impacto ambiental como sendo

> “A mudança de um determinado parâmetro ambiental, num determinado período e numa determinada área, que resulta de uma dada atividade, comparada com a situação que ocorreria se essa atividade não tivesse sido iniciada.”

Este aspecto é bastante peculiar devido a introdução da dimensão dinâmica dos processos ambientais. Contudo, o próprio autor admite que a aplicação deste conceito pode ser afetado em virtude da falta de elementos ou do modelo estabelecido para se prever a evolução ambiental da área em estudo.

Deve-se destacar também que a real importância dos mecanismos de avaliação de impacto ambiental está em utilizá-los principalmente, como instrumentos de planejamento e até mesmo de políticas públicas, como sugere Sanchez, 1995.

Deve se considerar também os trabalhos de Munn, (1975) e Wathern, (1988), que tem por base a dimensão dinâmica dos processos de cada ambiente. Na prática este conceito sugere que a avaliação de impacto ambiental seja feita não apenas estimando as consequências futuras da implantação de um empreendimento, mas também considerando a situação da evolução natural do ambiente sem a presença das supostas intervenções e uma posterior mensuração comparativa entre as duas situações.

Dentre os instrumentos de identificação de impacto ambiental utilizados no Brasil em áreas de bacias hidrográficas podemos destacar os métodos de listagens de controle ou *checklist* e método de listas ponderadas ou Battelle.

O método das listas de checagem é um dos mais utilizados pelas empresas de consultoria ambiental e também em pesquisas acadêmicas para mensurar impactos ambientais. Este instrumento se caracteriza pela

rapidez e simplicidade em estabelecer uma relação dos indicadores do meio natural com os do meio antrópico, podendo ser utilizado para analisar os efeitos dos projetos ou empreendimentos, estudar suas alternativas locacionais, preparação de planos, ações ou programa de manejo e monitoramento, por exemplo.

Assim como nos demais métodos de identificação de impacto ambiental, um dos aspectos negativos deste método é a possibilidade de ignorar alguns fatores importantes quando não se conhece bem a área em estudo ou o projeto a ser implantado.

Este método tem a principal função de levantar os impactos ambientais no meio biótico, abiótico e antrópico, podendo inclusive caracterizar as variáveis sociais e ambientais definindo o grau de importância do impacto. Pode ser executado a partir de listas de controle simples, quando os impactos são apenas enumerados qualitativamente desconsiderando a atividade geradora ou de forma mais complexa através das listas de controle descritivas onde podem relacionar as fontes geradoras do impacto.

As listas ponderadas conhecidas também como método de Battelle foram desenvolvidas em 1972 por Dee et. al., para avaliação de impactos relacionados a projetos de recursos hídricos ou em áreas de bacias hidrográficas, uma vez que podem reunir um importante conjunto de informações da área ao ponto de possibilitar a previsão de impactos decorrente de outras atividades numa mesma área.

Kling, (2005), afirma que este método divide o ambiente estudado em categorias como ecologia, aspectos estéticos, interesse humano e contaminação do ambiente, podendo associar valores numéricos às informações qualitativas, propostas para a avaliação dos impactos.

O estudo dos estuários no estado do Ceará compreende uma pluralidade com diversas abordagens que se espalham por várias áreas do conhecimento, desde os trabalhos com foco em educação ambiental,

oceanografia física e geológica, geoquímica, sedimentologia, qualidade de água, além dos trabalhos voltados a compreensão dos aspectos bióticos florísticos e de fauna.

Outros trabalhos versam sobre gestão e sustentabilidade e também os trabalhos de geografia física que se posicionam na interseção entre o comportamento dos aspectos e fenômenos físicos com os aspectos econômicos e sociais que caracterizam a relação e atuação do homem no ambiente. Nesta categoria posiciona-se esta pesquisa.

Estes últimos por sua vez reúnem algumas particularidades importantes no que diz respeito à relação homem x meio, como a possibilidade de entendimento da atuação do homem, nestes ambientes tanto em escala espacial como em escala temporal, através da percepção sistêmica que se estabelece nessa relação.

Contudo, na interface da geografia física aplicada às regiões estuarinas do Ceará sobressaem-se os trabalhos relacionados no quadro 01. Esses trabalhos caracterizam a dinâmica física dos ambientes estuarinos pela determinação numérica dos fluxos que atuam, comandam e particularizam cada um dos ambientes estudados, através da combinação de várias técnicas que reúnem experimentações de campo e laboratório.

Devido à diversidade e a variabilidade das condições topográficas, climáticas e hidrográficas das áreas onde estão localizados os estuários em todo planeta, a classificação desses ambientes não obedece a uma generalização oceanográfica, estando, no entanto, nas características de circulação e processos de mistura. Miranda, 2002, ao tratar da classificação dos estuários afirma que

> Os critérios para a classificação desses ambientes costeiros foram desenvolvidos com a finalidade de comparar diferentes estuários, organizando-os adequadamente com uma base de dados e

> estabelecendo uma estrutura de princípios gerais de funcionamento.

Neste trabalho foi utilizada a classificação geomorfologia proposta por Pritchard (1954), que ordena os sistemas estuarinos em três tipos. Os do tipo planície costeira, os estuários do tipo fiordes e os estuários formados por barras.

O estuário do rio Acaraú enquadra-se nos estuários formados em planície costeira que tem sua origem relacionada a transgressão do mar no Holoceno. Miranda *et al*.,(2002) afirma que,

> O processo de inundação foi muito mais acentuado do que o de sedimentação e a topografia atual tornou-se muito semelhante ao vale do rio.

Outras características desse tipo de estuário são a pouca profundidade, geralmente nunca superior a 30 metros e devido ao processo recente de sedimentação, o fundo é preenchido com lama e sedimentos finos na sua parte superior, enquanto que em direção a foz, os sedimentos tornam-se mais grosseiros (Miranda et al.,2002).

Os estuários desse tipo como é o caso do estuário do rio Acaraú, localizam-se em regiões tropicais e subtropicais, como os que ocorrem no litoral leste e nordeste do Brasil.

Quadro 1 - Trabalhos sobre os estuários do Ceará

AUTOR	ANO	TRABALHO	RESUMO
Sucupira, P. A. P.	2006	Indicadores de degradação ambiental dos recursos hídricos superficiais no médio e baixo Vale do rio Acaraú – Ce.	• Identificação dos indicadores potenciais de degradação dos recursos hídricos superficiais. • Compartimentação das unidades geoambientais. • Analise dos parâmetros de qualidade da água no estuário do Rio Acaraú, no baixo e médio curso.
Araújo, M. V.	2007	Análise ambiental da área estuarina do rio Acaraú.	• Utilização do sensoriamento remoto como ferramenta de análise ambiental no estuário do rio Acaraú.
Alves, A. B.	2008	Estuário do rio Acaraú: impactos ambientais e implicações na qualidade dos recursos hídricos.	• Identificação das condições atuais de uso e ocupação do solo. • Avaliação dos efeitos de uso e ocupação do solo na qualidade da água do estuário do rio Acaraú.

Dessa forma foi possível ampliar o conhecimento e consolidar o entendimento sobre como funciona realmente cada um desses ambientes.

Do ponto de vista da proposição do conjunto interdisciplinar de técnicas de estudo, destaca-se de forma pioneira, o trabalho de Pinheiro (2003), que reuniu a experimentação empírica através dos dados obtidos em coletas de campo, (informações oceanográficas, climáticas, planialtimétricas e morfológicas), com os aspectos relativos a gestão. Este trabalho subsidiou outros realizados nos estuários dos rios Jaguaribe, Acaraú e Timonha atingindo assim o aperfeiçoamento técnico-metodológico, presente também no trabalho de Dias (2005).

Mas certamente uma das mais importantes contribuições é o fato de se ter demonstrando como é tênue a relação entre as formas de uso e os impactos que se materializam espacial e temporalmente nos estuários cearenses.

Através da aplicação deste modelo de estudo para ambientes estuarinos do Ceará, este pressuposto torna-se evidente no estuário do rio Acaraú, apresentado nos trabalhos de Sucupira (2006) e Alves (2008), que discutem sobre os indicadores de qualidade de água no rio Acaraú.

O fato dos estuários ocuparem as porções terminais da drenagem fluvial, mantendo contato direto com o oceano, faz com que estes ambientes influenciem e sejam influenciados pela drenagem à acima deles e pelas áreas próximas dentro da bacia.

3 PRODEDIMENTOS METODOLOGICOS

Na realização deste trabalho foram definidas três etapas para a execução do cronograma inicialmente proposto.

A primeira etapa do trabalho constou da análise dos compartimentos geoambientais que se apresentam na área de trabalho, definido pelo estuário do rio Acaraú e suas planícies fluvio-marinha e fluvial, a área correspondente a faixa praia, as áreas de salgado e apicum e os tabuleiros pré-litorâneos. Deve ser destacado que em todos esses espaços há uma relação de uso e ocupação que atuam fortemente na transformação da paisagem neste setor do litoral do Ceará.

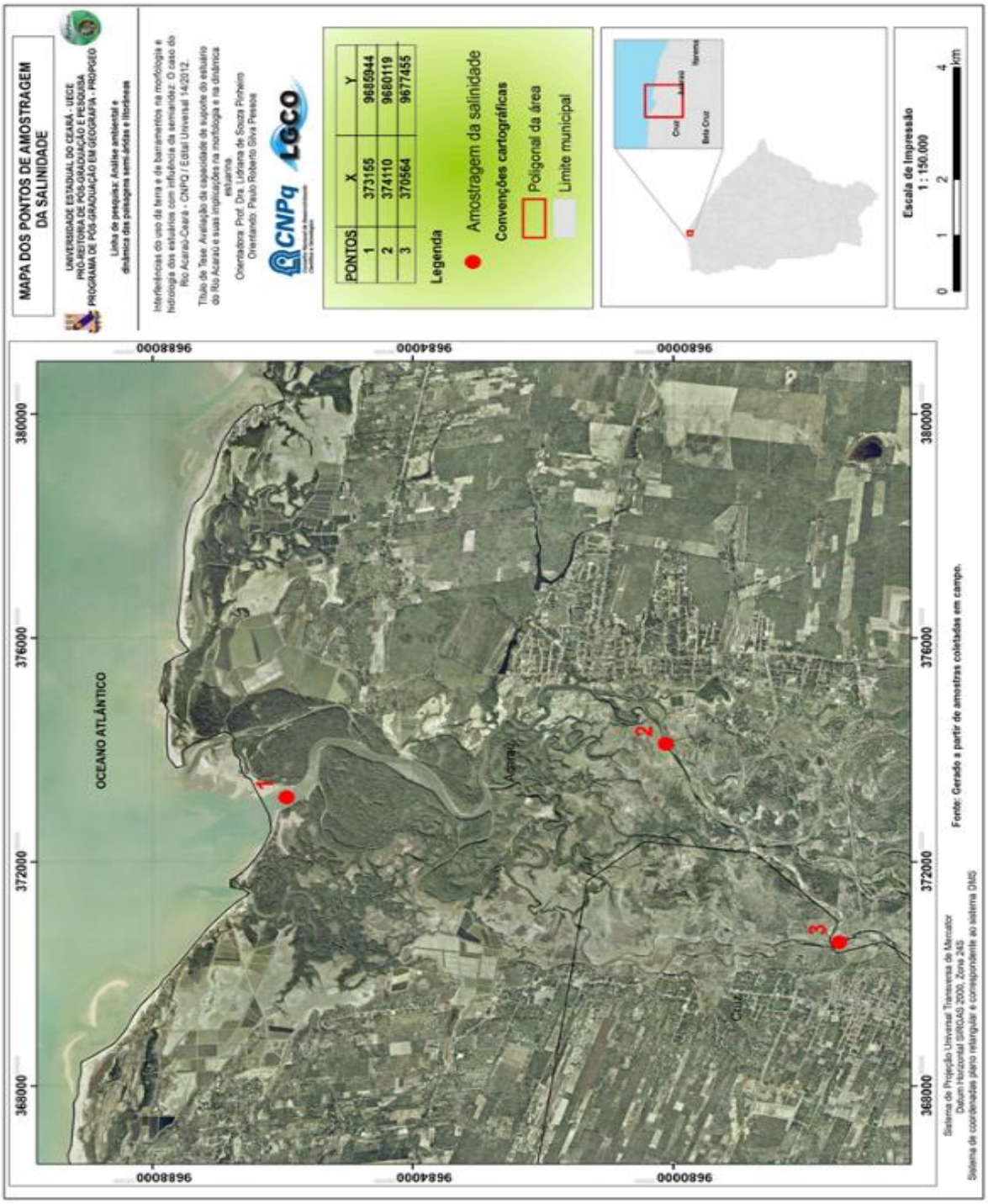
Foram realizadas seis campanhas de campo, com objetivo de delimitar a área de trabalho que compreende majoritariamente o estuário do rio Acaraú, limitado longitudinalmente deste a sua foz até a cidade de Cruz - CE, onde verificou-se o limite da influência marinha através das medidas de salinidade, desta forma foi considerada a salinidade como elemento limitante para delimitação do sistema estuarino. Esse limite foi coincidente com o limite determinado por Sucupira(2007) que além de utilizar a salinidade como indicador, utilizou a área de influência máxima das marés nas oscilações verticais e horizontais das águas.

Na etapa de reconhecimento das feições geoambientais na área de trabalho foi considerado também a percepção dos agentes que contribuem para a dinâmica ambiental como, salinidade, marés e morfologia do estuário, além da identificação e mapeamento dos principais tipos de impactos ambientais associados as formas de uso que afetam o estuário do rio Acaraú.

As medidas de salinidade foram realizadas, nos períodos de preamar e baixamar, somente na superfície da coluna d´água, nos meses de abril de 2013 e março de 2014, com o auxílio de sonda de alta resolução para

medidas de salinidade. Posteriormente as medidas foram comparadas com as medições realizadas por Alves, 2008, nos mesmos pontos e nas mesmas condições de maré, como forma de estabelecer um cenário de comparação temporal da variabilidade da salinidade no estuário do rio Acaraú, (figura 2).

Figura 2 - Localização dos pontos de coleta da salinidade



A segunda etapa compreendeu a elaboração da cartografia temática a partir das imagens obtidas. As cartas imagem e os mapas foram confeccionados a partir das imagens disponíveis e do United StatesGeologicalSurvey C/ LandsatArchives. Foram considerados os anos de 1985, 2001 e 2014 .

O sistema de projeção cartográfica utilizado corresponde ao Universal Tranversal de Mercator (UTM) e o referencial geodésico o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000), atualmente adotado no Brasil.

Os arquivos digitais dos limites municipais estavam originalmente na projeção UTM, datum SAD-69, Zona 24 Sul, mas foram convertidos para o SIRGAS 2000/Zona 24 Sul. Para a confecção a partir do material supracitado foi utilizado o software ENVI EX 4.8.

Também nesta etapa, de aquisição das informações, foram obtidas as séries históricas multitemporais dos bancos e das estações pluviométricas automáticas da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos - FUNCEME e do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, para a melhor compreensão da atuação do clima como elemento transformador da paisagem. Desta mesma forma, foram adquiridos dado censitários de 2010 do IBGE, além de outros na COGERH, DNOCS, SUDENE, IPECE, ANA e PLANERH.

Foram utilizados os dados pluviométricos disponibilizados pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME, no intervalo compreendido entre 1974 a 2014, do posto pluviométrico da FUNCEME no município de Acaraú e da estação automática do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, também em Acaraú, no intervalo compreendido entre os anos de 2003 a 2014. O INMET não tem informações de pluviometria de anos anteriores sobre a região estudada.

Os dados brutos dos registros de chuva e temperatura foram devidamente trabalhos em planilhas eletrônicas observando a sua consistência para realização do tratamento estatístico.

Dessa forma foi analisado o comportamento da precipitação no município de Acaraú-CE, com base nos dados pluviométricos da FUNCEME no intervalo entre 1974 a 2014, considerando também como elemento da dinâmica do tempo e do clima na região, a atuação dos principais sistemas produtores de chuva e suas variações baseadas nos fenômenos El Nino e Dipolo do Atlântico.

A revisão da literatura pertinente e a constante consulta de teses, dissertações, livros e artigos complementa esta etapa onde pôde-se obter uma definição do objeto de estudo desse trabalho.

A terceira constou da análise dos dados e das informações obtidas em campo e a partir dos dados secundários e da revisão da literatura, juntamente com a elaboração da cartografia temática para a identificação e analisa espacial e temporalmente da relação entre as variáveis sociais definidas pelas formas de uso, e as variáveis naturais do rio Acaraú responsáveis pela evolução da paisagem estuarina nos últimos 30 anos.

4 RESULTADOS

4.1 CONTEXTUALIZAÇÃO AMBIENTAL

4.1.1 Aspectos Geológico-Geomorfológicos

O relevo em geral da bacia é plano e suavemente inclinado, o que favorece a atuação do rio Acaraú mediante os processos de erosão e deposição.

Os terrenos sedimentares ocupam uma área que corresponde a pouco mais de 5% da Bacia do Acaraú e datam do Cenozóico e do Paleozóico. Esses sedimentos predominam na porção norte da bacia, onde se encontram as sedes dos municípios de Cruz e Acaraú. Esses sedimentos em sua maioria pertencem a Formação Barreiras e constituem-se por uma textura areno-argilosa. Ocorrem também sedimentos colúvio-eluviais, sedimentos eólicos e praiais constituídos de areias quartzosas distróficas presentes na faixa praial e dunas. Ocorrem também cascalhos, areias, silte e argilas, presentes nos ambientes fluviais, lacustres e estuarinos recentes.

Nas áreas próximas a foz do rio Acaraú verifica-se uma intensa dinâmica sedimentar que reúne a ação conjugada dos ventos alísios, ondas, corrente longitudinal costeira e das marés. Os depósitos flúvio-marinhos localizam-se em ambientes de deposição de baixa energia. São compostos por sedimentos finos argilas e silte, podendo também apresentar grandes quantidades de matéria orgânica.

Os sedimentos presentes no estuário do rio Acaraú, apresentam-se uma predominância de sedimentos finos alternados por depósitos de sedimentos fração areia variando de média a grossa dentro da própria calha do rio. Parte destes possivelmente oriundos também dos processos de degradação e erosão das áreas marginais ao rio. Alguns depósitos paludiais também são encontrados na região próxima a foz do rio (Figura 3), o que

reforça a intensa dinâmica do ambiente e possível situações climáticas anteriores capazes de remodelar a foz do rio Acaraú.

Figura 3 - Depósitos paludiais na foz do rio Acaraú

Fonte: Acervo do autor, 2014

4.1.2 Aspectos Hidroclimáticos

A bacia do Acaraú está submetida quase em sua totalidade a sazonalidade do clima semiárido, exceto a sua porção que se localiza a partir do baixo curso do rio, que recebe também a contribuição do clima litorâneo e dos sistemas atmosféricos dinâmicos que atuam na faixa litorânea no nordeste. Contudo, este ambiente mesmo não estando submetido a semiaridez climática, recebe influencia dessa condição, uma vez que a maior parte da bacia se localiza nos ambientes semiáridos.

A região estuarina tem uma área de aproximadamente 80km^2, que distribui-se entre os municípios de Acaraú, onde boa parte da cidade encontra-se na margem direita do rio e a porção Oeste do município de Cruz. Esta circunstância de proximidade da cidade com o estuário por si já esboça uma relação bastante complexa e conflituosa em virtude da pressão exercida pelas formas de uso.

De acordo com a classificação climática de Köppen (1931), o Estado do Ceará apresenta três tipos de clima: BSw'h' (quente e seco, com estação chuvosa no verão, atrasando-se para o outono), Aw'(clima tropical com estação seca de Inverno) e Cw'(clima temperado úmido com Inverno seco), havendo uma predominância em aproximadamente 80% do tipo BSw'h'. A isoieta de 800mm anuais compreende 75% da sua área total (FUNCEME, 1991) e as médias térmicas anuais variam de 23º a 27º C.

Na área da bacia do Acaraú, segundo a classificação de Köppen (1931), ocorre o clima tropical chuvoso, (Aw'), com estação invernosa ausente e estação chuvosa concentrada no outono. Esta característica predomina na porção norte da bacia, com precipitações variando de 1.000 a 1.600 mm anuais. Já o clima do tipo quente e semiárido (BSw'h'), com estação chuvosa atrasada para o outono, ocorre na porção sul da bacia, onde as precipitações oscilam entre 700 e 1.000 mm.

Segundo a Agência Nacional de Águas – ANA, a Bacia do Acaraú apresenta um total de 105 postos pluviométricos dentro de seus limites, dos quais 92 deles ou (88%) estão em operação e os demais se encontram desativados. A maioria (70%) pertence à FUNCEME e os demais se distribuem entre DNOCS (18%), SUDENE (4%) ANA (5%) e INMET (3%).

4.1.2.1 Temperatura

De acordo com o relatório do plano de gerenciamento das águas da Bacia do Acaraú de 2010, a área da bacia apresenta temperaturas máximas que variam de 32,1º em Acaraú a 35,9 em Sobral, estes máximos ocorrem no segundo semestre. Os valores mínimos são 22º em Sobral e 22,6º em Acaraú, estes valores são atingidos durante a estação chuvosa. À umidade relativa do ar possui uma média anual de 71,8 % (INMET, 1992), sendo que a umidade relativa atinge o seu máximo durante a estação chuvosa e um mínimo durante o segundo semestre. A insolação média está em torno de 2.652 horas anuais. Os maiores valores de insolação na Região Nordeste são registrados durante os meses de dezembro a março, período que corresponde ao verão, enquanto os menores valores de insolação são registrados na segunda metade do ano.

Em relação ao regime de vento, verifica-se que a proximidade do litoral influencia diretamente na velocidade de vento, tendo Acaraú uma média de 5,2km/h, com direção predominante leste-sudeste (INMET, 1992).

A evaporação assim como os ventos e a temperatura são maiores durante a segunda parte do ano. Este parâmetro climático é fundamental para a acumulação de água pelos reservatórios superficiais. Complementando verifica-se uma taxa anual média de evapotranspiração em Acaraú de 1906 mm. Verificou-se também que tanto a evaporação como a evapotranspiração foram maiores em Acaraú, este fato deva-se está associado a influência da maritimidade.

4.1.2.2 Características das Precipitações

Para se entender o comportamento do clima de uma região é necessário compreender como as variáveis meteorológicas, que definem o tempo ao longo dos anos se comportam. Dessa forma o tempo é definido como sendo os fenômenos meteorológicos que ocorrem cronologicamente na atmosfera, enquanto o clima pode ser entendido como o estado médio do

tempo ao longo de vários anos, como define a Organização Meteorológica Mundial – OMM.

A região Nordeste do Brasil é considerada semiárida por apresentar substanciais variações temporais e espaciais da precipitação pluviométrica, e elevadas temperaturas ao longo do ano, onde a amplitude térmica anual pode chegar até seis graus. (Azevedo et al., 1998).

A FUNCEME descreve os principais sistemas produtores de chuva no nordeste brasileiro como sendo a Zona de Convergência Intertropical - ZCIT, as Frentes Frias, os Vórtices Ciclônicos de Ar Superior - VCAS, as Linhas de Instabilidade, os Complexos Convectivos de Mesoescala - CCM, as ondas de Leste, e as oscilações de 30 e 60 dias. Sendo que destes sistemas o de maior representatividade na composição da precipitação no Ceará é a ZCIT (quadro 2).

