



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA

EDUARDO VIANA FREIRES

**O ADENSAMENTO URBANO E AS MUDANÇAS NO ESTUÁRIO DO RIO COCÓ -
FORTALEZA/CE, FRENTE À DEMANDA DAS AÇÕES ANTRÓPICAS
COMPARATIVAS ENTRE OS ANOS DE 1985, 1996 E 2007**

Fortaleza – CE
Maio / 2012

EDUARDO VIANA FREIRES

**O ADENSAMENTO URBANO E AS MUDANÇAS NO ESTUÁRIO DO RIO COCÓ -
FORTALEZA/CE, FRENTE À DEMANDA DAS AÇÕES ANTRÓPICAS
COMPARATIVAS ENTRE OS ANOS DE 1985, 1996 E 2007**

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Geologia, do Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Geologia.

Área de concentração: Geologia Marinha e Ambiental

Orientador: Prof. Dr. José Antonio Beltrão Sabadia

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Cynthia Romariz Duarte

**Fortaleza – CE
Maio / 2012**

EDUARDO VIANA FREIRES

**O ADENSAMENTO URBANO E AS MUDANÇAS NO ESTUÁRIO DO RIO COCÓ -
FORTALEZA/CE, FRENTE À DEMANDA DAS AÇÕES ANTRÓPICAS
COMPARATIVAS ENTRE OS ANOS DE 1985, 1996 E 2007**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Geologia, do Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Geologia. Área de concentração: Geologia Marinha e Ambiental.

Aprovada em 17/05/2012

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Antonio Beltrão Sabadia (Orientador)
Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof. Dr. Antônio Jeovah de Andrade Meireles
Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof. Dr^a. Lúcia Maria Silveira Mendes
Universidade Estadual do Ceará – UECE

*A todos aqueles que contribuíram para minha formação
acadêmica, profissional e pessoal.*

AGRADECIMENTOS

À Superintendência Estadual de Meio Ambiente do Estado do Ceará (Semace), pela disponibilização de material de pesquisa por meio de sua biblioteca e de dados de sensoriamento remoto através do seu Departamento de Geoprocessamento.

À Secretaria de Planejamento de Fortaleza (SEPLA) pelo esclarecimento de dúvidas e pela disponibilização de dados cartográficos e do Diagnóstico Geoambiental de Fortaleza.

À Secretaria de Infra-Estrutura de Fortaleza, na pessoa do engenheiro Assis Bezerra, pela disponibilização de dados cartográficos e pelas informações fornecidas sobre as obras da prefeitura.

À Secretaria das Cidades do Estado do Ceará, na pessoa do engenheiro José Wilson, pelas informações prestadas e pelos documentos disponibilizados para consulta.

À Companhia de Policiamento Militar Ambiental (CPMA), nas Pessoas do Major Marcos Costa, Sub-Tenente Araújo e do Soldado Kleverton pela disponibilização da embarcação militar e de escolta policial para realização de atividade de campo.

Ao Curso de pós-graduação em Geologia, que me proporcionou alcançar mais um degrau em minha formação acadêmica e profissional.

À professora Dr^a. Loreci Gislaine Lehueur (*in Memoriam*) por ter acreditado nessa proposta de pesquisa desde nosso primeiro contato.

Ao meu orientador Professor Dr. José Antonio Beltrão Sabadia pelo acompanhamento no desenvolvimento da pesquisa e pela serenidade com que conduziu todo o processo.

À minha co-orientadora Professora Dr^a. Cynthia Romariz Duarte pelo esclarecimento de dúvidas e pelas sugestões dadas no processamento das imagens.

Ao Professor Dr. Michael Vandestein Silva Souto pelos esclarecimentos e sugestões metodológicas, que muito contribuíram para essa pesquisa.

À toda a turma do Curso de Pós-Graduação, pela troca de experiências e pelas amizades formadas, em especial aos amigos Rafael, Cândido, Gabriela, João, Pina, Magno e Daniel.

Ao companheiro de pós-graduação e amigo Daniel Dantas e ao amigo Cristiano Alves pela ajuda no processamento de imagens de satélites.

À professora Dr^a. Lúcia Mendes pelo o aprendizado que me proporcionou, e pela atenção prestada sempre quando foi solicitada.

À professora Dr^a. Lúcia Brito pelo incentivo e apoio para que eu desse continuidade em minha formação acadêmica.

Ao professor Ms. Ércio Flavio pela disponibilização de fotografias aéreas e materiais de pesquisa de seu acervo pessoal.

Aos meus amigos Edilson, Esmael, Nilton, Demócrito e Magno pela ajuda nas atividades de campo.

Ao meu amigo Janilson pelas dicas de pesquisa e pela bibliografia disponibilizada.

À minha esposa Janaina Muniz, pelo companheirismo, apoio e paciência durante todo o desenvolvimento dessa pesquisa.

“Há que se seguir, ainda que nadando em correntes contrárias, à jusante da utopia sustentável e à montante de uma nova forma de conceber a vida na Terra”.