Quadro 2 - Sistemas produtores de chuva no Nordeste brasileiro

Sistemas produtores de chuva no Nordeste Brasileiro	
ZCIT	Faixa de nuvens convectivas que migra anualmente de latitudes ao norte do Equador entre os meses de agosto e setembro. Entre os meses de março e abril pode chegar até aproximadamente 2^0 a 5^0de latitude sul posicionando-se ao longo da região equatorial.
Frentes Frias	São sistemas de nuvens que se formam na zona de interseção de uma massa de ar quente com uma massa de ar frio. Ocasionalmente podem chegar até a costa do Nordeste entre os meses de novembro e janeiro, podendo provocar um aumento da precipitação nesta região.
VCAS	Sistemas meteorológicos que podem durar de 4 a 10 dias, formados por centros de baixa pressão em altitudes acima de 9000m. Geralmente forma-se nos meses de verão, outono e primavera e tem

	comprovada participação no quadro pluviométrico do NE.
Linhas de instabilidade	São nuvens do tipo cumulus que podem causar chuva. Sua formação está associada a grande quantidade de radiação solar incidente sobre a região tropical que provoca o aumento desse tipo de nuvem. Outro fator que pode contribuir para o incremento das Linhas de Instabilidade, principalmente nos meses de fevereiro e março, é a proximidade da ZCIT.
CCM	A origem desses fenômenos está associada a formação de células convectivas em condições favoráveis, influenciadas pela topografia e por fontes de calor. Podem provocar chuvas isoladas e rápidas de intensidade considerável
Ondas de Leste	Esse sistema tem sua origem ligada a TSM e a nebulosidade convectiva que se forma no Oceano Atlântico e seu deslocamento que se dá de leste para oeste. Possuem pouca amplitude, mas podem produzir precipitações consideráveis nas áreas costeiras no período de abril até agosto.
Oscilações de 30 e 60	Sistema atmosférico também conhecido como onda de pressão ou ondas de Kelvin, que ocorrem na faixa equatorial. Sua atuação sobre o Nordeste brasileiro ainda não é totalmente conhecida, mas sabe-se que sua atuação pode provocar tanto chuvas como veranicos que tem impacto direto na agricultura e na pecuária da região.

Segundo Molion e Bernardo (2002) é a Zona de Convergência Intertropical – ZCIT, o principal mecanismo causador de chuva no Norte do Nordeste do Brasil, que no primeiro semestre desce até 4º de latitude sul, definindo a estação chuvosa no estado do Ceará, principalmente entre

fevereiro e maio. A ZCIT é formada pela confluência dos alísios de NE do Hemisfério Norte e pelos alísios de SE no Hemisfério Sul.

Como resultado desse mecanismo o ar ascende com elevados teores de vapor d´água que se resfria, condensa e origina uma faixa de grande nebulosidade responsável pelas maiores taxas de precipitação no planeta. Alguns autores como Aragão, 2004, consideram a ZCIT como um fenômeno tipicamente climático, com uma escala de tempo sazonal, dada a sua duração.

Para Uvo e Berndtsson (1996), os mecanismos dinâmicos que governam o regime de chuva da região nordeste são: El Niño-Oscilação Sul (ENOS); Temperatura da superfície do mar (TSM) do Oceano Atlântico, Ventos Alísios, Pressão ao Nível do Mar; Zona de Convergência Intertropical sobre o Oceano Atlântico; Frentes Frias, e Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis.

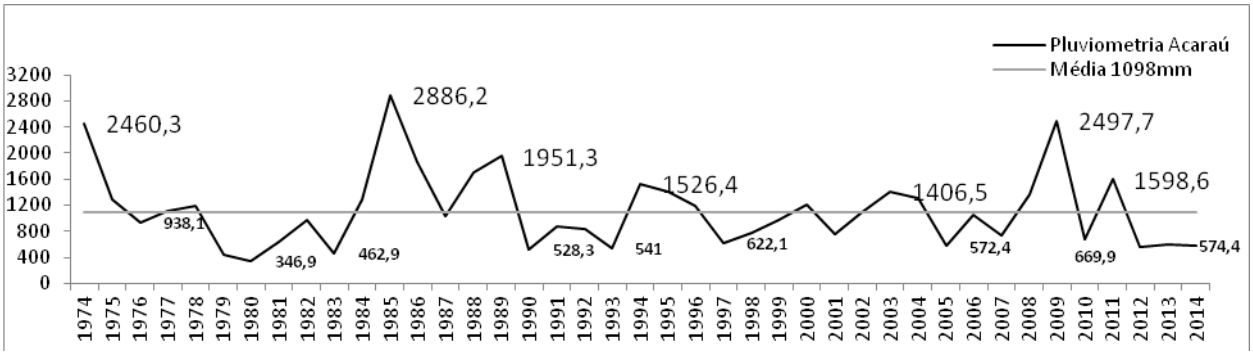
A ZCIT é influenciada pelo dipolo do Atlântico e pelo aquecimento anormal das águas do leste do Pacífico (El Niño), onde Molion e Bernardo (2002) retratam que a variabilidade interanual da distribuição de chuvas sobre o Nordeste do Brasil, tanto nas escalas espacial quanto temporal, está intimamente relacionada com as mudanças nas configurações de circulação atmosférica de grande escala e com a interação oceano-atmosfera no Pacífico e no Atlântico.

A precipitação na região da bacia possui uma considerável irregularidade espaço-temporal. Comprovou-se a ação determinante da ZCIT uma vez que 81% da precipitação anual se concentra nos meses onde de fato há a influência desse sistema atmosférico.

Já em relação à série anual verificou-se uma média anual em torno de 1098 mm, com picos de chuvas excepcionais nos anos de 1974, 1985 e 2009, (Figura 04). Estes períodos possuem em comum o fato de dipolo do Atlântico negativo, mas não com os períodos de El Niño. Os períodos que registraram os menores valores de precipitação são 1979, 1980 e 1983,

todos com precipitação abaixo de 500 mm e se correlacionam com a atuação do dipolo do Atlântico na sua fase positiva, e também com períodos onde o fenômeno El Niño atuou.

Figura 4 - Pluviometria e média da série em Acaraú entre 1974-2014

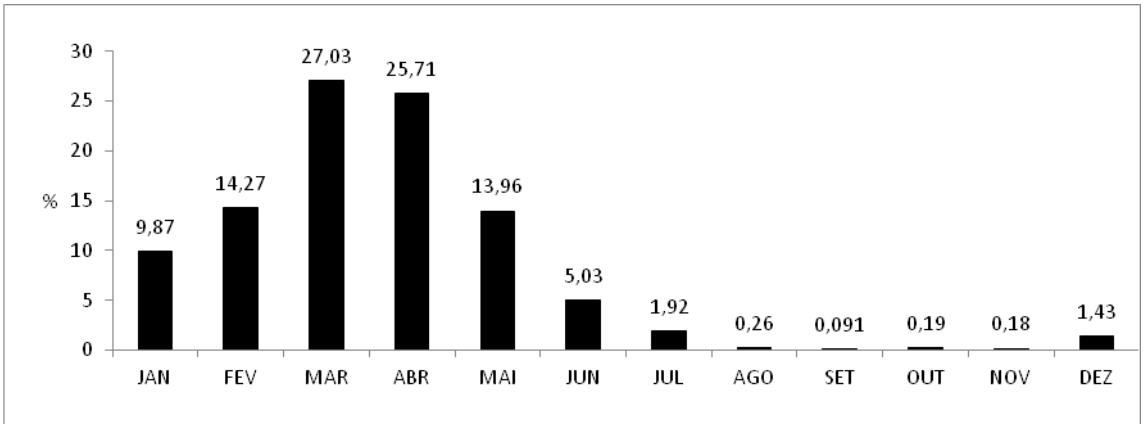


Fonte: O autor a partir do banco de dados da FUNCEME.

Analisando os dados pluviométricos entre 1974 e 2014, agrupando a distribuição das precipitações deste período por meses, foi constatado que 52,7% de toda precipitação acumulada no intervalo de 40 anos, concentra-se nos meses de março a abril.

A Figura 05 mostra a distribuição percentual mensal da série. Observando este gráfico pode-se concluir também, que 90,84% de toda a precipitação que ocorreu no intervalo de 40 anos concentrou-se na primeira metade do ano, mais exatamente entre os meses de janeiro a maio.

Figura 5 - Percentual da precipitação mensal em Acaraú entre 1974 – 2014.



Fonte: O autor a partir do banco de dados da FUNCEME.

A tabela 01 apresenta os anos de ocorrência de El Niño, segundo dados do INPE, com os volumes precipitados em Acaraú. Verifica-se que a relação dinâmica que existe entre os elementos que compõem os sistemas oceano-continente-atmosfera que envolvem este fenômeno se materializam nos anos onde os volumes precipitados são menores.

Contudo, como se observa na tabela 01, mesmo em alguns anos de El Niño ocorreram precipitações significativas e bem acima da média para o município, o que reforça a condição dinâmica de interação entre os elementos e os fatores do clima que atuam nessa região.

Durante a observação dos volumes totais anuais da série, percebe-se que há uma forte irregularidade com relação aos volumes precipitados com uma considerável disparidade entre os volumes de um ano para o outro, não existindo um padrão regular de precipitação no que se refere ao volume de chuvas durante o ano.

Como forma de separar a precipitação da série estudada por faixas de volume próximas a média anual local, foi estabelecida a seguinte divisão: volumes menores que 500 mm, volumes entre 500 e 1000 mm, volumes entre 1000 e 1500 mm, volumes entre 1500 e 2000mm e volumes acima de 2000 mm.

Desta forma fica mais evidente identificar as faixas de volume de chuva que predominam na região, ou seja, a maioria das chuvas ocorre entre 500 e 1000 mm e de 1000 a 1500 mm. Os eventos muito abaixo e muito acima dessa faixa de pluviometria representam eventos extremos de anos secos ou anos com precipitações históricas acima da média local. Na série analisada tantos os anos muito secos quanto os anos que registraram precipitações históricas, somam três eventos respectivamente.

Tabela 1 - Anos de El Niño e volume precipitado em Acaraú - CE

Ano	Volume precipitado(mm)
1976	938,1
1977	1112,2
1978	1200
1979	440,7
1980	366,9
1982	969,3
1983	462,9
1986	1861,2
1988	1700
1990	528,3
1993	541
1994	1526,4
1995	1405,7
1997	622,1
1998	786,3
2004	1309,7
2005	572,4
2009	2497,7
2010	669,9

Fonte: INPE/FUNCEME

A faixa de precipitação entre 1000 e 1500 mm equivale a 32,5% correspondendo a 13 anos de precipitação nesse intervalo. As outras faixas de volume de precipitação que estão entre 1500 a 2000 mm e acima de 2000 mm, representam 12,5% e 7,5% respectivamente.

Dessa forma se pode concluir que embora existam eventos extremos como anos secos e anos com volumes de chuvas excepcionais, acima de 2000 mm, prevaleceu em 72,5% dos anos observados no intervalo de tempo, chuvas entre 500 e 1500 mm anuais, fato que não exclui a região de passar por períodos/anos secos consecutivos. Tabela 02.

Tabela 2 - Distribuição da precipitação da série

<500		**500 - 1000**	**1000 - 1500**	**1500 - 2000**	**>2000**
1979;1980;		1976; 1981; 1990; 1991; 1993; 1997; 1999; 2001; 2007; 2012; 2014	1975; 1977; 1984; 1987; 1996; 2000; 2003; 2004; 2008	1986; 1988; 1994; 2011	1974; 1985; 2009
Anos	3	16	13	5	3

Fonte: O autor a partir do banco de dados da FUNCEME.

Analisando a quantidade de dias secos e dias chuvosos dos anos que compõem a serie, pode se perceber o predomínio do numero de dias secos em todos os anos analisados.

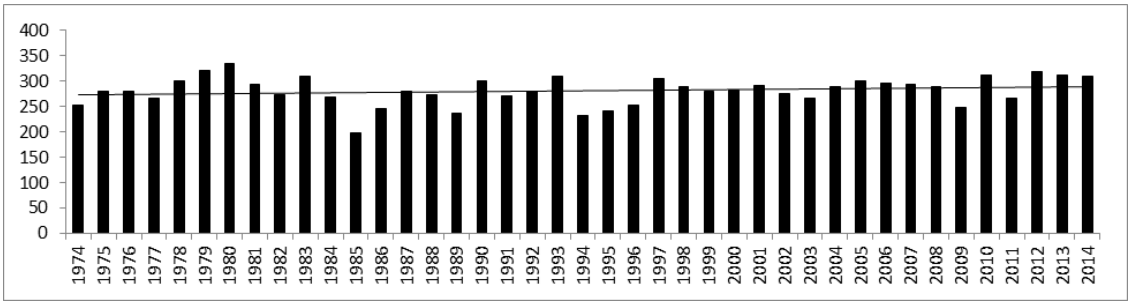
Nos anos em que a precipitação se manteve na média ou próximo a média, o numero de dias secos, nesse cenário, pode chegar até 250 dias sem chuva. Nos anos em que a precipitação foi abaixo da média o numero de dias seco chegou até 330 dias sem ocorrência de chuva.

Contudo nos anos em que a chuva ultrapassou a média anual local, constatou-se que o numero de dias secos ficou em aproximadamente 230.

Essa condição reforça a ideia de quanto é irregular a distribuição da precipitação neste setor no litoral cearense.

Considerando o número de dias secos de cada ano foi estabelecida uma linha linear de tendência que demonstra que nos últimos 40 anos o número de dias secos de cada ano tem aumentado, (Figura 6). Esse fato por se só não deve ser considerado como único elemento indicativo para a redução dos volumes de chuva na região, mas sugere que há uma tendência de redução das chuvas.

Figura 6 - Tendência linear e número de dias sem chuva por ano no período entre 1974-2014



Fonte: O autor a partir do banco de dados da FUNCEME.

As consequências desse processo se materializam de forma nítida na paisagem, que define claramente a existência de um período chuvoso no verão, ou seja, na primeira metade do ano, de fevereiro até maio e outro muito seco, de julho a novembro, onde muitas vezes os volumes precipitados não chegam a representar nem 6% do total anual das chuvas na região.

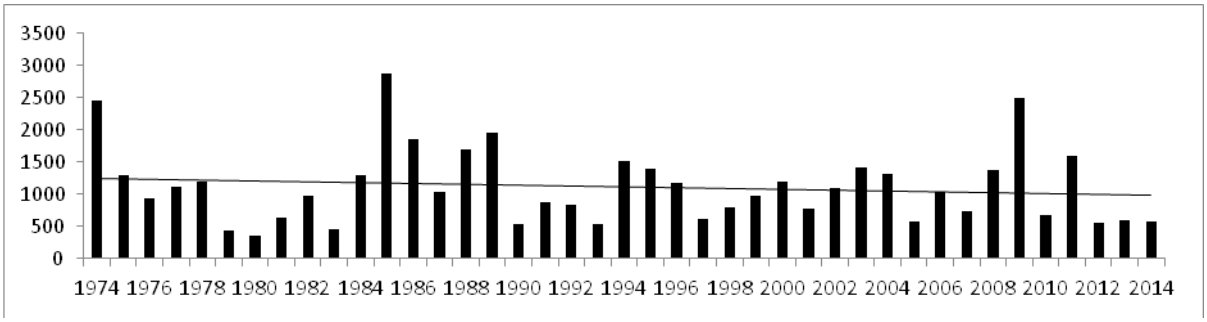
Com isso conclui-se que em virtude do maior tempo de estio, as drenagens se configuram como intermitentes e sazonais, quando da ocorrência de mais de um ano com chuvas abaixo da média local, geralmente há escassez de água.

Em última análise, este fato dificulta imensamente as práticas da agricultura familiar, pois é notório que a ausência da água em quantidade e qualidade adequadas compromete a manutenção deste sistema agrícola tão importante para o povo cearense. Além de outros setores que dependem diretamente da disponibilidade do recurso, como a agroindústria, o comércio e a pesca.

A partir desta análise dos dados de chuva de Acaraú, surgiu um questionamento pertinente quanto a quantidade do volume de chuva na série. Os volumes de chuva nos últimos 40 anos poderiam sugerir uma tendência de redução.

Para responder a esta questão, com base nos dados foi estabelecida uma linha de tendência (figura 7) e uma curva de regressão linear como o intuito de verificar se as chuvas na região se mantiveram na média, aumentaram ou diminuíram.

Figura 7. Série histórica da precipitação anual em Acaraú 1974-2014 e tendência linear

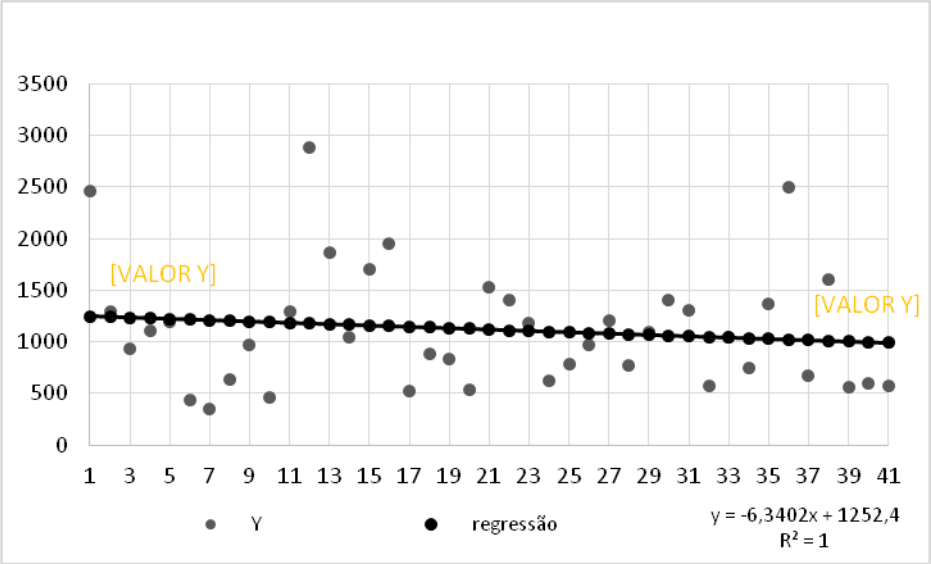


Fonte: O autor a partir do banco de dados da FUNCEME.

Observando a tendência linear dos totais anuais precipitados na série no intervalo de 40 anos, constata-se a existência de uma tendência a redução dos volumes precipitados, fato também comprovado através da curva de regressão linear dos mesmos dados da série. (Figura 8).

A curva de tendência linear é uma linha reta de melhor ajuste usada com conjuntos, cujos dados são lineares. Uma linha de tendência linear geralmente mostra que algo está aumentando ou diminuindo, como demonstra a (figura 8).

Figura 8. Regressão linear dos totais anuais de precipitação entre 1974-2014



A regressão linear aponta para um redução dos volumes precipitados no município de Acaraú nos últimos 40 anos. Tomando como base intervalo entre os anos de 1974 a 2014, pode se afirmar que no ano de 2014 choveu 250 mm a menos do que chovia a 40 anos atrás. Dados semelhantes foram observados na bacia do Rio Jaguaribe por Lacerda *et al*., 2010.

As causas desse processo merecem uma maior melhor investigação, de vez que podem estar relacionadas aos mecanismos dinâmicos de meso e macro circulação atmosférica atrelados ao sistema oceano-continente-atmosfera. Contudo as consequências ambientais desse processo podem ser as mais diversas, como salinização de solos,

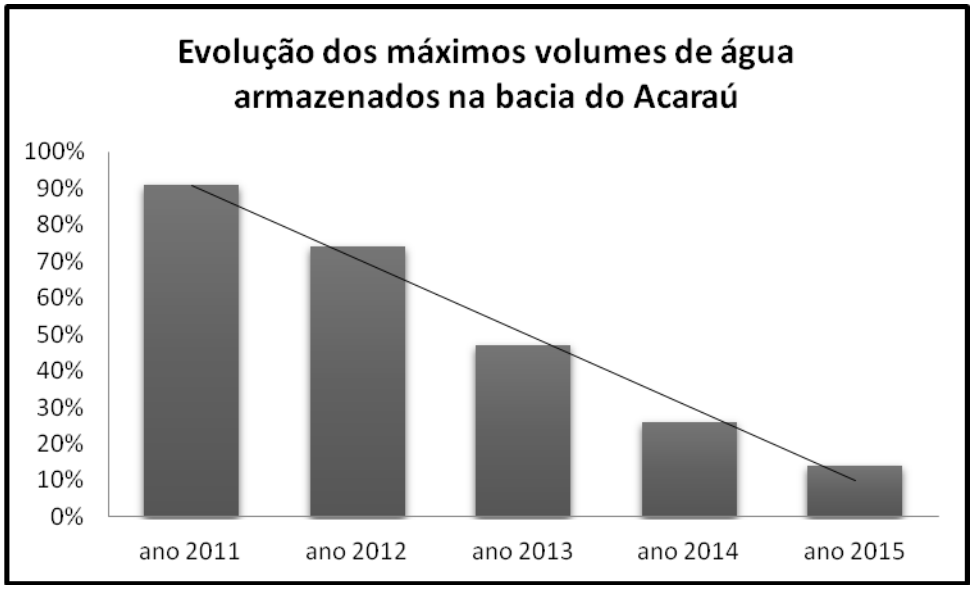
modificação na morfodinâmica estuarina e fluvial, impactos na biodiversidade entre outros.

Em toda a sua extensão de 315 km, o rio Acaraú possui um gradiente topo-altimétrico de aproximadamente 960 metros das áreas onde estão as suas nascentes até a planície fluvio-marinha (Cogerh, 2009). Majoritariamente possui um padrão tipicamente dendrítico no alto e médio curso, em virtude de drenar terrenos de litologias cristalinas. Já no baixo curso esse padrão associa-se ao meandrante em virtude de sua drenagem ocorrer em terrenos sedimentares (Sucupira,2007).

Quando se associa os volumes de água dos reservatórios superficiais ao quadro pluviométrico da bacia, segundo os dados da FUNCEME. Verifica-se que os últimos quatro anos foram marcados por períodos de reduzida precipitação fato que acarretou uma diminuição significativa do volume de água acumulada nos principais reservatórios da bacia, como mostra a (Figura 9).

No semiárido cearense em virtude do comportamento da quadra chuvosa, ser marcado de forma expressiva pela irregularidade espacial e temporal e também pela concentração da precipitação nos cinco primeiros meses do ano, se observa esse cenário de redução dos volumes de água acumulada nos reservatórios superficiais, principalmente na segunda metade do ano e de forma mais notória quando se sucedem anos com precipitações abaixo da média local. Essa dinâmica também pode ser observada em outras bacias que apresentam condições semelhantes a do Acaraú, como as bacias do Jaguaribe, do Salgado e do Coreaú.

Figura 9 - Volume de água armazenada na Bacia do Acaraú



Fonte: COGERH, 2015

Segundo informação da ANA, a Bacia do Acaraú conta atualmente com 35 estações fluviométricas, das quais 14 estão em operação e 21 estão desativadas sem perspectiva imediata de voltarem a operar. A vazão afluente ao estuário foi estimada por Sucupira (2006) de 926,4 m3 .s-1 na estação chuvosa e no período de estiagem com 35,97 m3 .s-1.

Esta bacia de acordo com a COGERH, (2009) possui um total de 1.902 reservatórios superficiais, porém apenas 556 apresentam área superior a 5 há (Funceme, 2008). O principal açude é o Araras que é responsável por mais de 60 % da reserva hídrica da bacia, (quadro 3).

Quadro 3 - Açudes monitorados pela COGERH na Bacia do Acaraú

Açudes	Município	Capacidade (m^3)
AcaraúMirim	Massapê	52.000.000
Araras	Varjota	891.000.000
Arrebita	Forquilha	19.600.000
Jaibaras	Sobral	104.430.000
Bonito	Ipu	6.000.000
Carão	Tamboril	26.230.000
Edson Queiroz	Santa Quitéria	254.000.000
Farias de Souza	NovasRussas	12.230.000
Forquilha	Forquilha	50.130.000
São Vicente	Santana do Acaraú	9.840.000
Sobral	Sobral	4.675.000
Carmina	Catunda	13.628.00
Total	12 açudes	1.443.763.000

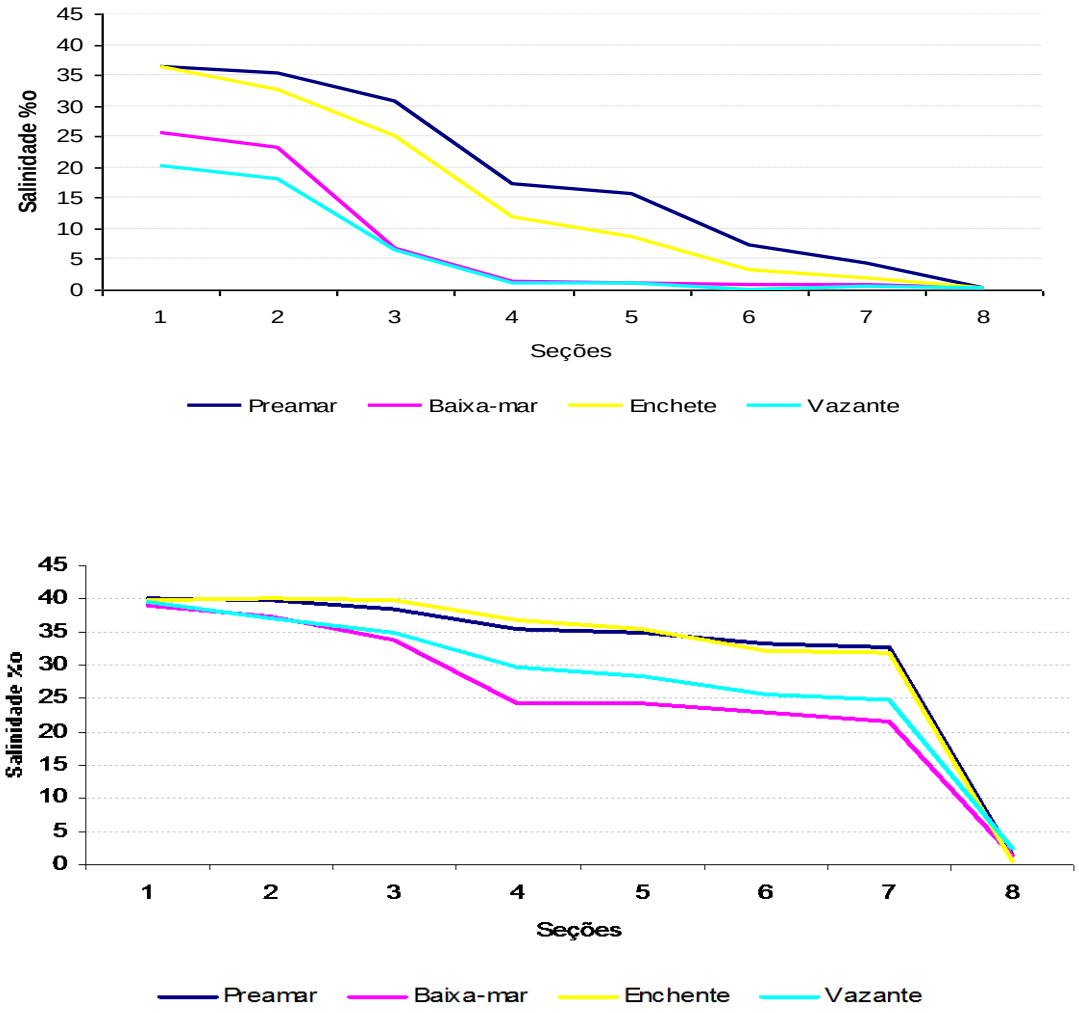
Fonte: COGERH, 2009

As águas subterrâneas representam uma reserva estratégica de acumulação de água, geralmente de boa qualidade. Na bacia do Acaraú estas reservas se acumulam em dois meios aquíferos compreendidos por litologias sedimentares, correspondendo aos meios porosos e aluvionares e por litologias cristalinas que abrigam os aquíferos fissurais. Nesta região encontram-se aproximadamente 2.134 poços tubulares e 104 poços amazonas perfurados pela CPRM, DNOCS e SOHIDRA.

No estuário do rio Acaraú existem dois reservatórios de pequeno porte que representam uma reserva importante reserva hídrica. São os açudes Piranhas e Bal que se localizam no limite Norte da zona urbana de Acaraú, próximo à margem direita do rio dentro da zona urbana do município e por isso são áreas bastante susceptíveis a poluição e a contaminação por resíduos os mais diversos já que na área onde estão situados não existe saneamento básico.

Estes reservatórios têm como uso principal as atividades de recreação e lazer pela população local, além do uso para o consumo humano e irrigação de plantio de coco situada nas áreas próximas. As águas que escoam nos canais estuarinos são salinas, com média atual de 30 ‰. Analisando os perfis longitudinais do ano de 2007 obtidos nos estudos de Alves (2008), o estuário do rio Acaraú é verticalmente homogêneo e longitudinalmente estratificado no período de chuva. No período de estio apresenta a característica de verticalmente e longitudinalmente homogêneo até a seção 4 descrita por Alves 2008, próxima a lagoa de estabilização de Acaraú. A contribuição da água doce só é observada na maré baixa. (Figura 10).

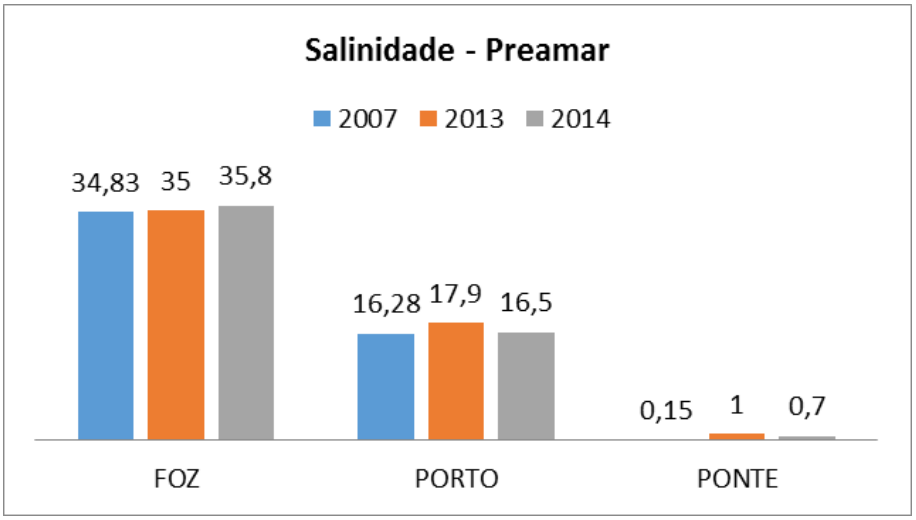
Figura 10 - Distribuição longitudinal da salinidade em 2007

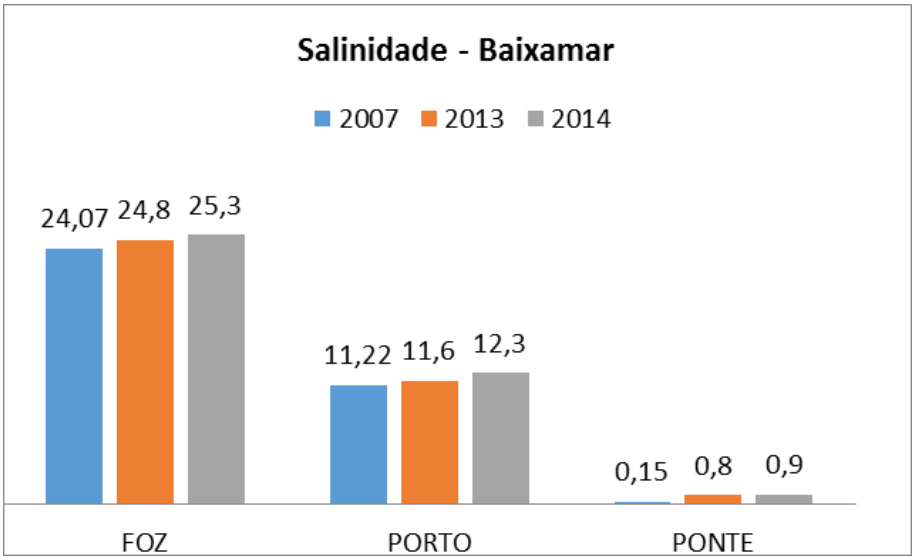


Fonte: Alves 2008

As salinidades observadas nos anos de 2013 e 2014 nas fases de preamar e baixa-mar foram superiores as observadas por Alves (2008). Essa situação foi recorrente nos três pontos analisados. Estes pontos por sua vez estão situados, um na foz, o segundo aproximadamente na porção mediana do estuário e o terceiro no limite do estuário nas proximidades da cidade de Cruz. (Figura 11).

Figura 11. Distribuição da salinidade ao longo do estuário do rio Acaraú nos anos de 2007, 2013 e 2014





A salinidade no estuário é um parâmetro que normalmente pode variar segundo os ciclos de maré, estações seca e chuvosa, podendo também sofrer variações em função dos barramentos que interferem na descarga fluvial do rio ou também variar em virtude de outros fatores oceanográficos e/ou morfológicos. No caso particular do estuário do rio Acaraú, as variações deste índice, parecem estar associadas de forma mais evidente, as condições climáticas e pluviométricas, já que esta parcela da

bacia do rio não é perenizada, ou seja, não recebe o aporte direto de água de barramentos a montante.

4.1.3 Solos e Cobertura Vegetal

Os trabalhos mais importantes sobre das formações vegetais presentes no litoral do Ceará foram realizados por FERNANDES (1990) e SILVA (1993, 1997 e 1998), que identificaram as espécies vegetais que ocupam os ambientes de praia, tabuleiros costeiros e os estuários, como sendo a Vegetação pioneira psamófila, vegetação sub-perenifólia de dunas, vegetação paludosa de mangue, vegetação halofítica gramíneo-herbacea, vegetação subcaducifólia de tabuleiro, vegetação de várzea e vegetação ribeirinha.

Essas formações vegetais ocupam as áreas de pós-praia, dunas mais antigas, tabuleiros costeiros e as planícies flúvio-marinha e fluvial da região do estuário do rio Acaraú e seu entorno.

Contudo a maior expressão da vegetação pode ser notada na planície flúvio-marinha na região estuarina onde ocorre a vegetação paludosa marítima de mangue e outro tipo de vegetação halofítica caracterizada por gramíneas de porte herbáceo presente nas áreas de apicum. Na região da planície fluvial próximo a cidade de Cruz ocorre também à presença da carnaúba que é amplamente utilizada para retirada da palha e da cera.

As áreas de tabuleiro apesar de ser uma das mais impactadas pela ocupação ainda abrigam alguns setores da vegetação sub-caducifólia de tabuleiro que tem porte arbóreo arbustivo, tanto no município de Cruz como em Acaraú.

Os solos representam a síntese entre a interação dos tipos de rocha, do relevo e do clima. Palmieri e Larach (1986) entendem o solo como sendo

> (...) um conjunto de corpos naturais tridimensionais, resultante da ação integrada do clima e organismos

> sobre o material de origem, condicionado pelo relevo em diferentes períodos de tempo, o qual apresenta características que constituem a expressão dos processos e dos mecanismos dominantes na sua formação.

Na bacia do rio Acaraú, de acordo com Nascimento, (2006) existem 12 classes de solos principais que compõem associações. Segundo este autor as classes dominantes são os luvissolos, seguidos pelos argissolos, que ocorrem em grandes extensões da bacia.

Na área estudada, no entanto, foram identificados cinco tipos de solos principais os argissolos vermelho amarelo distrófico, os neossolos quartzarênicos, os neossolo flúvicos, os gleissolos sálicos e os solos indiscriminados de mangue, que ocupam as áreas de planície litorânea, planície flúvio-marinha e tabuleiros costeiros.

Dentre as principais características dos Neossolos Quartzarênicos está o fato de serem derivados de sedimentos arenoquartzosos da Formação Barreiras do período do Terciário e sedimentos marinhos do período do Holoceno. Embrapa,2005. Estes solos apresentam boa profundidade e possuem uma textura arenosa e areno argilosa em razão dessa sua matriz possuem baixa fertilidade natural, por isso na região ao entorno do estuário do rio Acaraú seu uso é quase que exclusivo ao cultivo de coco, mandioca e caju.

Os Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico são encontrados nos tabuleiros pré-litorâneos. Assim como os Neossolos Quartzarênicos possuem uma matriz arenosa que lhes confere como restrição, uma baixa fertilidade natural e em alguns casos suscetibilidade à erosão.

Os neossolos flúvicos apresentam uma grande variabilidade textural, química, física e morfologia uma vez que são oriundos da deposição de camadas aluviais, sua espessura e granulometria também são muito diversificadas.

Dentre os tipos de uso presentes nas áreas ocupadas por estes solos estão a extração de argila para uso na construção civil, a fruticultura e as culturas de ciclo curto muito comuns na região ao entrono do estuário do rio Acaraú. Estes solos são suscetíveis a inundações periódicas e em alguns casos podem apresentar excesso de umidade devido estarem próximos ao nível freático.

Ocorrem em áreas de várzea próximas aos mangues e baixos cursos dos rios na sua porção estuarina. Estes solos apresentam concentração de sais é elevado fato que inviabiliza o seu agrícola.

Estes solos também são chamados de halomórficos. São lamacentos, escuros e com alto teor de sais e matéria orgânica. Ocorrem nos ambientes de mangues a partir da deposição de sedimentos em condição de baixa energia.

São recobertos pela vegetação de mangue e por seu agrícola é inviável. Sua principal vocação está relacionada a preservação da vegetação e das espécies animais que ocupam os ambientes formados por estes solos.

4.1.4 Contextualização Socioeconômica

As características socioeconômicas são fatores importantes a serem analisados, visto que podem revelar os possíveis fatores da modificação da paisagem. Assim, são abordadas as características socioeconômicas da bacia hidrográfica do Acaraú, dando ênfase aos municípios de Acaraú e Cruz, por estarem localizados no baixo curso do Acaraú, onde ocorrem a exploração e uso deste rio.

A análise demográfica é importante, pois, é sabido que a população e a satisfação das suas necessidades pressionam fortemente os recursos naturais. Nesse sentido, de acordo com o censo 2010 a população total dos municípios que compõem a bacia do Acaraú totaliza 791.927 habitantes.

Estimativas do IBGE (2014) apontam um crescimento no número de habitantes de 6,5%, assim, a população total seria de 846.454.

Em relação à população rural e urbana, tem-se o predomínio da urbana (488.255) em relação à rural (303.672). Os municípios que apresentaram maior população urbana destacam-se Sobral (88%), Groaíras (69%), Massapê (68%) e Nova Russas (75%). (Tabela 3).

Tabela 3 - Dados populacionais da bacia do Acaraú

MUNICÍPIOS	RURAL	URBANA	TOTAL
ACARAÚ	29.305	28.237	57.542
ALCÂNTARAS	7.323	3.450	10.773
BELA CRUZ	17.881	12.992	30.873
CARIRÉ	10.046	8.302	18.348
CATUNDA	4.556	5.395	9.951
CRUZ	12.910	9.570	22.480
FORQUILHA	6.313	15.473	21.786
GRAÇA	9.234	5.818	15.052
GROAÍRAS	3.152	7.076	10.228
HIDROLÂNDIA	8.288	11.054	19.342
IBIAPINA	13.067	10.743	23.810
IPU	14.718	25.582	40.300
IPUEIRAS	19.508	18.366	37.874
MARCO	9.272	15.435	24.707
MASSAPÊ	11.208	23.993	35.201
MERUOCA	6.273	7.420	13.693
MONSENHOR TABOSA	7.343	9.363	16.706
MORRINHOS	11.088	9.615	20.703
MUCAMBO	5.036	9.066	14.102
NOVA RUSSAS	7.721	23.256	30.977
PACUJÁ	2.263	3.723	5.986
PIRES FERREIRA	6.862	3.354	10.216
RERIUTABA	8.870	10.590	19.460
SANTA QUITÉRIA	20.502	22.257	42.759
SANTANA DO ACARAÚ	14.575	15.402	29.977
SOBRAL	21.938	166.333	188.271
TAMBORIL	11.249	14.206	25.455
VARJOTA	3.171	14.413	17.584

Fonte: IBGE, 2010

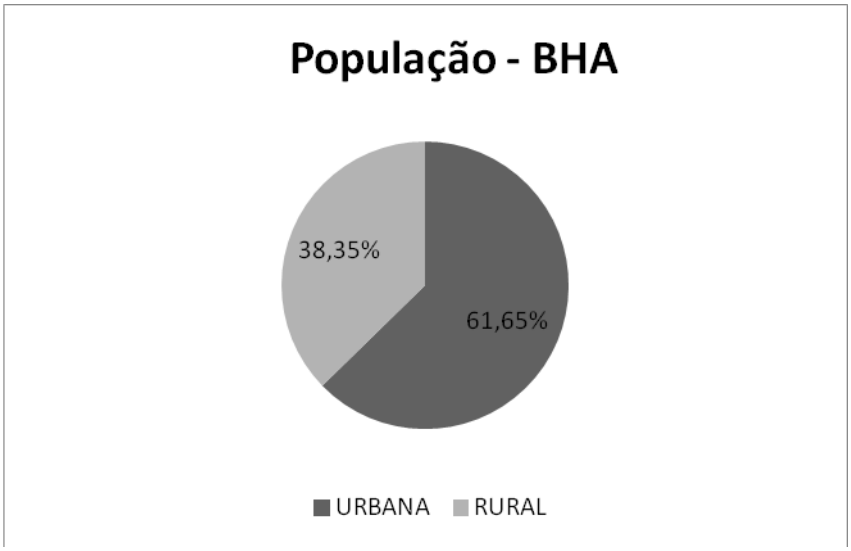
Sobral é o município que possui a maior parte da população residente na zona urbana, trata-se da maior cidade da região. É em Sobral onde se concentram as melhores oportunidades de emprego da região, pois abriga uma vasta área comercial com grandes lojas, restaurantes, supermercados, shoppings, cinema, hospitais, empresas de grande porte, além de indústrias, serviços diversos, dentre outros.

Os municípios de Alcântaras (68%) e Pires Ferreira (67%), são os que apresentaram maiores números de habitantes vivendo na zona rural.

Em relação à distribuição espacial da população dos municípios que compõem a bacia do Acaraú, pode-se afirmar que 61,65% dos habitantes residem em zona urbana e 38,35% na zona rural (figura 12).

Dessa forma, ocorre o predomínio dos moradores na área urbana, fato que pode estar relacionado a alguns fatores de origem socioeconômicos e políticos. São exemplo, os mínimos investimentos político-econômicos que visam oportunizar o crescimento da agricultura familiar, com incremento de técnicas agrícolas, dando suporte ao homem do campo para que este continue vivendo em seu lugar de origem. Além do drama recorrente com o convívio da seca, fato que assola principalmente as populações que dependem da água para subsistir em suas propriedades. Historicamente, estes atores têm sido ignorados pelas autoridades governamentais, que por vezes resolvem a questão com medidas emergências como a distribuição de água em carros pipas, por exemplo.

Figura 12 - População da Bacia do Acaraú



Fonte: IBGE, 2015.

Os cincos municípios mais populosos da bacia do Acaraú são Sobral (188.271), Acaraú (57.542), Santa Quitéria (42.759), Ipu (40.300) e Ipueiras (37.874), perfazem 45% (366.746) da população residente da bacia do Acaraú. Cruz possui apenas 2,8% habitantes de toda a bacia, no entanto, é um município importante, por possuir regular infraestrutura viária e comercial, além de também estar próximo a Sobral.

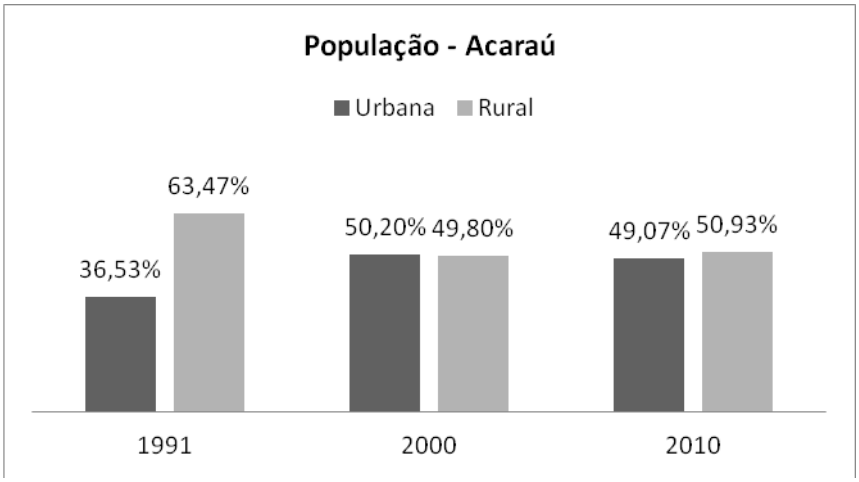
Em relação à distribuição da população de Acaraú, atualmente ocorre o predomínio da população rural (50,93 %) em detrimento da urbana. Entretanto, esta variação é mínima, totalizando 1068 habitantes, diferença ainda menor quando observado em 2000, onde a área urbana apresentava 196 habitantes a mais na zona rural. (Tabela 4).

Tabela 4 - População residente em Acaraú

Discriminação	População residente – Acaraú					
	1991		2000		2010	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
TOTAL	45.505	100,00	48.968	100,00	57.551	100,00
Urbana	16.623	36,53	24.582	50,20	28.242	49,07
Rural	28.882	63,47	24.386	49,80	29.309	50,93
Homens	22.762	50,02	24.675	50,39	29.102	50,57
Mulheres	22.743	49,98	24.293	49,61	28.449	49,43

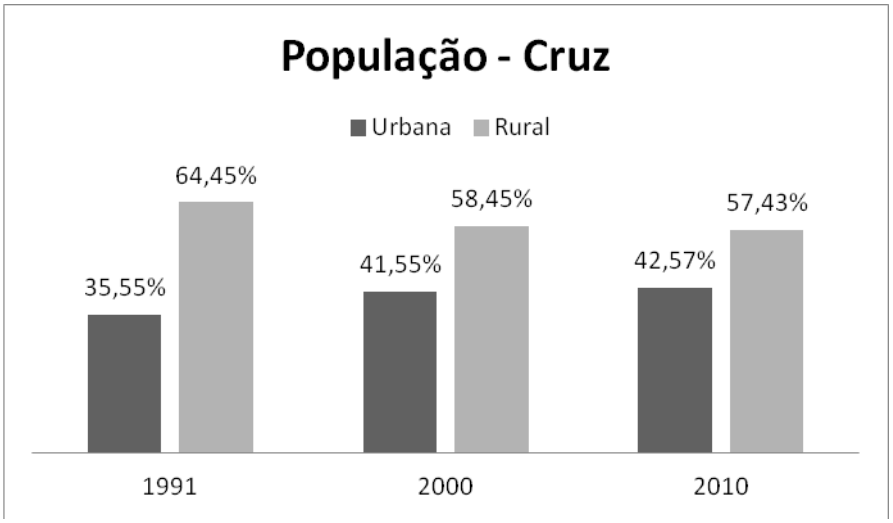
A figura 13 mostra que apenas no ano de 1991, a população rural era expressivamente maior que a zona urbana. Os demais anos apresentam um equilíbrio entre estes setores.

Figura 13 - População Urbana e Rural de Acaraú



O município de Cruz resguarda o predomínio da população rural em relação à urbana, porém deve ser destacado que isto tem se reduzido ao longo dos últimos 20 anos. Atualmente 57,43% da população residem em área rural. (figura 14 e tabela 5).

Figura 14 - População Urbana e Rural de Cruz



Fonte: IPECE, 2015.

Tabela 5 - População residente em Cruz

Discriminação	População residente – Cruz					
	1991		2000		2010	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
TOTAL	20.098	100,00	19.779	100,00	22.479	100,00
Urbana	7.145	35,55	8.218	41,55	9.569	42,57
Rural	12.953	64,45	11.561	58,45	12.910	57,43
Homens	9.885	49,18	9.851	49,81	11.091	49,34
Mulheres	10.213	50,82	9.928	50,19	11.388	50,66

Além dos outros fatores mencionados Acaraú é um dos municípios maia importantes da região, visto que depois de Sobral é o único que ultrapassa 50.000 habitantes, essa marca é expressiva, pois quanto maior o município, maior será a demanda por água, solo, recursos naturais, sistema de saúde, escolas, necessidade da destinação adequada de lixo e esgoto.

4.1.5 Economia

Segundo o plano de gerenciamento das águas da bacia do Acaraú (2010), o Estado do Ceará vem passando por transformações importantes na sua economia ao longo dos últimos anos, especialmente na área industrial, através de uma política de interiorização das atividades produtivas. De modo que a desconcentração da economia da Região Metropolitana de Fortaleza assume contornos essenciais para modificações na estrutura de renda dos demais municípios cearenses. A agricultura irrigada também é outro vetor que aparece como essencial para fortalecer as economias municipais, em detrimento das culturas arcaicas tradicionais.

Os aspectos sociais e econômicos na Bacia do Acaraú, em meio ao crescimento desigual e combinado, acompanham as tendências econômicas

estaduais (Nascimento, 2006). É importante compreender e analisar o contexto socioeconômico, dessa forma, o IDHM (Índice de Desenvolvimento Humano Municipal) busca classificar os municípios atribuindo-lhes valores.

O Índice de Desenvolvimento Humano foi criado em 1990 pela União das Nações Unidas (ONU), seu objetivo é avaliar principalmente três aspectos: escolaridade, longevidade e renda. Desde seu surgimento é considerado o indicador mais completo que existe, pois avalia não apenas o fator econômico, mas também busca integrar outros elementos, visando perceber a qualidade de vida das populações. O IDHM é uma adaptação do IDH, pois é direcionado à análise dos municípios.

Este índice varia de 0 a 1, ou seja, quanto mais próximo de 1, melhor a situação da população do município.

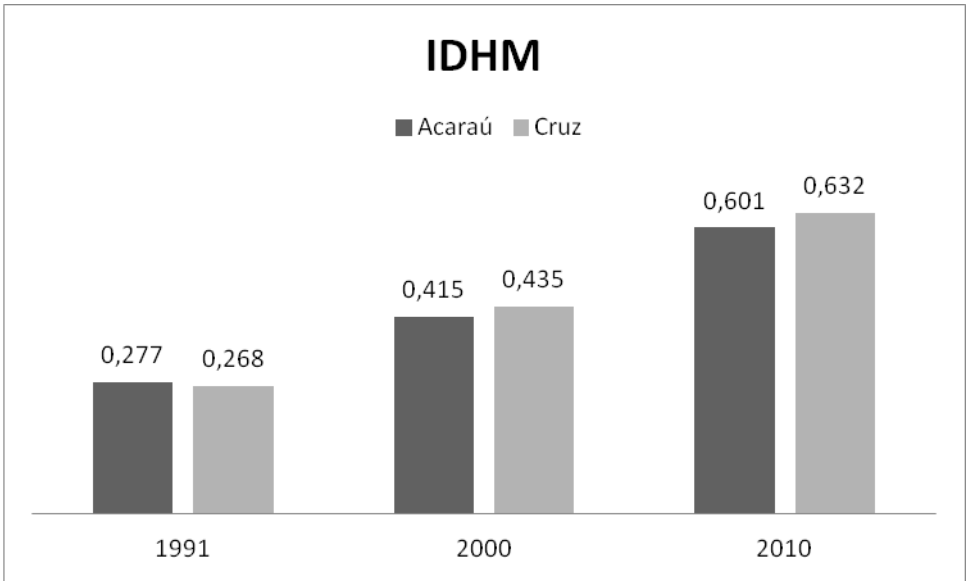
A evolução do IDHM ocorreu de forma positiva, tanto Acaraú, quanto Cruz obtiveram um aumento expressivo na pontuação do IDHM (Figura 15 e tabela 6), destaque para Cruz que subiu 93 posições neste ranking.

Tabela 6 - Variação do IDH em Acaraú e Cruz

Município	1991	Rk	2000	Rk	2010	Rk
Acaraú	0,277	128°	0,415	143°	0,601	130°
Cruz	0,268	141°	0,435	111°	0,632	48°

O crescimento do IDHM ocorreu em ambos os municípios, maior que 130 pontos na primeira década e 180 pontos na segunda década.

Figura 15 - IDH de Acaraú e Cruz



Fonte: IPECE, 2013.

Este crescimento é considerado importante, visto que é reflexo de investimentos dos governos federal, estadual e municipal, com o intuito de melhoria social como um todo. Alguns avanços ocorreram, entanto, há muitas questões socioambientais distantes do ideal, um exemplo é a insuficiência dos serviços de saneamento, sua ausência afeta diretamente a qualidade de vida das populações, tem-se ainda a proliferação de doenças, o aumento de entradas em hospitais, a ausência da criança na escola ou do adulto no trabalho.

4.1.6 Agropecuária

A importância da agropecuária para a região ultrapassa a questão econômica uma vez que possui valorosa tradição cultural pautada na agricultura de subsistência e na criação, principalmente ovina. Entretanto, é notória a produção agrícola proveniente do perímetro irrigado baixo Acaraú, bem como sua parcela de contribuição para a economia local e do estado.

Dentre as frutas de cultura permanente produzidas na região, o coco é o que possui maior produção, somando 10.443 toneladas da fruta, seguido pela banana (6.083 toneladas) e o mamão (3.650 toneladas). (tabela 7).

Tabela 7 - Culturas permanentes na Bacia

	Cultura permanente							
	Banana	Castanha de caju	Coco	Goiaba*	Laranja e limão*	Mamão*	Manga	Maracujá*
Área km2	383	23.512	5.332	42	26	73	73	45
Produção (ton)	6.083	995	10.443	638	312	3.650	636	1.013
Rendimento médio (Kg/ha)	21.492	85	3.310	15.190	24.000	50.000	15.510	22.511

Fonte: IBGE (2013) * Cultura presentes apenas em Acaraú

Em relação ao cultivo temporário, merece destaque a produção de mandioca (3.439 toneladas) e melancia (2.046 toneladas). O abacaxi deve ser destacado por sua grande produtividade 26.000 kg/ha. (tabela 8),

Tabela 8 - Culturas temporárias

	Cultura temporária					
	Abacaxi*	Batata doce	Feijão	Mandioca	Melancia*	Milho
Área	27	150	4307	503	93	3.900
Produção (ton)	702	551	821	3439	2.046	538
Rendimento médio (Kg/ha)	26.000	7322	382	13539	22.000	284

Fonte: IBGE (2013) * Cultura presentes apenas em Acaraú

Existem quatro perímetros irrigados na bacia que trabalham com a produção de frutas. De acordo com Freitas (2005) o perímetro mais desenvolvido é o Baixo Acaraú.

Apesar da atividade pecuarista não ser grande na região, ela tem sua parcela de contribuição na economia que marca acima dos 11% (Graf PIB). A tabela 9/figura 16 demonstra em números os tipos de rebanhos existentes no local.

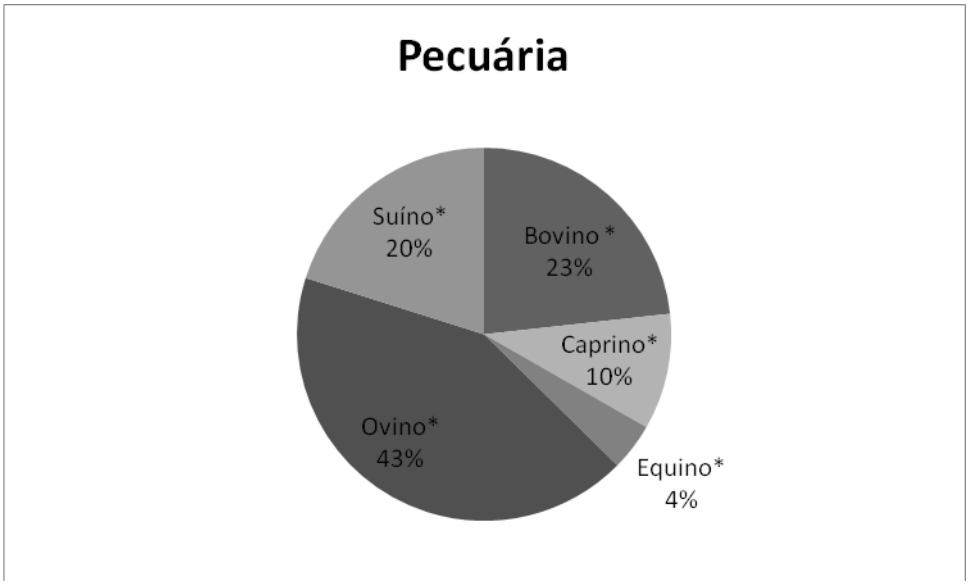
Tabela 9 - Rebanhos locais

	Camarão (Kg)	Bovino *	Caprino*	Eqüino*	Galináceo*	Ovino*	Suíno*
Acaraú	4.552.000	7.520	2.952	1.262	126.688	10.735	3.886
Cruz		3.438	1.772	671	52.861	9.310	5.602

Fonte: IBGE (2013) * Número de cabeças

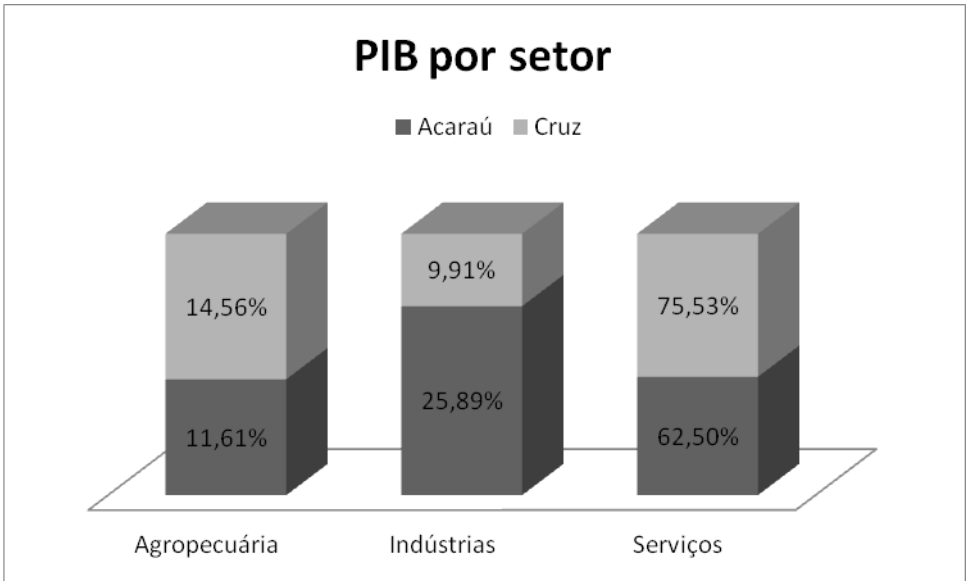
O rebanho que possui a maior quantidade é o ovino (43%), seguido pelo bovino (23%) e suíno (20%). Isso confirma além da preferência alimentar, a adaptação da criação ovina na região nordestina, a facilidade do manejo e cuidados com esse tipo de animal.

Figura 16 - Distribuição percentual da pecuária



O município de Acaraú possui o setor de serviços como principal dinamizador econômico (62,50%), seguido da indústria (25,89%) e agropecuária (11,61%). Em Cruz também se observa o papel principal para o setor terciário (75,53%), mas uma característica deste município é a maior participação do setor primário (14,56%) do que o industrial (9,91%), Figura 17. Este fato é correlacionado com a população residente, pois há o predomínio do rural, justificando portanto, a maior realização de atividades neste setor.

Figura 17 - Setores da economia nos municípios do baixo curso de Cruz e Acaraú.



Fonte: IPECE, 2014

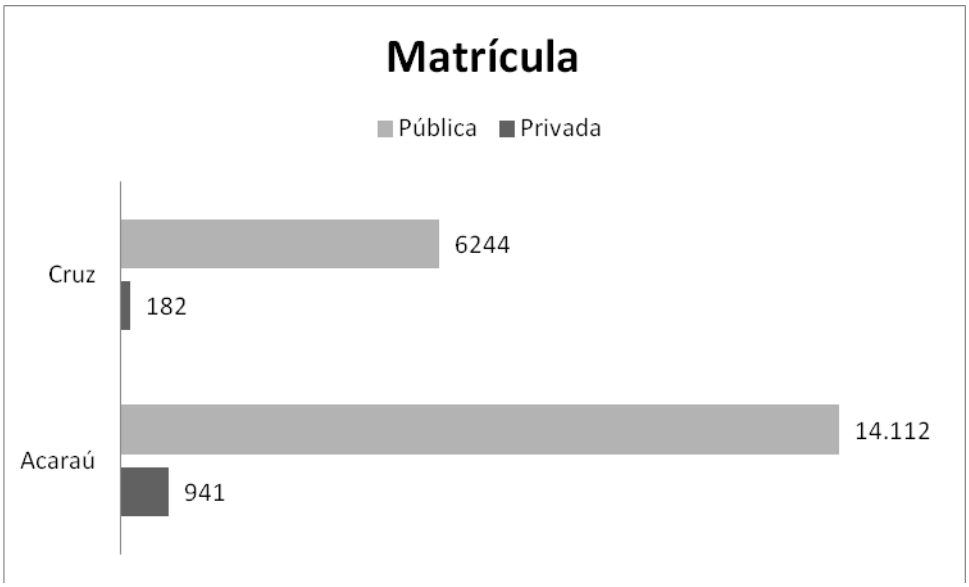
4.1.7 Educação

A educação desempenha um papel fundamental para o crescimento de uma região, pois este fator influencia diretamente nos setores da economia. A maior qualificação da população está diretamente associada à mão de obra qualificada, que estará à disposição de uma indústria e/ou comércio, dinamizando assim a economia local. Os setores da economia funcionam como uma “cadeia”, onde todos os integrantes se relacionam e interagem.

O município de Acaraú apresentou no ano de 2012 um total de 15.053 alunos matriculados nas redes de ensino público e privados. É evidente o predomínio da rede pública de ensino neste município, com cerca de 93% das matrículas realizadas neste ano.

Em Cruz observa-se um total de 6.426 alunos distribuídos na rede pública e particular de ensino, apresenta-se de forma similar a Acaraú com maior parte, ou seja, 97% das matrículas feitas na rede pública. (Figura 18).

Figura 18 - Distribuição de matrículas escolares nos municípios de Acaraú e Cruz



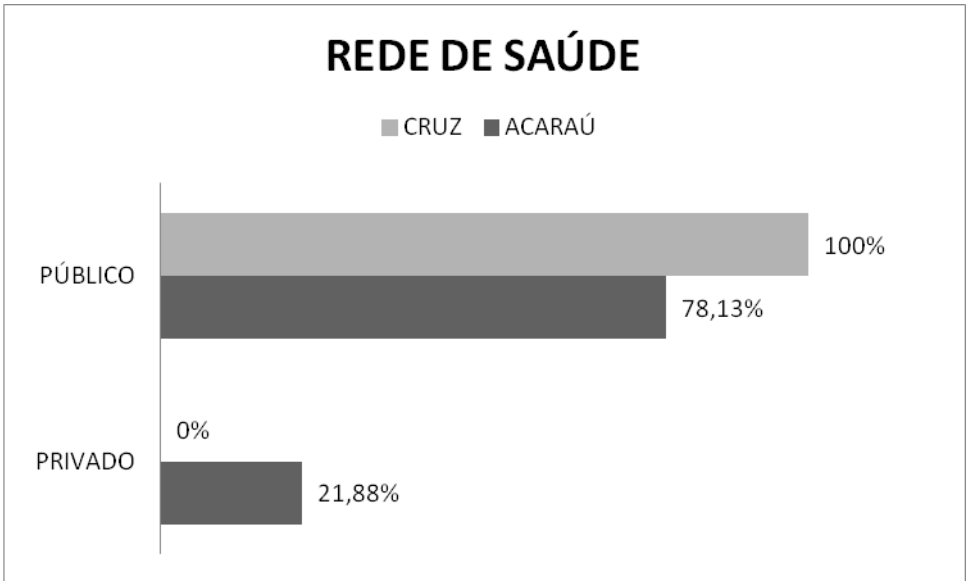
Fonte: IBGE, 2012.

É notória a necessidade de melhoria da qualidade de ensino e infraestrutura para estes estudantes. Diante da grande demanda, a responsabilidade do estado na formação é imensa, haja vista, que a grande maioria tem na educação pública sua única opção de estudo.

4.1.8 Saúde

Segundo o IPECE (2014) na bacia do Acaraú todos os municípios estão associados ao Sistema Único de Saúde – SUS. Em Acaraú mais de 73% das unidades da rede de saúde é pública, totalizando 25 unidades de saúde pública e 07 particulares. Cruz tem 100% da rede de saúde sobre a responsabilidade do estado. (figura 19).

Figura 19 - Distribuição da rede de saúde nos municípios de Acaraú e Cruz



Fonte: IPECE, 2014.

4.2 COMPARTIMENTAÇÃO GEOAMBIENTAL

4.2.1 Planície Litorânea

A planície litorânea esta representada pela faixa de praia e campos dunas frontais e móveis. Não foram encontradas no mapeamento campos de dunas fixas e paleodunas. A faixa praial e os campos de dunas ocupam uma área de pouco mais de 3km^2, correspondendo a 2% da área. (figura 20). Estes ambientes sofrem a atuação de processos dinâmicos e erosivos ativos que contribuem sobremaneira no processo da morfodinâmica praial.

Verificou-se também, em função da dinâmica local, um grande aporte de sedimentos, inclusive formando dunas frontais ativas a partir da faixa praial em Aranau. A faixa de praia apresenta zona intertidal que variam de 0,50 a 2 km. Os sedimentos são compostos por areias siliciclásticas, com presença de cascalhos biogênicos esparsos e declividade baixa. Na praia de Arpoeiras, as barracas de praias são inundadas nas marés de sizígia e equinociais. São praias cuja morfodinâmica é controlada pelas marés e os processos erosivos restritos ao estirâncio superior decorrente do alcance das ondas na fase de preamar. A praia de Coroa Grande é fortemente controlada pela dinâmica do estuário e pela mobilidade dos bancos de areias submersos.

No setor a oeste de Arpueiras são predominantes as formações costeiras de cordões arenosos desenvolvidos nas desembocaduras de canais estuarinos, criando condições de ambientes estuarinos lagunares.

A instabilidade da faixa praial é percebida nitidamente em vários setores da área, porem no distrito de Aranaú onde se verificou que a praia era ocupada por diversas barracas e possuía um largo estirâncio que foi erodido expondo lentes de matéria orgânica e argila que possivelmente, constituíam ambientes de um paleomangue.

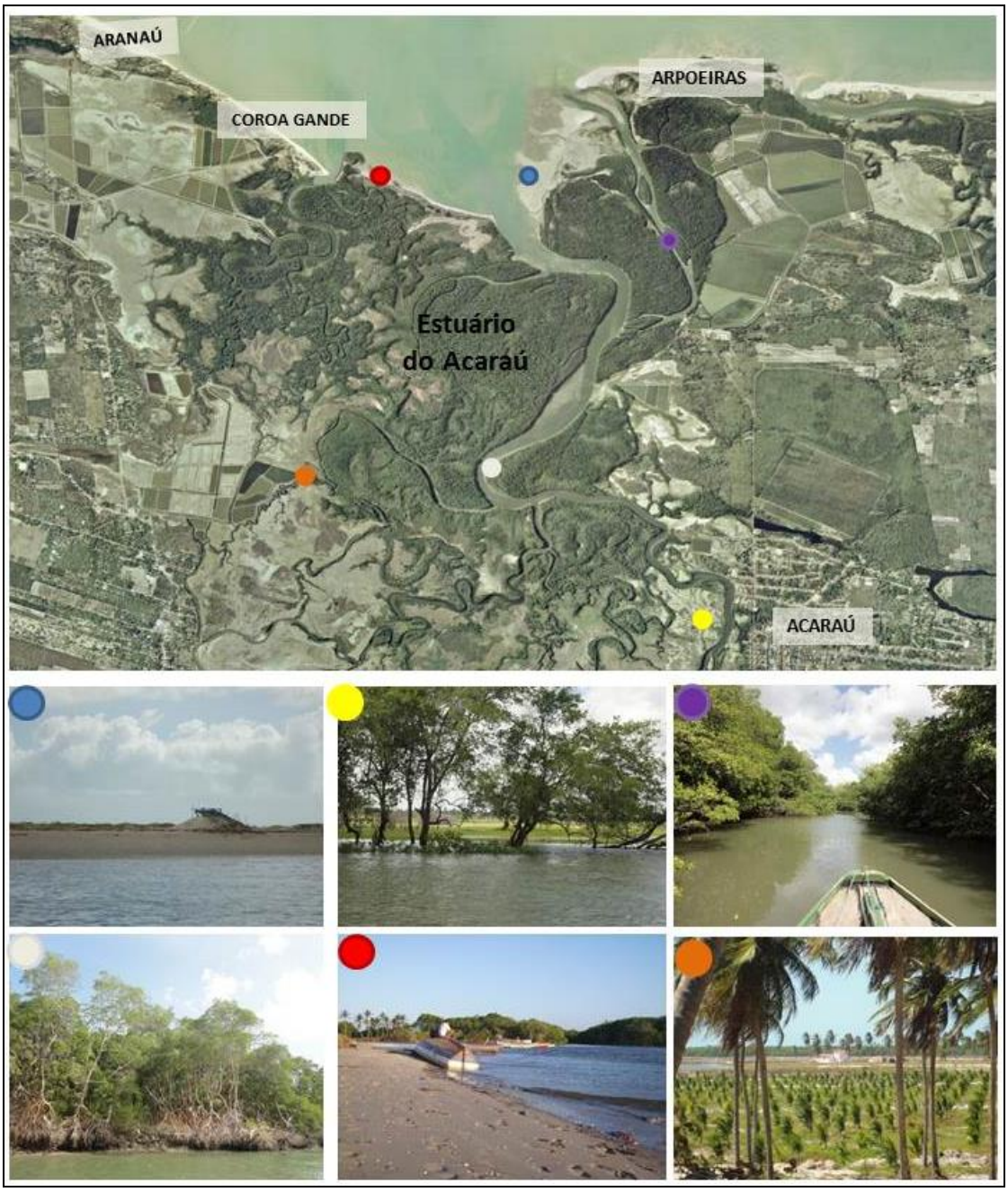
Figura 20-(a) Faixa de praia plana com ocupações na zona de influência das marés em Arpueiras; (b) Dunas frontais vegetadas bordejando a faixa de praia dos cordões arenosos na margem direita do estuário do Acaraú

4.2.2 Planície Flúvio-marinha

Na planície flúvio-marinha observou-se um padrão meandrante e em alguns trechos, anastomótico, com presença de bancos de areia e de margens de erosão e deposição de sedimentos bem definidas. No caso do canal principal do rio, verifica-se uma intensa contribuição de sedimentos de origem marinha associada a erosão das margens, o que se sugere como fatores responsáveis pelo grande assoreamento atual da desembocadura como pode ser observado no período entre os anos de 1985 e 2014 (Figura

21). Os canais estuarinos secundários são conservados e com margens e vegetações intactos. O manguezal de maior porte está localizado próximo a foz, no sistema insular central. No município de Cruz próxima a região estuarina foram verificados plantios de cocos em solos arenosos e planos adjacentes ao canal estuarino. As praias estuarinas são predominantemente arenosas.

Figura 21. Paisagens associadas ao estuário do rio Acaraú-CE.



Fonte: Acervo do autor, 2015

4.2.3 Planície Fluvial

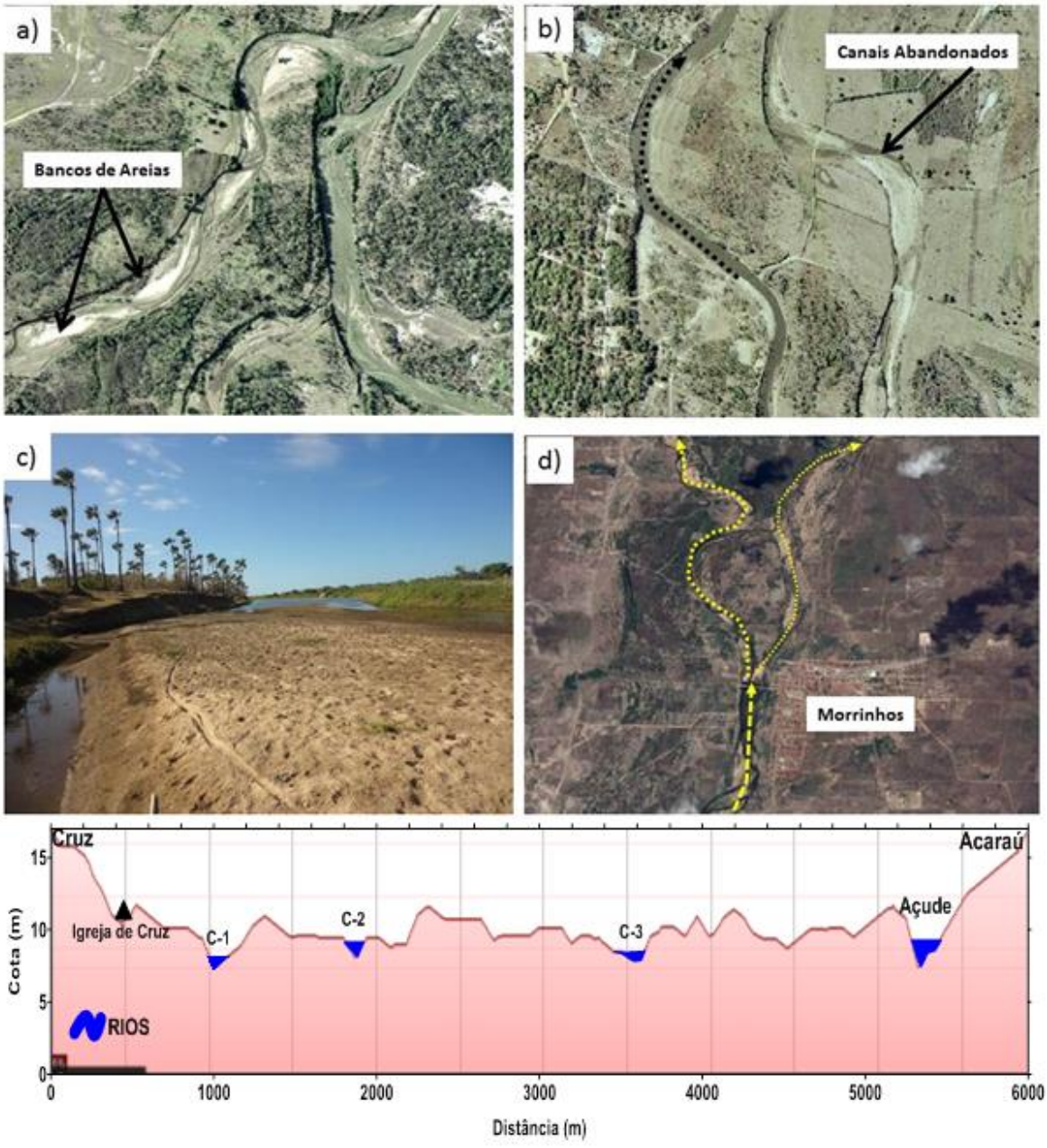
Uma das mais importantes unidades ambientais da região em estudo é a planície fluvial. Este ambiente merece destaque devido ao uso dos recursos naturais como o armazenamento de águas superficiais e

subterrâneas. Neste setor ocorrem trechos com solos profundos e de boa fertilidade, muito importantes para agricultura de subsistência. Diante de suas potencialidades os usos são diversificados, e vão desde a utilização para culturas de subsistência até instalações comerciais. Estes usos representam o modelo de ocupação utilizado nessa planície.

Nas imediações da cidade de Cruz o leito maior do rio alcança 5.33 km de largura. A partir da cidade de Morrinhos, localizada a 50 km da foz do Rio Acaraú bifurca formando um leito maior com dois sistemas de drenagens. A morfologia dos canais é do tipo anastomosada e meadrante com a formação de bancos de areias no leito (Figura 22). Algumas dessas feições evoluem para ilhas vegetadas indicando a redução dos processos morfogenéticos e predominância dos processos pedogenéticos. Isso é decorrente da diminuição da competência fluvial, principalmente as relacionadas aos períodos de estio prolongados. É comum a existência de leitos abandonados.

O leito e margens predominantemente arenosas favorecem a mobilidade lateral de canais em decorrência da má distribuição das chuvas no tempo e no espaço. Foram verificados sulcos e marcas de erosão das margens, nas áreas sem vegetação e nas áreas com carnaubais preservados.

Figura 22. Planície fluvial do rio Acaraú. (a) Bancos de areias e ilhas fluviais no canal fluvial adjacente a cidade de Cruz. (b) Canais abandonados no leito maior do rio Acaraú adjacente a cidade de Acaraú. (c) Assoreamento do canal fluvial no limite da zona estuarina com a fluvial. (d) Bifurcação do canal fluvial do rio Acaraú a partir da cidade de Morrinhos em diração a foz. (e)Leito maior do canal fluvail entre as cidades de Cruz e Acaraú mostrando a sequência de canais abandonados e com vazão hídrica.



4.2.4 Tabuleiros Pré-Litorâneos

Geologicamente os tabuleiros pré-litorâneos são formados a partir de sedimentos tércio-quaternários de matriz areno-argilosa. A Formação Barreiras ocorre em toda a extensão do litoral cearense com uma largura variável em relação ao continente, estreitando-se e alargando-se. Em alguns setores da costa cearense esta Formação tem se pronunciando até a faixa praial e mesmo em alguns locais da plataforma continental interna rasa.

Nos tabuleiros originam-se solos com boas condições físicas e químicas, amplamente utilizados na agricultura de subsistência e em alguns casos para o cultivo agroindustrial de coco e caju, justificados também pela boa disponibilidades de água subterrânea e condições climáticas favoráveis.

Na região do estuário do Acaraú os tabuleiros costeiros ocupam uma área de aproximadamente 92km^2 , ou seja, 51% de toda a área estudada. (Figura 23). As porções terminais dos tabuleiros em transição com as planícies fluviais possuem alturas variáveis, pois acompanham o caimento do restante dos tabuleiros em direção à costa.

Figura 23 - Exposição da Formação Barreiras

Neste ambiente são plurais as formas de uso que vão desde o uso para passagem de estradas até a expansão urbana, a agricultura e a pecuária. O quadro 4, resume todos os sistemas ambientais encontrados na área de estudo.

Quadro 4 - Sistemas ambientais

SISTEMAS AMBIENTAIS	ÁREA (km²)	%
Bancos de Areia	10,04	5,00
Faixa de Praia /Campo de Dunas	3,44	2,00
Planície Flúvio-Marinha	44,98	25,00
Tabuleiro Pré-Litorâneo	92,37	51,00
Planície Fluvial	30,03	17,00

4.3 USO E OCUPAÇÃO DA TERRA

4.3.1 Evolução espaço-temporal dos usos da terra no estuário do acaraú.

A história de ocupação da região do estuário do rio Acaraú começou antes da chegada dos portugueses à região, no século XVI,com a ocupação dos índios Tremebés. (Borges, 2006). Os portugueses usaram essa região como base de apoio base de apoio para confrontos militares com os franceses, que ocupavam o Maranhão. O início do povoamento e a implementação econômica às margens do Rio Acaraú pelos portugueses aconteceu com a chegada de fugitivos das guerras com os holandeses oriundos de Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte no século XVII; através das entradas dos Sertões de Fora; com a instalação da pecuária e a produção do charque na capitania do Ceará, no século XVIII. Os primeiros usos da terra estão associados a pesca, lavoura e a criação de animais.

O primitivo núcleo da Barra do Acaracu serviu de ancoradouro a pequenas embarcações e, depois, passou a chamar-se Porto dos Barcos de Acaracu. É o marco inicial do que, mais tarde, viria a ser a cidade de Acaraú. No século XVIII, em 22 de setembro de 1799, o povoado foi elevado à categoria de distrito de Acaracu da vila de Sobral. Já sua elevação à categoria de vila do Acaracu, com o distrito já desmembrado da jurisdição de Sobral, ocorreu segundo Lei 480, de 31 de julho de 1849, tendo sido instalada a 5 de fevereiro de 1851. A fundação do município de Acaraú data de 31 de julho de 1849. O título de município, já com a denominação atual de Acaraú, ocorreu segundo Lei 2 019, de 19 de setembro de 1882.

Aproximadamente um século após, na década de 1985 a pressão sobre os ambientes naturais que compõe a região estuarina do rio Acaraú – CE, já começa a surgir. Inicialmente com as atividades relacionadas a pesca da lagosta e o fluxo de embarcações que faziam porto em Acaraú, posteriormente com expansão urbana, desmatamento da vegetação de mangue e introdução da carcinicultura, que ocorre somente em meados dos anos 1990.

A figura 24, que mostra a região em 1985, são identificadas dentre as formas de ocupação principal, os agroecossistemas, que ocorrem nas áreas correspondentes aos tabuleiros costeiros pré-litorâneos.

Durantes os trabalhos de campo foram realizadas algumas entrevistas com moradores mais antigos dessas áreas, quando foi possível comprovar que nestas áreas predominavam até então culturas de subsistência destacando-se a cultura do coco, a do caju e a mandioca. Contudo, na região também se destaca a elevada produção de outras frutas com a banana e o mamão, que são cultivadas no perímetro irrigado do baixo Acaraú. Surgem nesse período reservatórios de pequeno porte que compõem a drenagem na área do estuário.

O sistema viário constituía-se da estrada de rodagem que ligava a sede do município aos principais distritos e a Fortaleza, capital do estado. A

área urbana era menor que a atual, mas dispunha de arruamentos bem definidos e ocupação bem caracterizada, que já exercia pressão sobre a planície fluviomarinha do rio.

Considerando a classificação das imagens multitemporais dos anos de 1985, 2001 e 2014 foram estabelecidas cinco classes principais para compreender a evolução desse ambiente. As classes correspondem as áreas de mangue, os tanques de carcinicultura, os agroecossitemas que abrigam as atividades de agricultura irrigada e de subsistência, além dos corpos hídricos e das feições de dunas e faixa praial.

No intervalo de 29 anos que corresponde ao período analisado, podem ser observadas significativas alterações nesse ambiente:

As áreas correspondentes as manguezal tiveram uma visível redução Em 1985 a vegetação de mangue era equivalente a 87,85 km^2, e o estuário ainda não apresentava grandes alterações do ponto de vista de impactos ambientais, ou seja, degradação sobre este ecossistema.

Contudo na classificação da imagem de 2001, observa-se que a vegetação de mangue já sofreu uma severa redução, e área correspondente a este ambiente é somente de pouco mais de 20 km^2, o que equivale somente a 24,13 % da cobertura originalmente observada em 1985, ou seja, 16 anos antes. Neste período a redução da área de mangue foi de 75,86% em relação a área que esse sistema ocupava em 1985. (figura 25).

No ano de 2014, com relação a cobertura de mangue, pode se verificar que não houve uma recuperação desse ecossistema, pelo menos no que se refere a área, mas sim um situação contrária que apresenta uma redução ainda maior. Nesta classificação de 2014, esse ambiente apresenta uma área no sistema estuarino do rio Acaraú de apenas 16,09 km^2, ou seja, essa cobertura atual correspondente a 18,31% da área que ocupava aproximadamente 30 anos atrás. (figura 26).

Figura 24 - Uso da terra

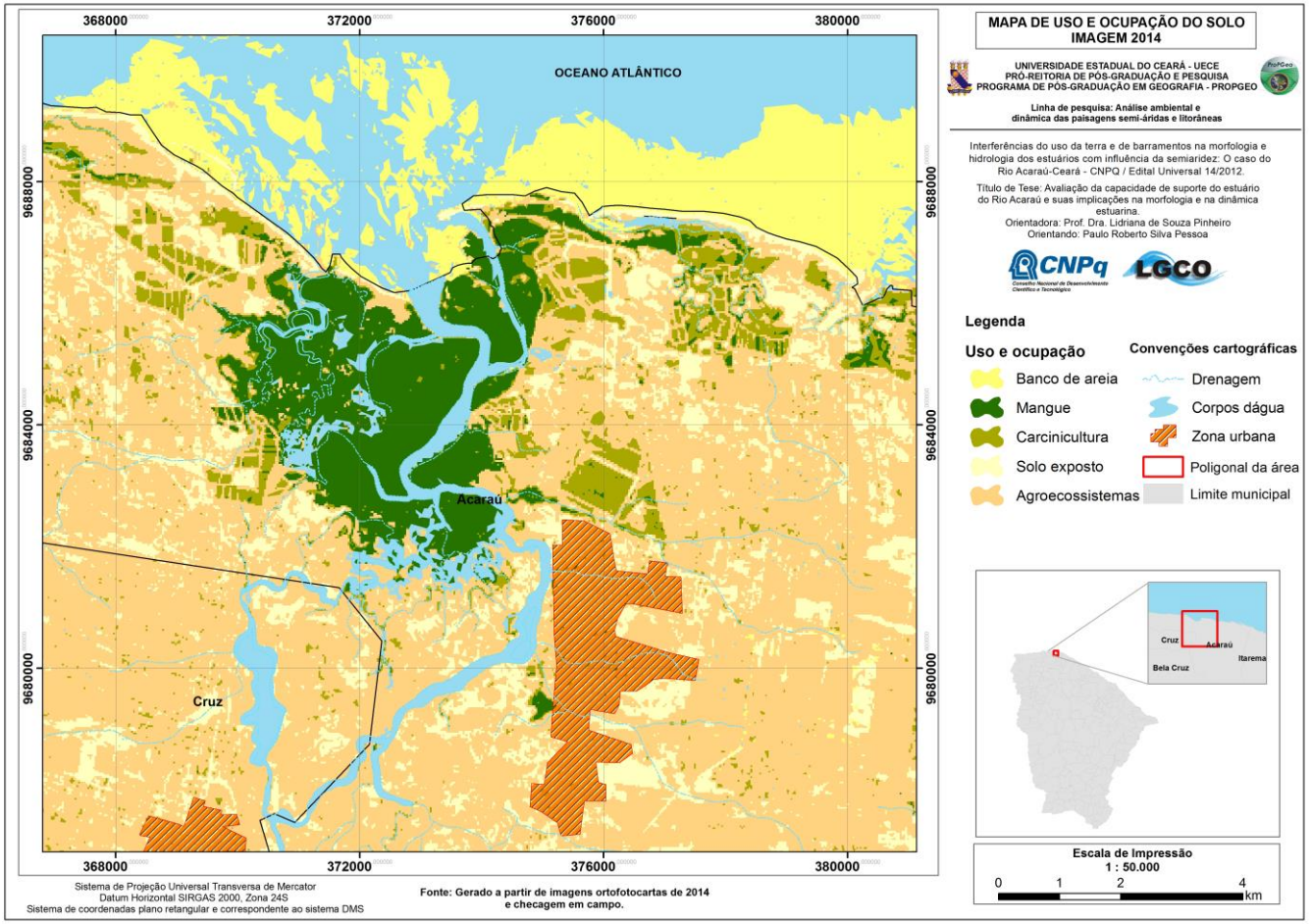


Figura 25 - Classificação da área em 1985

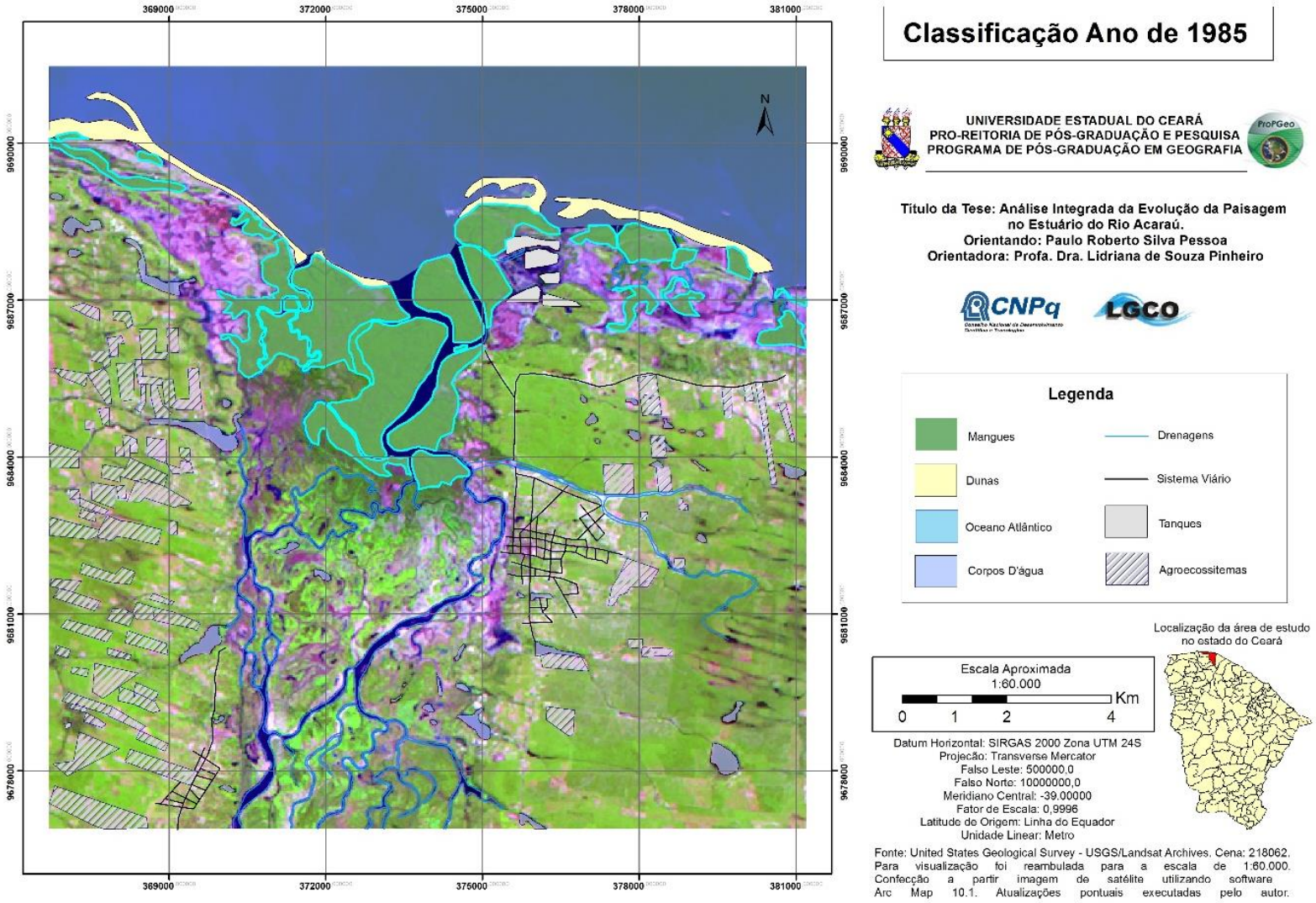


Figura 26 - Classificação da área em 2001.

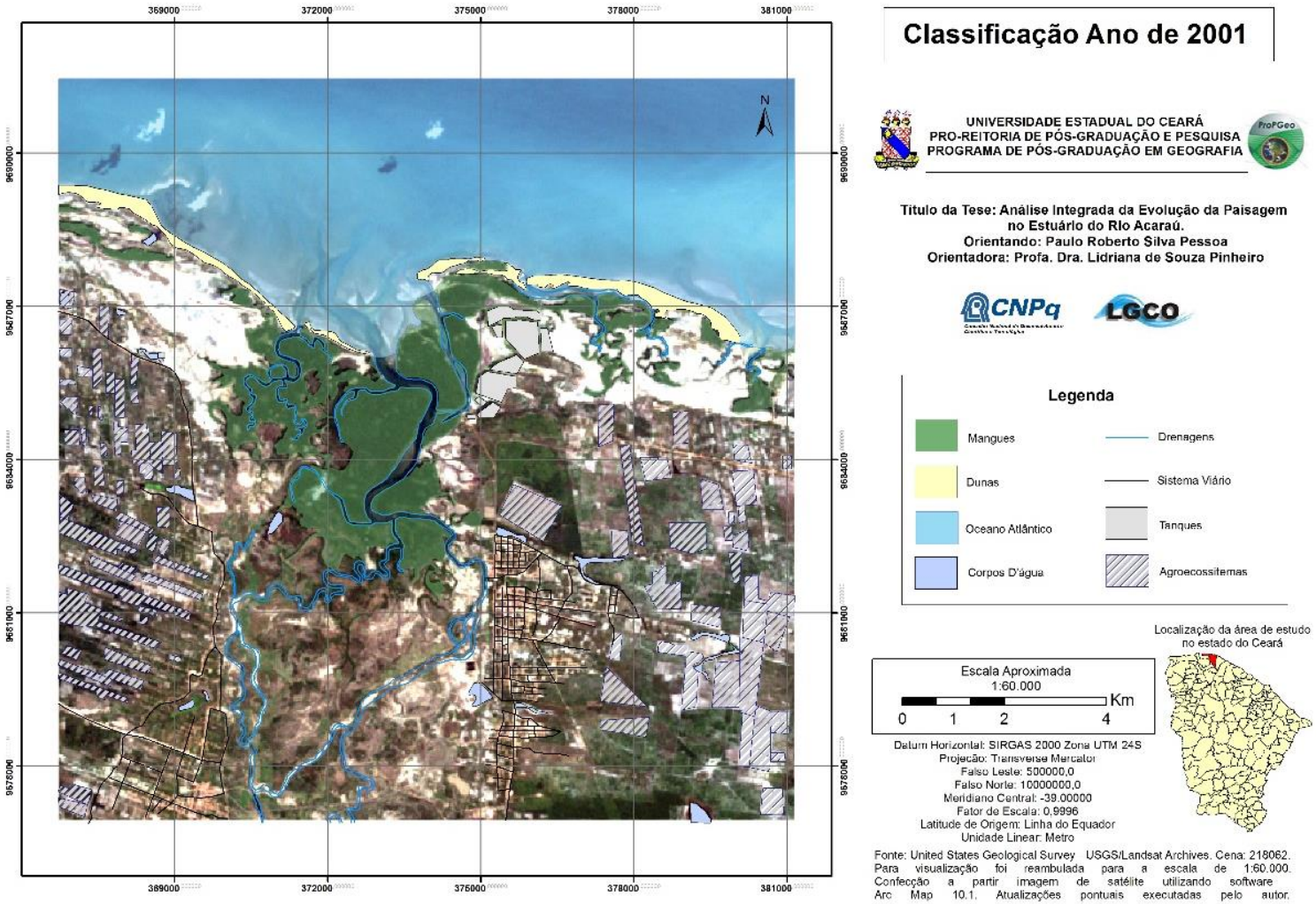
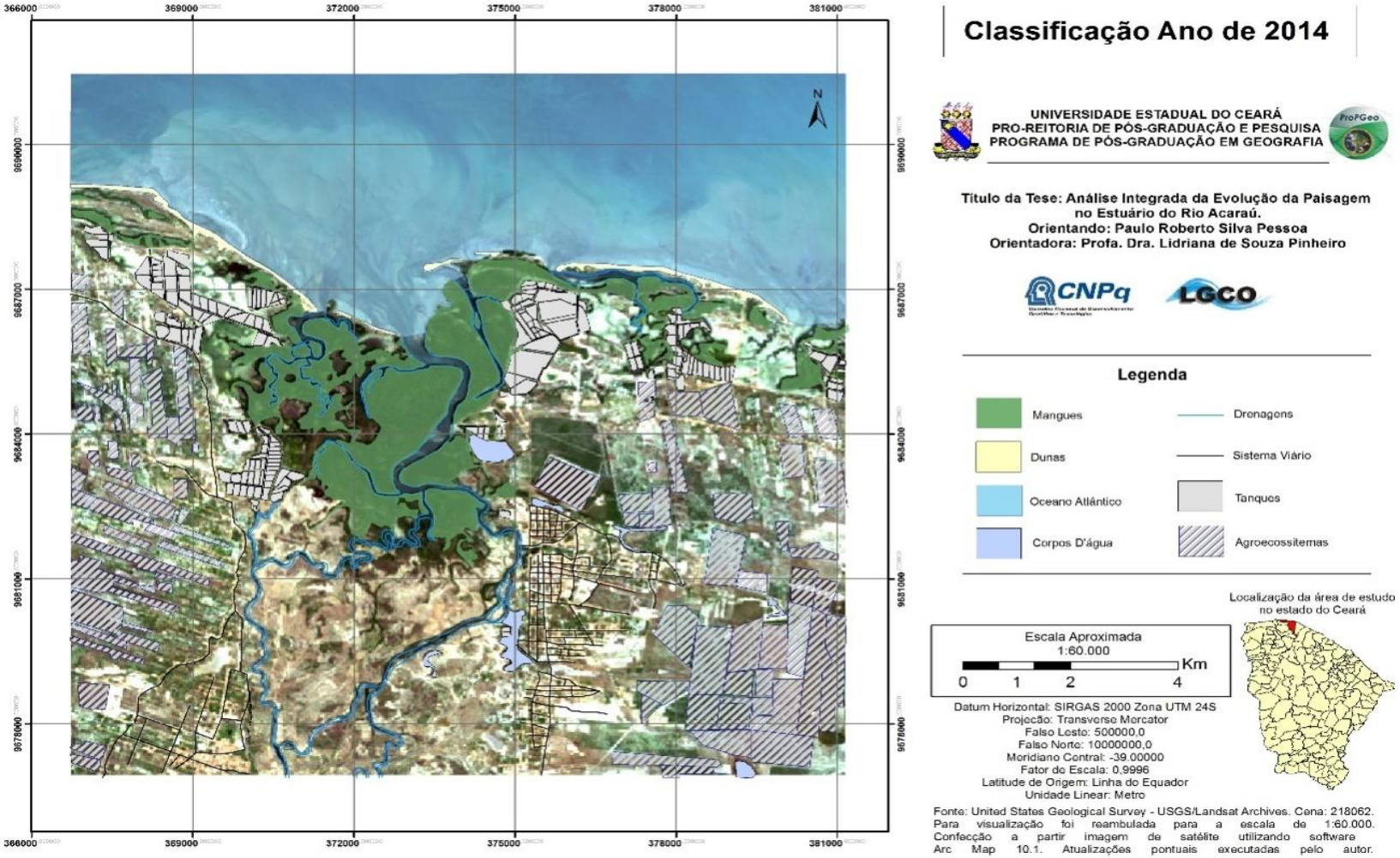


Figura 27 - Classificação da área em 2014.



Vários fatores podem ter contribuído para a redução espacial do manguezal. No intervalo observado pode ser comprovado que houve expansão urbana, a cidade avançou sobre alguns setores do mangue, que inclusive encontra-se urbanizado, com a presença de passarelas e quiosques, utilizados como equipamentos urbanos de lazer na cidade de Acaraú. (Figura 27).

Figura 28 - Estuário do Rio Acaraú na área urbana

Outro fator que pode ser elencado para justificar essa redução é o desmatamento para a retirada de madeira, que é muito comum na região e que foi confirmado por pescadores e moradores locais como uma prática que tem se perpetuado ao longo dos anos.

A expansão da carcinicultura e dos agroecossistemas, assim como as alterações hidroclimáticas ocorridas nos últimos 40 anos certamente também influenciaram neste processo. O quadro 5 resume as variações espaçotemporais da cobertura de terra nos últimos 30 anos.

No entanto, das quatro espécies vegetais predominantes no estuário, como Rhizophora mangle, Conocarpus erectus, Laguncularia racemosa e Avicennia schaueriana, não foi possível determinar qual a espécie mais ameçada pelas práticas de degradação.

Quadro 5 - Classificação das áreas

Cobertura da terra	Ano 1985 (Área em Km²)	Ano 2001 (Área em Km²)	Ano 2014 (Área em Km²)
Mangue	87,85	21,20 Km²	16,09 Km²
Tanques de Carcinicultura	0,7	1,3 Km²	13,25 Km²
Agroecossistemas	10,56	13,52 Km²	22,46 Km²
Corpos dagua/Drenagem	2,23	0,88 Km²	1,04 Km²
Dunas	2,82	2,45 Km²	1,24 Km²

Chama a atenção a franca expansão da criação de camarão em cativeiro que no intervalo temporal de 30 anos aproximadamente passou a ocupar uma área significativa que atualmente compreende pouco mais de 13,25 Km². Essa atividade ganhou força sobretudo na década de 1990 não só no município de Acaraú, mas em todo litoral cearense e do Nordeste, como confirma o relatório do IBAMA/MMA, 2005.

> O Brasil pode ser considerado como uma frente recente de expansão da carcinicultura comercial. Ainda que a atividade tenha dado seus primeiros passos no Brasil no início da década de 1970 no Rio Grande do Norte, somente após o desenvolvimento do pacote tecnológico do camarão do Pacífico (*Litopenaeus vannamei*) entre 1996/1997, É que um crescimento mais intenso ocorreu, principalmente no final da década passada e início desta.
>
> Este crescimento continua vigoroso, e se deu em muitos aspectos, nos moldes do que já havia ocorrido nos países do sudeste asiático, sem ordenamento adequado, sem regulamentação, com

> forte incentivo governamental e geração de impactos ambientais e sociais graves.

O Ministério da Agricultura, Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca (2004), relata que no Brasil essa atividade passou por três etapas. A primeira etapa, na década de 1970 quando foram iniciados os primeiros cultivos, sem sucesso, em virtude da inviabilidade econômica e da dificuldade de adaptação das espécies utilizadas até então.

A segunda etapa inicia-se no começo dos anos 1990 com a introdução e domínico do manejo do Litopenaeus vannamei, espécie que mostrou-se economicamente viável. Após o domínio da tecnologia necessária para o cultivo desta espécie ocorreu a expansão da carcinicultura no nordeste brasileiro e no Ceará na terceira etapa que também teve como elementos favoráveis a aceitação e o preço do camarão principalmente no mercado externo.

As áreas ocupadas por esta atividade abrigava antigas salinas, mas também áreas mais nobres como os estuários e regiões próximas, como se pode comprovar na análise multitemporal das imagens utilizadas neste trabalho. No crescimento desta atividade encontrou uma situação de estabilização ou redução do ritmo de expansão a partir de 2010, em virtude da legislação, mas também como consequência da redução das exportações e do comportamento do mercado internacional e flutuações do dólar.

No munícipio de Acaraú de 2001 a 2014, ou seja, em 13 anos o aumento da área produtora desta atividade foi da ordem de mais 700%. Ocorreu a implantação de novas fazendas de criação de camarão e também a consolidação das técnicas e tecnologias para a reprodução e manejo o que fez do município um dos mais importantes polos da carcinicultura no nordeste e no Brasil. Atualmente só o município de Acaraú conta com aproximadamente 35 empreendimentos licenciados para operação.

Contudo os impactos sociais e ambientais dessa atividade também se notabilizaram no ambiente como o desmatamento do mangue, aterro de

áreas de mangue, ocupação de áreas de APP, alterações na dinâmica das espécies animais que habitam o estuário, modificação na morfologia dos canais e da topografia, descarte de efluentes ricos em produtos e compostos químicos diversos além dos conflitos sociais ocasionados pela posse e o uso de terras e por questões trabalhistas entre outros.

Os agroecossistemas presentes na região que representam as culturas de subsistência, as culturas irrigadas e as outras atividades produtivas deste setor, também demonstraram um aumento na sua área quando a comparação é feita em relação aos anos de 1985 a 2014. Este setor teve um aumento na sua área de mais de 12 vezes, ocupando atualmente uma área aproximada de 22,46 Km² na porção circunvizinha ao estuário do rio Acaraú.

Quando se faz uma relação deste setor com outros indicadores como população por exemplo percebe-se que no município de Acaraú segundo o IBGE, há um equilíbrio percentual entre a população urbana e a população rural desde a década de 2000 e que permaneceu até 2010. Este fato reflete de forma notória no PIB do município que tem 62,5% de receita ligada ao setor de serviços que é uma atividade eminentemente urbana. O setor agropecuário por exemplo, responde com 25,89% do PIB municipal.

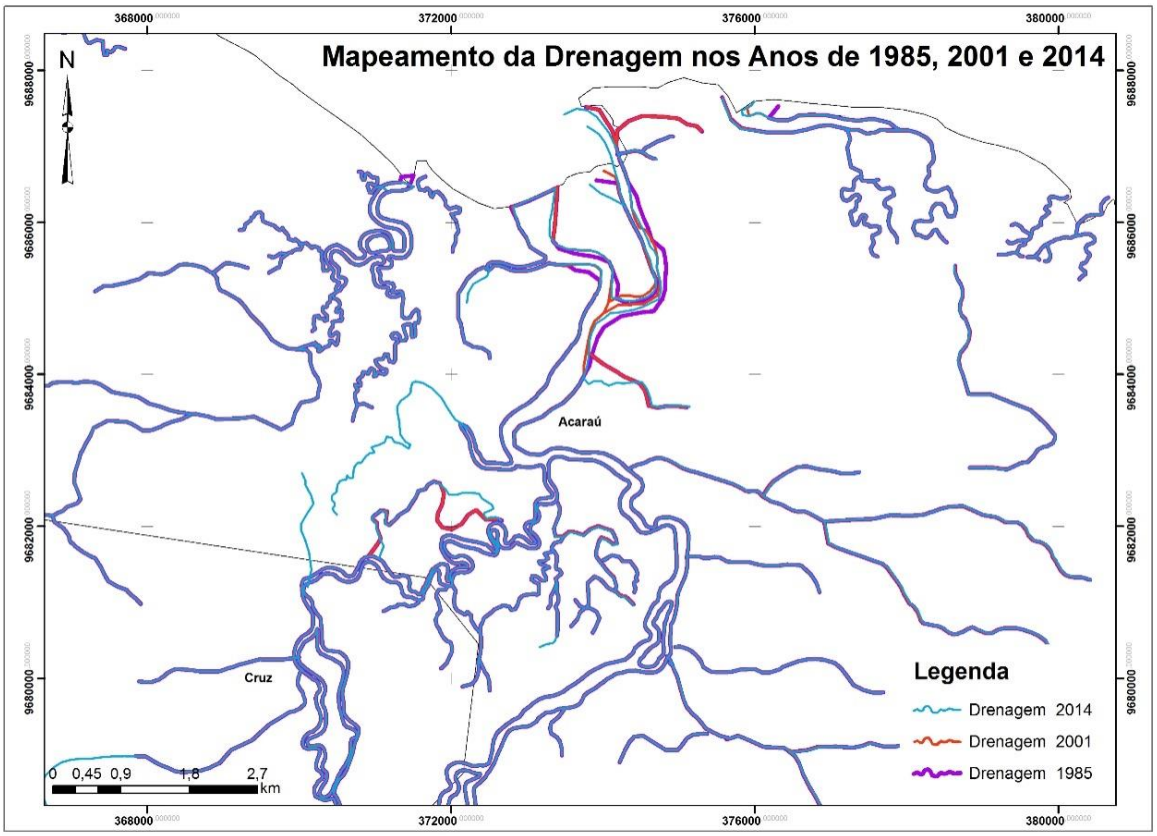
Os corpos hídricos que representam a drenagem local, também demonstram oscilações. Da área inicialmente observada em 1985 percebe-se que houve uma redução quase 50% da área. Este fato pode estar relacionado ao comportamento da distribuição da precipitação na região. Na figura 28 foi feita uma superposição da drenagem considerando os anos de 1985, 2001 e 2014, onde pode ser observado que não ocorreram mudanças significativas na morfologia da drenagem principal, exceto numa área distante aproximadamente 2,6km da foz do rio, na margem direita do rio.

Nesta área há um dos maiores empreendimentos de carcinicultura da região que pode ter influenciado neste processo já que foram realizadas aberturas de canais para captação de água. Outro fator que pode justificar

essas alterações é a dinâmica sedimentar associada a foz do rio a e própria variação climática com a redução de chuvas nas ultimas décadas na região.

Da mesma forma observa-se que variação que ocorreu nas áreas correspondentes aos complexos de dunas e faixa praial, pode está associada as variações climáticas e a dinâmica sedimentar na região que é intensa.

Figura 29. Evolução da drenagem entre os anos de 1985 a 2014.



4.4 CARACTERIZAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

A região estuarina do rio Acaraú é marcada por diversas atividades relacionadas à exploração dos recursos naturais, as quais podem culminar em alterações ao meio ambiente. Durante os trabalhos de campo foram identificados 11 tipos principais e distintos de atividades ou ações geradoras de impacto que contribuem de alguma maneira para a degradação do ambiente, que podem promover algum tipo de impacto de forma direta e indireta no estuário do rio Acaraú. Estas atividades foram identificadas com a utilização de uma lista controle e verificação.

Dentre as ações e atividades impactantes identificadas na região estuarina podem ser citados o lazer e turismo, o lançamento de esgotos, a ocupação de áreas de preservação permanente - APP, as atividades comerciais, as atividades portuárias e de navegação, a carcinicultura, a mineração e cultivo de coco, a agricultura de subsistência, agroindústria, energia eólica, a produção e ocorrência difusa de resíduos sólidos em vários setores no estuário e também em áreas próximas. (figura 30 e 31).

Figura 30 - Plantio de Coco e áreas de tanques de camarão

Uma das problemáticas mais relevantes percebidas é a questão dos efluentes domésticos e a sua destinação e tratamento final. Estes efluentes não se dispersam de forma isolada ou pontual, a sua disposição inadequada pode ser observada em várias ruas das cidades de Cruz e Acaraú, independentemente do tipo de residências, e em alguns casos são lançados diretamente no rio.

Figura 31 - Áreas de extração de areia e argila

Fonte: Acervo do autor, 2015

Os riscos à saúde e ao ambiente aquático são os mais diversos, desde a adição de substâncias orgânicas e patogênicas contidas no efluente, a proliferação de doenças, até o comprometimento das reservas de água subterrânea.

Estes resíduos estão dispersos na área urbana e são lançados diretamente ao solo, demonstrando a ausência e/ou ineficiência de infraestrutura física de saneamento que atenda adequadamente às necessidades sanitárias das duas sedes municipais. (Figura 32).

Figura 32 - Disposição de residuos

A área de preservação permanente – APP, que margeia o rio localizado entre Cruz e Acaraú apresenta diversas formas de ocupação, na sua grande maioria irregular e desorganizada, como a criação de gado e outros animais, retirada de madeira, pequenos comércios, áreas residenciais e agricultura de subsistência, mineração para extração de areia e argila para construção civil e captação direta de água do rio.

Alves, (2008), destaca que além destas atividades, o porto de Acaraú também contribui para o comprometimento do ambiente estuarino, através dos derrames de óleos combustíveis das embarcações e disposição de outros resíduos como restos de madeira, isopor, plásticos e outros matérias utilizados para a pesca. (figura 33).

Figura 33 - Porto de Acaraú

O quadro 6 identifica de forma sintética as atividades impactantes listadas, os aspectos ambientais característicos e os possíveis impactos adversos gerados por cada atividade.

Outra modalidade de impacto identificado na área está relacionada ao manejo inadequado dos solos por práticas agrícolas degradantes como queimadas, desmatamento e uso desorientado de produtos químicos como herbicidas para o controle de pragas. Apesar de representar uma pequena parcela, esta atividade na agricultura de subsistência pode gerar graves impactos cumulativos quando desenvolvida durantes anos sucessivos, dissipando poluentes ao longo do estuário resultando no comprometimento dos solos e da qualidade da água, além de erosão e assoreamento de canais.

Destaca-se ainda que as atividades de lazer, que tem pouca expressão mas que, ocorrem sem nenhuma orientação ou planejamento espacial e tem como consequência a produção considerável de resíduos sólidos na região do estuário.

4.4.1 Avaliação da lista de checagem como instrumento de identificação de impactos

É evidente a distância entre a abordagem do uso conceitual da dinâmica dos processos ambientais, para os modelos atuais utilizados nos processos de AIA, contudo a discussão é necessária, dado o aumento cada vez mais significativo das ações antrópicas na zona costeira.

A utilização da lista de checagem como método de identificação de impactos ambientais no estuário do rio Acaraú demonstrou-se satisfatória, porque permitiu a observação por setores e a quantificação, dos impactos ambientais, além da hierarquização das formas de uso que pode ser apontadas como geradoras dos problemas ambientais.

Foi proposta uma simbologia e uma relação de valoração para estimar e quantificar cada tipo de atividade impactante em cada local. O estabelecimento de símbolos e valores foi feito a partir de uma adaptação de Alves 2008, porém neste trabalho não foram estabelecidos ou determinados os índices de qualidade ambiental.

A análise respeitou o uso das quatro categorias propostas no método de Battelle, a) ecologia – quando considera as relações de degradação pelo desmatamento e comprometimento da biodiversidade; b) contaminação ambiental – quando relaciona as formas de uso aos impactos por contaminação dos solos e dos corpos hídricos; c) aspectos estéticos – quando considera as transformações ou modificações da paisagem natural e d) os aspectos de interesse humano – relativo o uso dos ambientes para fins comerciais, industriais, residenciais ou quando considera o valor do lugar como patrimônio cultural. Os símbolos correspondem aos seguintes valores: □ - impacto pouco expressivo (1 ponto), ● – impacto moderado (2 pontos), ▲ - impacto crítico (3 pontos), estes valores foram estabelecidos a partir do trabalho de Alves (2008).

Com base no *check-list,* observou-se que a região estuarina registra um grande número de impactos, principalmente nas proximidades entre os

limites dos municípios de Cruz e Acaraú, estando diretamente relacionados a intensidade das atividades /ações impactantes desenvolvidas.

A maior pontuação foi atribuída aos problemas que correspondem a situação dos esgotos e lançamento de efluentes (14 pontos) e ocupação de APP (15 pontos), devido a presença de esgoto e lixo sobretudo nas adjacências da área urbana e do porto, a criação de gado nas proximidades do curso d'água, além das atividades portuárias e navegação. No entanto, merecem ser destacados os problemas ocasionados pelas atividades portuárias e navegação, produção de lixo, agricultura de subsistência e lazer descritas no quadro 6.

Diante das informações, o município de Acaraú apresentou um grande número de atividades impactantes, devido aos problemas identificados ao longo do curso fluvial que são percebidos no município de Cruz em menor escala.

Igualmente importante são os problemas relacionados à disposição dos resíduos sólidos dos municípios supracitados, de vez que ambos os municípios utilizam-se de lixões sem os devidos requisitos sanitários e ambientais como local de destinação final de todos os tipos de rejeitos.

Contatou-se que apesar de ser um dos instrumentos mais utilizados para a realização da AIA, as listagens apresentaram algumas lacunas como a deficiência na padronização das escalas de pontuação de importância e magnitude de empreendimentos semelhantes instalados no mesmo sistema ambiental, a não contemplação das especificidades locais e dos fatores sociais e culturais. Isto não inviabiliza a utilização das listas de checagem, que são antes de tudo, uma ferramenta muito útil pela praticidade de uso principalmente nos trabalhos em bacias hidrográficas.

Porém, adaptações do método de Battelle com o estabelecimento das unidades de impacto ambiental, unidade de importância e do índice de qualidade ambiental, numa avaliação quantitativa e analítica, podem

representar um avanço na determinação e na avaliação dos impactos e/ou intervenções no meio natural.

Quadro 6 - Atividades, aspectos ambientais e impactos

ATIVIDADE /AÇÃO IMPACTANTE	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTOS AMBIENTAIS
Agricultura de subsistência	Desmatamento Exposição do solo Queimada Uso de fertilizantes	Perda da biodiversidade Empobrecimento do solo Comprometimento da qualidade das águas superficiais e subterrâneas Erosão e assoreamento
Atividades comerciais	Ocupação de grandes áreas Produção de efluentes e lixo Acúmulo de insetos e roedores	Comprometimento da qualidade das águas superficiais e subterrâneas Doenças
Atividades portuárias e Navegação	Aumento do fluxo de embarcações Lançamento de resíduos, madeiras, Óleos e graxas Aumento de tráfego de veículos Poluição sonora	Perturbações dos organismos aquáticos Poluição hídrica e visual Liberação de gases Comprometimento da qualidade de vida
Criação de Gado	Compactação do solo Produção de excrementos Desmatamento	Redução no potencial de infiltração e aumento do escoamento superficial Comprometimento da qualidade de água do mananciais
Esgoto	Lançamento de efluentes em água e so Liberação de odores Aumento de transmissores de doenças Presença de insetos e roedores	Comprometimento da qualidade das águas superficiais e subterrâneas Doenças Comprometimento da paisagem Redução na qualidade de vida
Exploração mineral	Retirada de material detrítico Abertura de valas para retirada de argil Compactação do solo Desmatamento	Redução na oferta de sedimentos arenosos Destruição dos horizontes do solo Redução no potencial de infiltração e aumento do escoamento superficial (erosão assoreamento) Redução de biodiversidade Degradação da paisagem
Extração de madeira	Redução de cobertura vegetal Comprometimento de habitats	Redução no potencial de infiltração e aumento do escoamento superficial Aumento do potencial de erosão e posterior assoreamento Diminuição da fauna

		Empobrecimento do solo
Lazer e turismo **Lazer e turismo**	Produção e acúmulo de resíduos Sólidos Presença de insetos e roedores Poluição sonora	Comprometimento da paisagem Redução na qualidade de vida
Matadouro	Lançamento de efluentes Proliferação de odores Insetos e roedores Produção de lixo Instalações físicas inadequadas	Comprometimento da qualidade das águas superficiais e subterrâneas Doenças Comprometimento da paisagem Redução na qualidade de vida
Ocupação de APP	Redução de cobertura vegetal Comprometimento de habitats Exposição do solo	Redução no potencial de infiltração e aumento do escoamento superficial Aumento do potencial de erosão e posterior assoreamento Perda da fertilidade natural do solo
Pesca artesanal	Geração de lixo	Degradação da paisagem
Produção de lixo	Áreas para disposição de lixo Formação de chorume Proliferação de roedores e insetos Queima do lixo	Comprometimento da qualidade das águas superficiais e subterrâneas Doenças Comprometimento da paisagem Emissão de gases Redução na qualidade de vida
Carcinicultura	Redução da cobertura vegetal Captação de água Lançamento de efluente	Redução no potencial de infiltração Comprometimento de habitats Comprometimento da qualidade das águas superficiais e subterrâneas Aumento da carga orgânica - eutrofização Comprometimento da paisagem Salinização do solo

Quadro 7 - Impactos ambientais identificados nas adjacências do estuário

	Locais avaliados							
ATIVIDADE /AÇÃO IMPACTANTE	Carcinicultura	Açude Bal	Açude Piranhas	Barraca do Jacaré	Bairro Mucunã	Lagoa Salgada	Ponte de Cruz	Total de pontos distribuídos por
Agricultura (subsistência		●	□	□	●	●	●	**10**
Atividades comerciais		□	●	●		●		**07**
Atividade portuária Navegação	▲			▲	□			**07**
Criação de gado e outr				●	●	□	□	**06**
Esgoto		●	▲	▲	▲	●	□	**14**
Exploração Mineral						●	▲	**05**
Ocupação em APP	●	□	●	▲	▲	●	●	**15**
Extração de madeira						●	□	**03**
Lazer e turismo	□	●	□	▲	□	□	□	**10**
Matadouro							●	**01**
Ocupação de APP		●	●			●	□	**03**
Pesca Artesanal		□	□	□				**06**
Produção de lixo		▲	▲	●	●	●	□	**12**
Carcinicultura	▲					▲		**06**
Total de pontos nos locais	**09**	**08**	**09**	**17**	**16**	**17**	**11**	

Adaptado de Alves (2007)

Os símbolos correspondem aos seguintes valores: □ - impacto pouco expressivo (1 ponto), ● – impacto moderado (2 pontos), ▲ - impacto crítico (3 pontos).

4.5 CAPACIDADE DE SUPORTE E VULNERABILIDADE AMBIENTAL

O termo ecodinâmica, refere-se à metodologia proposta por Tricart (1977), que está baseada na compreensão da dinâmica do meio ambiente dos ecossistemas. Este autor considera a dinâmica desses ecossistemas tão importante para a sua preservação e manutenção quanto, as próprias relações que existem entre os organismos vivos que coabitam em um mesmo ambiente. Tricart (1977) afirma que,

> O conceito de unidades ecodinâmicas é integrado no conceito de ecossistema. Baseia-se no instrumento lógico de *sistema*, e enfoca as relações mútuas entre os diversos componentes da dinâmica e os fluxos de energia/matéria no meio ambiente.

Dessa forma percebe-se a preocupação deste autor com o entendimento da estruturação física da paisagem geográfica, e também com a participação do componente antrópico, inerente à composição dos ambientes altamente transformados, sobre os quais se assenta a sociedade.

Assim organiza esse método em uma superposição de três planos, como o ecótopo (o par morfogênese e pedogênese), a cobertura vegetal (o plano da fitoestasia) e o restante da biocenose que é a relação flora-fauna-homem, e os apresenta em uma relação de reciprocidade e interação. Sobre a organização e estrutura da ecodinâmica Tricart também afirma que,

> Uma unidade ecodinâmica se caracteriza por certa dinâmica do meio ambiente que tem repercussões mais ou menos imperativas sobre as biocenoses. (...) Geralmente, a morfodinâmica é o elemento determinante (...) A morfodinâmica depende do clima, da topografia, do material rochoso. Ela permite a integração desses vários parâmetros.

Os meios morfodinâmicos correspondem ao encadeamento dos conjuntos de processos gerados pelos fluxos (radiação solar e gravidade), e são a essência ecossistêmica do meio ambiente. Assim ocorre a diferenciação de áreas a partir dos recortes espaciais, consequentemente os tipos de meios geográficos. Por isso na base deste processo está e combinação ecotópica entre morfogênese e pedogênese.

O autor proponente deste método dá ênfase à relação sociedade-natureza como fio condutor da ação do homem/seres vivos para transformar o meio físico em meio geográfico, ou seja, da interação entre os seres vivos, onde estão o homem e o entorno físico, nasce o meio geográfico. Com isso entende a relação homem/natureza como mútua e considera que

> (...) a gestão dos recursos ecológicos deve ter por objetivo a avaliação do impacto da inserção da tecnologia humana no ecossistema. Isso significa determinar a taxa aceitável de extração de recursos, sem degradação do ecossistema, ou determinar quais as medidas que deve ser tomadas para permitir um extração mais elevada sem degradação. Esse tipo de avaliação exige bom conhecimento do funcionamento do ecossistema, ou seja, dos fluxos de energia/matéria que o caracterizam.

Na ecodinâmica de Tricart , os ambientes são classificados segundo as relações morfogenéticas e ambientais em três meios ou tipos de ambientes descritos no quadro 8.

Quadro 8 - Ecodinâmica de Tricart 1977

MEIOS ESTÁVEIS	MEIOS INTERMEDIÁRIOS	MEIOS INTAVEIS
• A pedogênese é mais ativa que a morfogênese, que descreve um movimento mais lento. • O modelado evolui lentamente e há estabilidade tectônica. • É a condição onde a vegetação mais se beneficia. • A fitoestasia age lentamente e domina os efeitos dos processos mecânicos morfogenéticos. • Fornecimento de detritos que alimentam a pedogênese.	• A pedogênese e a morfogênese ocorrem no mesmo patamar. • Zonas de transição biogeográficas.	• A morfogênese é o elemento mais ativo. • Subordina todos os demais elementos ambientais. • Téctonica . • Irregularidade climática = Gatilhos que podem ativar a morfodinâmica. • Degradação. • Degradação da paisagem no tempo.

Souza (2000) ao estudar a ecodinâmica das paisagens no Ceará, partilha do mesmo pensamento afirmando que o entendimento da ecodinâmica das paisagens é um requisito necessário e indispensável para um melhor aproveitamento dos recursos naturais.

Sobre a ecodinâmica das paisagens no Ceará, Souza (2000), afirma que as planícies fluviais são ambientes “resultantes de uma evolução recente da paisagem”, uma vez que existem materiais de granulometrias diferentes no alto curso, materiais mais finos e arenosos no meio e baixo curso, como resultado da ação hidroclimática na região e que a faixa litorânea é mais afetada pelos agentes dinâmicos atuais como ventos,

correntes e marés, que juntamente com a ação antrópica são os principais responsáveis pelas modificações nesses ambientes.

Na área de estudo a ecodinâmica compreende quatro ambientes distintos, porém intimamente relacionados que são os tabuleiros costeiros, a planície fluvial, a planícies fluvio-marinha e a faixa praial.

O emprego deste método revela que os ambientes referentes aos tabuleiros costeiros ou pré-litorâneos tem usos diversos que vão deste as áreas de vegetação natural dos tabuleiros, até o uso por culturas de subsistência, extrativismo vegetal, fruticultura e água subterrânea, além de serem amplamente ocupados pelas áreas urbanas das cidades.

Os principais impactos relacionados nesses ambientes nos municípios de Acaraú e Cruz são o desmatamento que favorece e intensifica a erosão dos solos e com redução das espécies endêmicas vegetais e

Mineração para retirada de argila e areias para a construção civil. Contudo estas áreas ainda podem ser utilizadas para o agroextrativismo, Expansão das áreas urbanas, para a pecuária extensiva e como fornecedora de materiais para a construção civil.

As suas principais limitações estão relacionadas a baixa fertilidade natural dos solos e a deficiência de recursos hídricos durante o período seco. Do ponto de vista da ecodinâmica destes ambientes na região estudada foram mapeados e considerados como ambientes estáveis e com vulnerabilidade baixa à ocupação e uso do solo.

A planície fluvial do rio Acaraú no trecho entre Cruz e Acaraú tem o seu uso relacionado às culturas de subsistência, a ocupação imobiliária, extração de água para consumo e irrigação, extração da palha e cera de carnaúba, extração de argila e pesca artesanal.

Os principais impactos ambientais encontrados foram a degradação da mata ciliar, assoreamento do leito fluvial, poluição hídrica, salinização dos solos, despejo de efluentes e resíduos sólidos e poluição dos solos e recursos hídricos.

A capacidade de suporte da planície fluvial do rio Acaraú no trecho estudado aponta como principais limitações a intermitência fluvial, a drenagem imperfeita dos solos, áreas sujeitas a alagamentos e inundações periódicas. Contudo apresentam potencial para o desenvolvimento do ecoturismo, da pesca artesanal e agroextrativismo, além do uso para lavouras irrigadas e um bom potencial para uso e captação de água.

A ecodinâmica destes ambientes na região estudada demostram que são ambientes instáveis com vulnerabilidade alta à ocupação.

Na planície fluvio-marinha os usos mais expressivos encontrados foram a ocupação imobiliária, áreas ocupadas pela agricultura familiar de subsistência e grandes áreas ocupadas pelas carcinicultura. Dentre os impactos presentes estão o assoreamento dos canais estuarinos, o desmatamento das margens e perda da diversidade florística, despejos de efluentes, resíduos sólidos e outros detritos.

Algumas das principais potencialidades de ambiente são o uso para o ecoturismo e educação ambiental, preservação da biodiversidade e valor paisagístico. As limitações são a forte tendência a alagamentos periódicos das marés e as restrições de uso legal.

A ecodinâmica deste ambiente aponta para o fato de Ambientes fortemente instáveis e com vulnerabilidade alta à ocupação.

O setor correspondente a planície costeira registra dentre as principais formas de uso a pesca de subsistência, barracas de praia em Aranaú e Coroa Grande, atividade de lazer e carcinicultura. Os impactos evidenciados na área são a ocorrência de poluição / contaminação dos recursos hídricos, despejo de efluentes e resíduos sólidos.

Nesta porção da área são severas as limitações quanto a inundações periódicas e implantação de loteamentos devido a dinâmica eólica. A ecodinâmica deste ambiente aponta para o fato de Ambientes fortemente instáveis e com vulnerabilidade alta à ocupação. (quadro 9)

Quadro 9 - Sistemas ambientais, capacidade de suporte, ecodinâmica e vulnerabilidade da área de estudo

Sistemas Ambientais		Capacidade de suporte		Ecodinâmica e Vulnerabilidade
		Potencialidades	**Limitações**	
Tabuleiros Pré- Litorâneos	• Tabuleiros Pré-Litorâneos	• Agroextrativismo • Expansão urbana • Material para a construção civil • Pecuária extensiva • Instalação de sistemas viários. • Água subterrânea	• Baixa fertilidade dos solos • Deficiência de recursos hídricos durante o período seco	• Ambientes estáveis com vulnerabilidade baixa à ocupação
Planície Fluvial	• Planície do Rio Acaraú e dos principais tributários	• Potencial hídrico de superfície e sub-superfície • Ecoturismo • Pesca artesanal • Agroextrativismo • Lavouras irrigadas	• Intermitência fluvial e drenagem deficiente • Drenagem imperfeita dos solos • Áreas alagáveis - inundações periódicas • Terraços com baixos níveis • Restrições legais	• Ambientes instáveis com vulnerabilidade alta à ocupação

Sistemas Ambientais		Capacidade de suporte		Ecodinâmica e Vulnerabilidade
		Potencialidades	**Limitações**	
Planície Fúlvio-marinha	• Estuário • Manguezal	• Ecoturismo • Educação ambiental • Preservação da biodiversidade • Carcinicultura • Valor paisagístico	• Área alagável • Salinização • Navegação • Restrições legais	• Ambientes fortemente instáveis e com vulnerabilidade alta à ocupação
Planície Costeira	• Faixa praial • Bancos de areia • Campos de dunas	• Pesca artesanal • Exploração do patrimônio paisagístico • Turismo e lazer	• Inundações periódicas • Agroextrativismo • Loteamentos e implantação de acesso • Desmatamento das margens e áreas marginais	• Ambientes fortemente instáveis e com alta vulnerabilidade à ocupação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No que diz respeito aos sistemas ambientais, foram identificados três principais. A planície litorânea (faixa praial, campos de dunas e planície fluvio-marinha), a planície fluvial e os tabuleiros costeiros. Destaca-se que em termos de ocupação do solo para diversas finalidades como expansão urbana e obras estruturais os tabuleiros pré-litorâneos são os ambientes mais indicados. No entanto, é na planície fluvial onde se possui condições privilegiadas de solo e suprimento de água é, portanto, neste local onde comunidades menos favorecidas financeiramente se instalam, ou seja, em setores legalmente e ambientalmente inapropriados.

As formas de uso e ocupação do solo são as mais distintas, entretanto foram identificadas três principais com suas peculiaridades e divisões. Os **usos dos recursos hídricos** no local em questão são múltiplos, destacando-se o agrícola, doméstico, para navegação e recreação. No entanto percebeu-se que a irrigação é responsável por mais de 84% desta demanda.

A carcinicultura é outra atividade amplamente realizada na região de estudo. São dezenas de fazendas do ramo, o que corresponde a aproximadamente 69,47 km² destas instalações. O maior problema relacionado a esta atividade é a qualidade da água da despesca lançada no rio Acaraú, que pode conter altos teores de fósforo e nitrogênio, além de outras substâncias potencialmente poluidoras.

Os **agroecossistemas** foram representados pelo extrativismo vegetal e a agropecuária. O primeiro, remete a extração de lenha que em 2005 somaram 42.130 m³ de material. A exploração de carnaúba para extração da cera e pó, também é bastante pronunciada, porém, normalmente é realizada de maneira sustentável, sua produção foi em torno de 103 toneladas.

Já a **agropecuária** tem seu importante papel representado pela a atividade agrícola local e a pecuarista. Foi verificado que as principais

culturas da região são: a banana, coco-da-baía, manga, batata doce, feijão, mandioca ou macaxeira, melancia e o milho. A maior parte destas culturas corresponde a realidade alimentar da maioria da população nordestina, como o cuscuz derivado do milho, a farinha oriunda da macaxeira e o baião de dois que é feito com feijão. A criação de animais é amplamente pronunciada e percebida por toda a região, com destaque para a criação de aves e bovinos, no entanto os caprinos que são os animais mais bem preparados para as condições aturais do Nordeste, não tiveram tanto empenho de criação.

Quanto a identificação dos impactos ambientais, percebeu-se que o lançamento de efluentes foi o mais contundente. A partir da setorização da região de estudo pode-se identificar com o auxílio de uma listagem de verificação (*check-list*), qual o setor com maior número de impactos. Nesse sentido, a região do alto curso da bacia estuarina foi o obteve maior concentração de problemas. Esta classificação se deu principalmente pela presença dos dois matadouros públicos e da exploração mineral irregular largamente realizada no local.

O procedimento utilizado (*check-list*) permite uma visualização simples e didática acerca dos impactos ambientais reconhecidos no estuário, principalmente quando analisados de forma integrativa entendendo as relações e os processos envolvidos.

No que se refere as condições de chuva na região, com segurança se pode afirmar que o regime pluviométrico do município de Acaraú, é influenciado pela ocorrência do El Niño. Assim como acontece em outras áreas do Norte do Nordeste do Brasil, esse fenômeno interfere nos volumes precipitados anualmente, geralmente reduzindo os volumes de chuva nas áreas afetadas

Constatou-se uma forte irregularidade sazonal no período correspondente a série analisada. Existe significativa variação nos volumes precipitados de um ano para o outro.

Mais de 90% de todo volume precipitado na região, na série observada, ocorreu no período entre janeiro e maio, sendo que deste total mais de 52% concentra-se nos meses de março e abril, o que confirmar a atuação decisiva da ZCIT nas chuvas da região.

Devido a forte concentração de chuvas na primeira metade do ano, quando se observa o numero de dias chuvoso, ou seja, o numero de dias em que realmente ocorreram chuvas, verifica-se que predomina ao longo do ano muito mais dias secos, do que dias chuvosos.

Nos anos de El Niño, como em 1980, por exemplo, os volumes precipitados foram muito baixos correspondendo a apenas 30 dias com registros de chuvas ao longo do ano, fato que se repete nitidamente em todos os anos da série onde há ocorrência de El Nino.

A regressão linear dos totais anuais da série, demonstra que há uma tendência nos últimos 40 anos à redução do volume de chuvas na região, na média constatou-se que essa redução é de aproximadamente 250mm em relação ao que chovia a 40 anos atrás.

Os impactos decorrentes da redução do volume de chuva e consequentemente do volume de água doce que desce pelo estuário do rio Acaraú são vários, dentre os quais podem ser citados, alterações nos habitas de espécies de animais que vivem nesse ambiente, avanço dos teores de salinidade ao longo do estuário, aumento da influência marinha no estuário, modificação na morfologia dos canais, alterações na carga de material em suspenção transportado pelo rio, no estuário e consequente alteração no balanço sedimentar, impactos na pesca artesanal, erosão nos ambientes associados a foz do rio, entre outros impactos.

Em seu trabalho, Alves, (2008), também efetuou uma comparação da salinidade do estuário do rio Acaraú com o trabalho de Sucupira, (2006), que também realizou medidas de salinidade nos mesmo ponto.

O resultado encontrado por Alves, (2008), aponta para uma elevação dos teores de salinidade no ponto 03, próximo ao limite do estuário na cidade de Cruz, no mesmo período do ano em que foram realizadas as medidas deste trabalho.

Pode se concluir baseado nos valores de salinidade e nas condições pluviométricas presentes na área, que está ocorrendo um significativo aumento da salinidade no estuário. As figuras 33 e 34 retratam dos maps de sistemas ambientais e vulnerabilidade.

Quadro 10 - Sistemas ambientais, usos, impactos e ecodinamica

Sistemas Ambientais		Uso e ocupação	Impactos e riscos	Capacidade de suporte		Ecodinâmica e Vulnerabilidade
				Potencialidades	Limitações	
Planície Fluvial	• Planície do Rio Acaraú e dos principais tributários	• Culturas de subsistência • Ocupação imobiliária • Água para consumo e irrigação • Extrativismo vegetal (caju, carnaúba) • Extração de argila • Pesca artesanal	• Degradação da mata ciliar • Assoreamento do leito fluvial • Poluição hídrica • Salinização dos solos • Impactos da mineração de areia sem controle • Ocupação urbana nos terraços baixos • Erosão em áreas degradadas • Despejo de efluentes e resíduos sólidos (lixo) • Poluição dos solos e recursos hídricos	• Potencial hídrico de superfície e sub-superfície • Ecoturismo • Pesca artesanal • Agroextrativismo • Lavouras irrigadas	• Intermitência fluvial e drenagem deficiente • Drenagem imperfeita dos solos • Áreas alagáveis - inundações periódicas • Terraços com baixos níveis • Restrições legais	• Ambientes instáveis com vulnerabilidade alta à ocupação.
			• Desmatamento			

Tabuleiros Pré-Litorâneos	• Tabuleiros Pré-Litorâneos	• Culturas de subsistência • Extrativismo vegetal (caju, carnaúba) • Poços de água subterrânea • Áreas Urbanas e de expansão urbana	desencadeando erosão e intensificando o trânsito de sedimentos arenosos • Perda de espécies endêmicas • Impactos da mineração • Contaminação do lençol freático por resíduos sólidos urbanos e rurais e por agrotóxicos	• Agroextrativismo • Expansão urbana • Material para a construção civil • Pecuária extensiva • Instalação de sistemas viários. • Água subterrânea	• Baixa fertilidade dos solos • Deficiência de recursos hídricos durante o período seco	• Ambientes estáveis com vulnerabilidade baixa à ocupação

Sistemas Ambientais		Uso e ocupação	Impactos e riscos	Capacidade de suporte		Ecodinâmica e Vulnerabilidade
				Potencialidades	Limitações	
Planície litorânea	• Faixa praial • Bancos de areia • Campos de dunas	• Pesca de subsistência • Carcinicultura • Extrativismo vegetal e mineral	• Poluição / contaminação dos recursos hídricos • Disposição de resíduos sólidos desordenada • Perda de **atrativos** turísticos • Maior susceptibilidade nos períodos de cheias	• Pesca artesanal • Exploração do patrimônio paisagístico • Turismo e lazer	• Inundações periódicas • Agroextrativismo • Loteamentos e implantação de acesso • Desmatamento das margens e áreas marginais	• Ambientes fortemente instáveis e com alta vulnerabilidade à ocupação.

Planície Fúlvio-marinha	• Estuário • Manguezal	• Ocupação imobiliária • Agricultura familiar de subsistência • Extrativismo vegetal • Carcinicultura • Pesca de subsistência • Lazer	• Assoreamento dos canais estuarinos • Desmatamento das margens e perda da diversidade florística Riscos de inundações • Despejos de efluentes, resíduos sólidos e detritos • Poluição dos recursos hídricos	• Ecoturismo • Educação ambiental • Preservação da biodiversidade • Carcinicultura • Valor paisagístico	• Área alagável • Salinização • Navegação • Restrições legais	• Ambientes fortemente instáveis e com vulnerabilidade alta à ocupação

Figura 34 - Mapa de sistemas ambientais

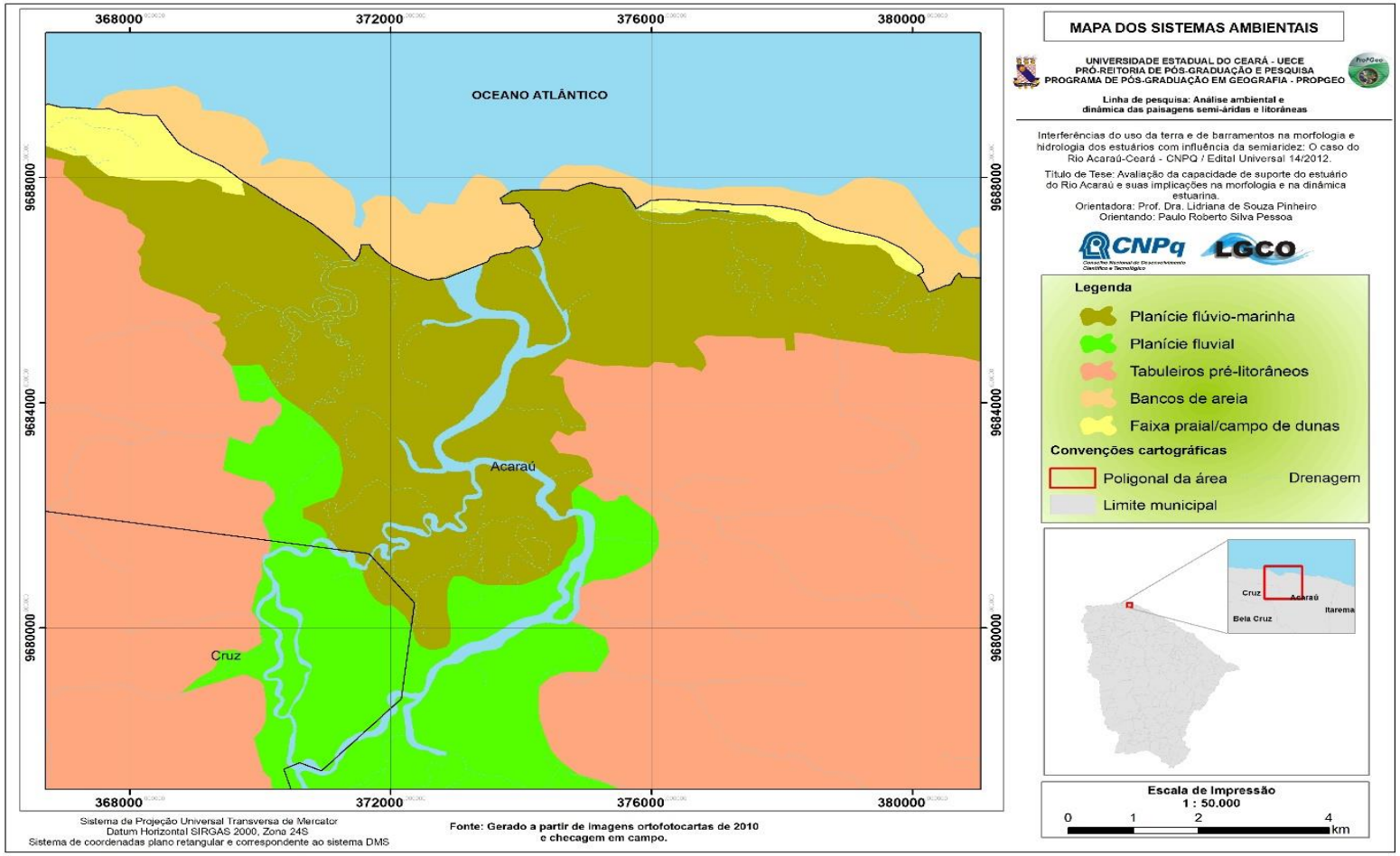
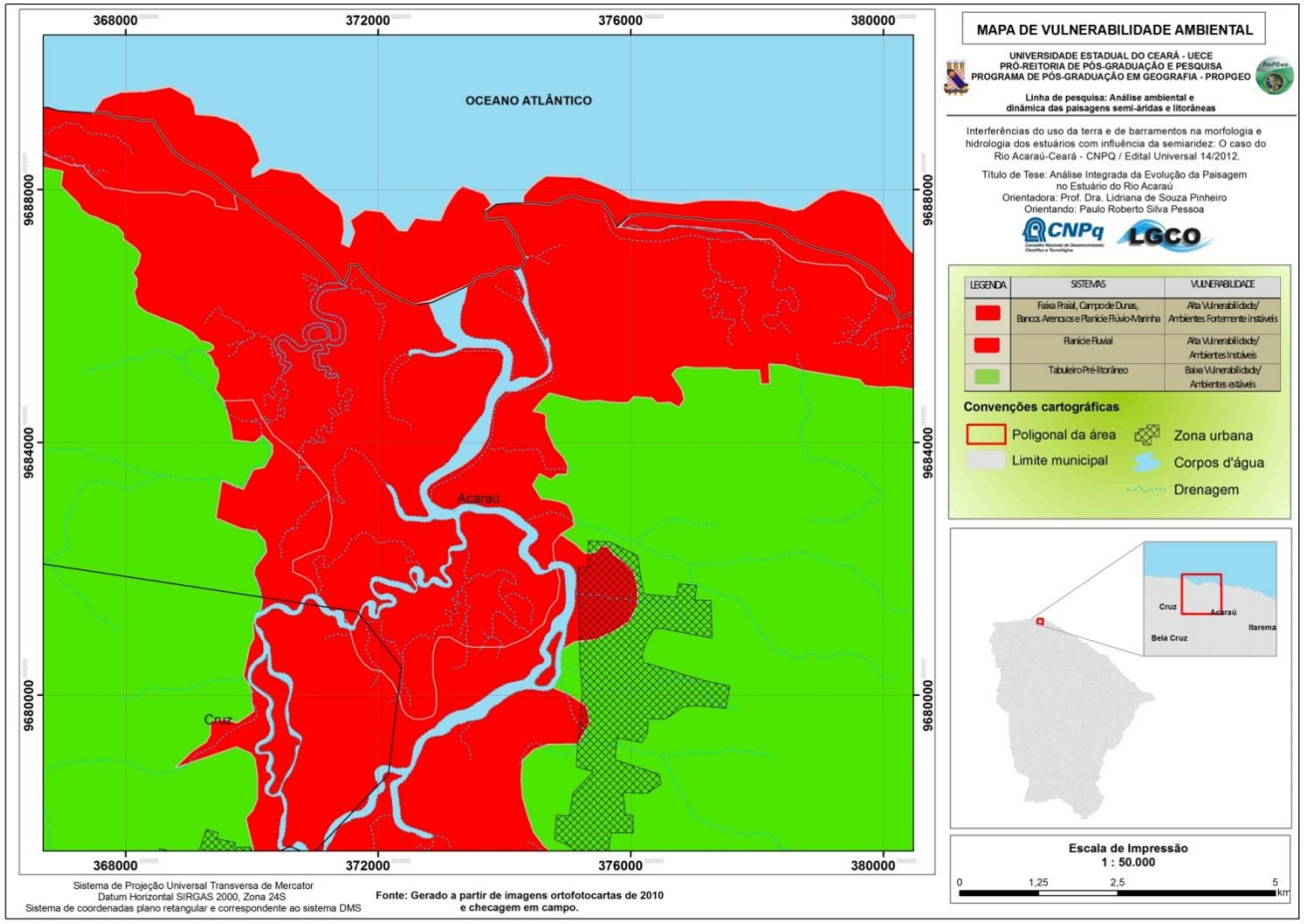


Figura 35 - Mapa de Vulnerabilidade



6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SÁBER, Aziz Nacib. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. Ateliê Editorial, 2003.

ALVES, A. B. *et al*. **Estuário do rio Acaraú: impactos ambientais e implicações na qualidade dos recursos hídricos.** Fortaleza 2008. 116p. Dissertação de Mestrado. MAG-UECE.

ALVES, A. B. *et al*. **Qualidade da Água do Estuário do Rio Acaraú e Suas Implicações Ambientais (Ceará-Brasil)**. V Encontro de Pesquisa e Pós-Graduação, V Encontro de Iniciação Científica e Tecnológica. Fortaleza, CEFET- CE, 2005.

ARAI, M. A. **Grande elevação eustática do mioceno e sua influência na origem do Grupo Barreiras**. Geologia USP. Série Científica, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 1-6, 2006.

ARAÚJO, M.A.; FREIRE, G.S.S. **Análise dos Impactos Ambientais Causados em Estuários: Estudo do Estuário do Rio Acaraú, Ceará – Brasil.** Caminhos de Geografia Uberlândia v. 8, n. 24 DEZ/2007 p. 111 - 123 Página 112.

AZEVEDO, P. V. De; SILVA, B. B., Da; RODRIGUES, M. F. G. **Previsão das chuvas de outono no estado do Ceará**. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 13, n. 1, p. 19-30, 1998.

BANCO MUNDIAL. **Impactos e Externalidades Sociais da Irrigação no Semi-Árido Brasileiro**. 1ª Ed. Brasília, 2004.

BASSO, Luis Alberto, VERDUM, Roberto. **Avaliação de Impacto Ambiental: Eia e Rima como instrumentos técnicos e de gestão ambiental**. (org.) Relatório de impacto ambiental: legislação, elaboração e resultados. Porto Alegre: Editora da Universidade UFRGS, 2006.

BASTOS, Anna Christina Saramago e ALMEIDA, Josimar Ribeiro de. Licenciamento ambiental brasileiro no contexto da avaliação de impactos

ambientais. In: CUNHA, Sandra Baptista da e GUERRA, Antônio José Teixeira. **Avaliação e Perícia Ambiental**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

BERTRAND, G. **Paisagem e Geografia Física Global – Esboço Metodológico**. Caderno de Ciências da Terra nº. 13. IGEOG – USP. v. 3, p. 1-21. São Paulo, 1969.

BEZERRA, F. H. R. et al. **Pliocene-quaternary fault control of sedimentation and coastal plain morphology in NE Brazil**. Journalof South American Earth Sciences. Amsterdam, v. 14, p. 61-75, 2001.

BIGARELLA, J. J. **The Barreiras Group in Northeastern Brazil**. An. Acad. Bras. Ci. v. 47, (suplemento), p. 366-392, 1975.

BORGES, J.F. **Sob os areais: Arqueologia, história e memória**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Piauí. 2006.

BRASIL, Departamento Nacional de Obras Contra a Seca – DNOCS; **Programa Nacional de Irrigação – PRONI. Projeto Baixo Acaraú: Levantamento Cadastral e Fundiário. Relatório Geral. vol.I**. Fortaleza: Consórcio Tecnosolo - EPTISA, 1988.

BRASIL. Agência Nacional de Águas. GEO Brasil: Recursos Hídricos. **Componente da série de relatórios sobre o estado e perspectivas do meio ambiente no Brasil**. Brasília: MMA; ANA, 2007. 264 p. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/SalaImprensa/projetos/livro_GEO.pdf>. Acesso em: 30 abril. 2015.

BRASIL. DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS – DNOCS. **Perímetro Irrigado Baixo Acaraú**. Disponível em: <http://apoena.dnocs.gov.br/~apoena/php/projetos/projetos. php>. Acesso em: 18 abr. 2015.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional/Instituto Interamericano de

Cooperação para a Agricultura. **A irrigação no Brasil: situação e Diretrizes**. Brasília, 2008.

CABRAL, *et al.* Os estuários do Nordeste do Brasil e o desenvolvimento sustentável: usos múltiplos e impactos. O estuário do rio Timbó como um estudo de caso. **Tropical Oceanography** , Recife, v.33, n. 2, p. 193 – 204. 2005.

CAVALCANTE, A. A. **Aspectos da Produção de Sedimentos e seus Efeitos na Gestão dos Recursos no Baixo Vale do Rio Jaguaribe.** 2001, 139 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual do Ceará, Ceará, 2001.

CEARÁ. COGERH. **Caderno regional da bacia do Acaraú**, 2009. Disponível em 18/05/2015. http://portal.cogerh.com.br/caracterizacao-das-bacias-hidrograficas.

CEARÁ. IPECE. http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/perfil-basico-municipal-2014.html. Acessado em 18/05/2015.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA 01**, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre procedimentos relativos a Estudo de Impacto Ambiental. Publicada no Diário Oficial da União, de 17/02/1986, p. 2548-2549.

DIAS, C.B. **Dinâmica do sistema estuarino Timonha/Ubatuba e suas implicações ambientais, Ceará – Brasil.** 2005. 145p. Dissertação (Mestrado. Ciências Marinhas tropicais) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.

DINIZ, S. F.; et al. **Susceptibilidade erosiva do baixo curso do Rio Acaraú**-CE. Geociências, v. 27, n. 03, p. 355-367, 2008.

DREW, D. **Processos Interativos Homem-Meio Ambiente**. DIFEL, São Paulo, 1986.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS – EMBRAPA: Agroindústria Tropical. **Contexto geoambiental das Bacias hidrográficas dos rios Acaraú, Curu e baixo Jaguaribe – estado do Ceará**. Fortaleza. 52p. Documentos 101, 2005.

FERNANDES, A. 1990. **Temas fitogeográficos**. Stylos Comunicações, Fortaleza.

FORTUNATO, F. F. **Sistemas pedológicos nos Tabuleiros Costeiros do litoral norte do estado da Bahia: uma evolução controlada por duricrostas preexistentes, neotectônica e mudanças paleoclimáticas do Quaternário**. 266. f. 2004. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

FREIRE, G. S. **Étudehydrologique et sedimentologique de l'estuairedu rio Pacoti (Fortaleza-Ceará-Brésil).** 1989. tese (Doutorado) – Universidade de Nantes, França, 1989.

FREITAS, Sérgio H. de. **A sustentabilidade socioeconômica dos irrigantes do Perímetro Irrigado Baixo Acaraú**. Dissertação de Mestrado, UFC. Fortaleza, 2005. 119p.

FUNCEME, 1991. **Análise preliminar do fator mais provável da medida de tendência central das series anuais de precipitação no Ceará**. Fortaleza, Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, 1991.

GORAYEB, Adriane. **Análise Integrada da Paisagem na Bacia Hidrográfica do Rio Caeté – Amazônia Oriental- Brasil**. Tese de Doutorado elaborada junto ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, Área de Concentração em Análise da Informação Espacial, para a obtenção do título de Doutora em Geografia. Rio Claro (SP) 2008.

GORAYEB, A.;SILVA, E.V; MEIRELES, A.J.A. **Impactos ambientais e propostas de manejo sustentável para a planície flúvio-marinha do rio**

Pacoti – Fortaleza/Ceará. Sociedade e Natureza. Uberlândia, 17 (33): 143-152, dez. 2005.

GUERRA, Antônio. José. Teixeira. CUNHA, Sandra. Batista de. **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**. 3ª. Edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2005.

IBAMA, **Avaliação de impacto ambiental: agentes sociais, procedimentos e ferramentas**. MMA, Brasília, 1995.

KING, L. C. **A geomorfologia do Brasil oriental**. Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, v. 18, n. 2, p. 3-121, 1956.

KÖPPEN, W. **Grundriss der klimakunde**. Berlin: W. Guyter, 1931. 390p.

LACERDA, L.D.;GODOY, M.D; MAIA, L.P. **Mudanças climáticas globais.** CiênCia Hoje. 2010.

LEFF, Enrique. **Epistemologia Ambiental**. 4ª Ed. São Paulo: Cortez, 2006.

LEKNES, E. **The roles of EIA in the decision-making process**. Environmental Impact Assessment Review 21: 309-334. 2001.

LIMA, C. C. U. de. **Caracterização sedimentológica e aspectos do Grupo Barreiras no litoral sul do estado da Bahia**. 141 f. 2002. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

MABESOONE, J. M.; CAMPOS, E.; SILVA, A.; BEURLEN, K. **Estratigrafia e origem do Grupo Barreiras em Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte**. RevBrasGeoc., v. 2, p. 173-190, 1972.

MAIA, L. P. **Processos costeros y balance sedimentario a lo largo de Fortaleza (NE- BRASIL): implicaciones para una gestiónadecuada de la zona litoral.** Tese de Doutorado. Universidade de Barcelona. 1998. 269p.

MIRANDA, L. B. de; CASTRO, B. M. de; KJERFVE, B. **Princípios de**

oceanografia física de estuários. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2002.

MOLION, L.C.B.; BERNARDO, S.O. **Uma revisão da dinâmica das chuvas no Nordeste Brasileiro**. Revista Brasileira Meteorologia, 17(1)1-10, 2002.

MORAES, Antônio Carlos Robert. **Contribuições para a gestão da zona costeira do Brasil: elementos para uma geografia do litoral brasileiro**. São Paulo: Annablume, 2007.

MORAIS, J.O.; PINHEIRO, L. S. **The effect of semi-aridity and damming on sedimentary dynamics in estuaries-Northeastern region of Brazil**. Journal of Coastal Research, v. 64, p. 1540-1544, 2011.

MOREIRA, Ruy. **O pensamento geográfico brasileiro: as matrizes da renovação**. Vol. 2. São Paulo : Contexto, 2009.

MORGAN, R.K. **Environmental impact assessment: Methodological approach**. KluwerAcademic Publisher, 1998.

MOTA, Suetônio. **Introdução à Engenharia Ambiental**. 4ª Ed. Rio de Janeiro: ABES, 2006.

MUNN, R. E. **Environmental impact assessment: principles and procedures**. SCOPE report 5. Toronto: JonhWiley e Sons, 1975.

NASCIMENTO, F. R. **Degradação Ambiental e Desertificação no Nordeste Brasileiro: O contexto da Bacia do Rio Acaraú – Ceará**. Tese de doutorado em Geografia. Universidade Federal Fluminense, 2006.

PAULA, D. P. de **Elaboração de Paisagens Contíguas ao estuário do rio Jaguaribe, pela Hidrodinâmica e Morfodinâmica**. Fortaleza 2006. Dissertação de Mestrado. MAG-UECE.

IDHM – Acesso em 13/05/2015 -

http://www.pnud.org.br/atlas/ranking/Ranking-IDHM-Municipios-2010.aspx

PAULA, D. P. de ; MORAIS, J.O. ; PINHEIRO, L. S . **Longitudinal suspended sediments transport in the Jaguaribe river estuary, Brazil**. Arquivos de Ciências do Mar, v. 42, p. 15-38, 2009.

PAZ, V. P. S.; TEODORO, R. E. F.; MENDONÇA, F. C. **Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Uberlândia, v. 4, n. 3, set-dez. 2000.

PEIXOTO, A. B. **Recursos hídricos e a irrigação no Estado do Ceará: análise institucional** – 1988. 1990. 120p. Dissertação (Mestrado em Economia Agrícola). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1990.

PINHEIRO, L. S. **Riscos e gestão ambiental no estuário do rio Malcozinhado, Cascavel – CE.** 2003. 165p. Tese (Doutorado em Oceanografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.

PINHEIRO, L. S.; MORAIS, J.O. **Interferências de barramentos no regime hidrológico do estuário do rio Catú-Ceará-Nordeste do Brasil**. Sociedade & natureza (UFU. Online), v. 22, p. 237-250, 2010.

PONTES, P.A; ARAGÃO, K. **Os Perímetros Irrigados do Ceará: Os Grandes Projetos de Irrigação têm Impacto Sobre a Renda Local?.** XXXVII Encontro do ANPAD. Rio de Janeiro – 7 a 11 de setembro de 2013.

PROJETO ORLA: **fundamentos para gestão integrada.** Brasília: MMA/SQA; Brasília: MP/SPU, 2002. 78p.

RADAMBRASIL, Projeto. Folhas SA-24 Fortaleza e SB-24 Jaguaribe. **Geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra**. Rio de Janeiro. 1973. (Levantamento de Recursos Naturais, 2 e 3).

RODRIGUES, C. **A Teoria Geossistêmica e sua Contribuição aos Estudos Geográficos e Ambientais**. Revista do Departamento de

Geografia da USP. São Paulo, 14 (2001) 69-77pp.

RODRIGUES, José Manuel Mateo, SILVA, Edson Vicente da, CAVALCANTI, Agostinho Paula Brito. **Geoecologia das paisagens: uma visão geossistemica da análise ambiental**. Fortaleza : Editora: UFC, 2004.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Geomorfologia Aplicada aos EIAs-RIMAs. In: GUERRA, Antônio José Teixeira e CUNHA, Sandra Baptista da. **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

SAADI, A. et al. **Neotectônica da plataforma brasileira**. In: QUATERNÁRIO no Brasil. Ribeirão Preto: Holos, 2005. p. 211-230.

SAADI, A. **Neotectônica da plataforma brasileira: esboço e interpretações preliminares**. Geonomos, v. 1, n.1, p. 1-15. 1993.

SAMPAIO, José Levi Furtado. **As águas, a seca e o estado**. In.: SILVA, José Borzachiello; CAVALCANTE, Tércia; DANTAS, Eustógio. Ceará: um novo olhar geográfico. Fortaleza: Fundação Demócrito Rocha, 2005.

SANCHES, L. **Avaliação de Impactos Ambientais: conceitos e métodos**. Oficina de Textos. 2006. 495 p.

SANCHEZ, L. E. O processo de avaliação de impacto ambiental, seus papéis e funções. In: LIMA, A. L. B. R.; TEIXEIRA, H. R. & SANCHEZ, L. E. (orgs.) **A efetividade da Avaliação de Impacto Ambiental no estado de São Paulo: uma análise a partir de estudos de caso**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, Coordenadoria de Planejamento Ambiental, 1995. p. 13-19.

SEABRA, Giovanni. **Geografia: fundamentos e perspectivas**. 4ª ed. João Pessoa: UFPB, 2007.

SILVA, José Graziano da. (Org.). **A irrigação e a problemática fundiária do Nordeste**. Campinas: Instituto de economia; PRONI, 1989.

SOUZA, Marcos José Nogueira de. **Contribuição ao Estudo das Unidades Morfo-estruturais do Estado do Ceará**. Fortaleza: Revista de Geologia, v. 1, p. 73-91, jun. 1988.

SOUZA, Marcos José Nogueira. **Diagnóstico Geoambiental da Bacia hidrográfica do rio Acaraú.** Relatório Preliminar. Fortaleza: UECE/EMBRAPA/UFF/COGEHR. 2005. p 99

SUCUPIRA, P. A. P. **Indicadores de degradação ambiental dos recursos hídricos superficiais no médio e baixo vale do rio Acaraú – CE**. 2006. 242 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2006.

SUGUIO, K.; NOGUEIRA, A. C. R. **Revisão crítica dos conhecimentos geológicos sobre a Formação (ou Grupo?) Barreiras do Neógeno e o seu possível significado como testemunho de alguns eventos geológicos mundiais**. Revista Geociências, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 461-479, 1999. Tese. Brasília, 2006. 298p.

TORQUATO, R. T.; TORQUATO, A. M. P.; MORAES, R. M. de. **O graben da Fazenda Retiro Grande e outros aspectos neotectônicos na região da Praia de Redonda (Ceará)**. Geonomos, v. 4, n. 2, p. 17-21, 1997.

TRICART, Jean. **Ecodinâmica**. Rio de janeiro, IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN,1977. 95p

UVO, C.R. B. e R. Berndtsson, 1996. **Regionalization and Spatial Properties of Ceará State Rainfall in Northeast Brazil**. J. Geoph. Res., vol. 101, no. D2, 4221-4233.

VASCONCELOS, T. S. L. **Reestruturação Socioespacial do Ceará: os desdobramentos da modernização da agricultura no território do Perímetro Irrigado Baixo-Acaraú**. Dissertação de Mestrado. Universidade estadual do Ceará. Programa de pós-graduação em Geografia. 2010.

VERDUM, R., MEDEIROS, R. M. V. 2006. RIMA: **Relatório de Impacto Ambiental**. 5ª Edição. UFRGS Editora. 252 p.

VILAS BOAS, G. S. **Sedimentos terciários e quaternários do interior. In: TEXTO explicativo para o mapa geológico do Estado da Bahia**. Salvador: Secretaria da Indústria, Comércio e Mineração: Superintendência de Geologia e Recursos Minerais, 1996.

VILAS BOAS, G. S.; SAMPAIO, F. J.; PEREIRA, A. M. S. **The Barreiras Group in the northeastern coast of the State of Bahia, Brasil: depositional mechanisms and processes**. Anais da Academia Brasileira de Ciências, v. 73, n. 3, p. 417-427, 2001.

WATHERN, P. Introductory guide to EIA. In: WATHERN, P. **Environmental impact assessment: theory and practice**. London: UnwinHyman, 1988. P 3-30.