Autor desconhecido

RESUMO

O adensamento urbano e as mudanças no estuário do Rio Cocó - Fortaleza/CE, frente à demanda das ações antrópicas comparativas entre os anos de 1985, 1996 e 2007

O adensamento urbano, que se processou no entorno do estuário do Rio Cocó, favorecido pelo enorme crescimento populacional ocorrido em Fortaleza/CE/Brasil, nas últimas décadas, implicou nos mais variados impactos negativos no local. Com intuito de avaliar a evolução urbana que se deu no entorno do estuário do Rio Cocó e seus impactos negativos, no período entre 1985, 1996 e 2007, foi realizada uma análise multitemporal a partir de imagens TM/Landsat-5 de 1985, 1996 e 2007 em ambiente SIG (Sistema de Informações Geográficas). O procedimento consistiu na interpretação visual das imagens em diferentes composições em RGB (4-5-3; 4-3-2; 4-7-3; 5-4-2) e do produto obtido a partir da transformação das imagens através das bandas 3 e 4 na ferramenta operações aritméticas presente no SPRING, subsidiada por atividades de reconhecimento de campo e consultas a mapas, fotografias aéreas e imagens de satélite de alta resolução espacial, que resultaram na elaboração de mapas de uso e cobertura do solo para cada ano de imageamento. Para cada mapa foram definidas 09 unidades de uso e cobertura do solo (Área Urbana; Rio; Vegetação Natural; Planície Hipersalina; Lagoas e alagadiços; Dunas; Faixa de Praia; lagoas Interdunares Intermitentes; Bancos de Areia), que foram quantificadas e comparadas. Constatou-se que ao longo dos 22 anos analisados a Área Urbana foi a única unidade a apresentar crescimento. A ampliação da malha urbana se deu em detrimento das demais unidades, passando de 34,18% (15,44 km²) em 1985 para 55,62% (25,13 Km²) em 2007, ou seja, houve um acréscimo de 21,44% (9,69 km²); do total da área urbana acrescida, 60,37% (5,85 km²) ocorreu entre 1985 e 1996, e 39,63% (3,84 Km²) no período entre 1996 e 2007. Este menor percentual pode ser explicado pelo fato de no período entre 1996 e 2007 ter ocorrido redução dos espaços passíveis de ocupação, uma valorização da terra na área e uma maior fiscalização e monitoramento da expansão urbana dentro dos limites do Parque Ecológico do Cocó. O levantamento de dados em campo possibilitou a identificação dos mais variados impactos negativos promovidos pela urbanização na área de estudo, como: aterramentos do mangue e alagadiços, desmatamento, descarte de lixo e entulho no leito fluvial, descarga de esgoto doméstico, assoreamento, entre outros. Visando constatar efeitos da urbanização no estuário foram realizadas 22 coletas de sedimentos em seu leito através de uma draga busca fundo (Van Veen) em 11 estações. A análise dos sedimentos coletados foi visual e permitiu o reconhecimento, nas amostras das estações 01, 02, 03, 04 e 09, de resíduos da construção civil, como pedaços de tijolos, de telhas e torrões de cimento e, ainda, lixo e piçarra. Os resultados apresentados apontam para a necessidade de um monitoramento sistemático da expansão urbana na área; para identificação e controle das cargas poluentes de origem residencial e comercial; para o fomento da educação ambiental; para a ampliação do efetivo de policiais na fiscalização do Parque Ecológico do Cocó e para a sua adequação ao Sistema Nacional de Unidade de Conservação – SNUC, conforme a Lei Federal nº 9985 de julho de 2000.

Palavras Chave: Rio Cocó, estuário, SIG, análise multitemporal, evolução urbana.

ABSTRACT

The urban densification and changes in the estuary of the Rio Cocó-Fortaleza/CE against demand of human actions comparative between the years of 1985, 1996 and 2007

The urban densification, which sued in the surroundings of the estuary of the Rio Cocó, favored by the huge population growth occurred in Fortaleza/CE/Brazil, in recent decades, involved in various negative impacts on site. In order to assess urban developments that took place in the surroundings of the estuary of the Rio Cocó and their negative impacts, in the period between 1985, 1996 and 2007, was held a multitemporal image analysis from TM/Landsat-5 of 1985, 1996 and 2007 in GIS (geographic information System). The procedure consisted of visual interpretation of images in different compositions in RGB (4-5-3; 4-3-2; 4-7-3; 5-4-2) and product obtained from processing images through the bands 3 and 4 in arithmetic operations tool present in the SPRING, subsidized by field recognition activities and consultations with maps, aerial photographs and satellite images of high spatial resolution, which resulted in the elaboration of maps of land cover and use for imaging each year. For each map were defined usage 09 units and soil cover (Urban Area; River; Natural Vegetation; Hipersalina Plain; Lagoons and swampy; Dunes; Beach track; Intermittent Interdunares ponds; Sand banks), which have been quantified and compared. It was noted that over the 22 years analyzed the urban area was the only unit to produce growth. The expansion of the urban area was to the detriment of other units, from 34.18% (15.44 km²) in 1985 to 55.62% (25.13 km²) in 2007, that is, there was an increase of 21.44% (9.69 km²); of the total urban area plus, 60.37% (5.85 km²) occurred between 1985 and 1996, and 39.63% (3.84 km²) in the period between 1996 and 2007. This smaller percentage can be explained by the fact that in the period between 1996 and 2007 have been reduction of repeated spaces, an appreciation of land occupation in the area and greater supervision and monitoring of urban sprawl within the bounds of Cocó ecological park. The data collection in the field enabled the identification of various negative impacts promoted by urbanization in the study area, such as: filling of mangrove and wetland, deforestation, disposal and rubble in the riverbed, discharge of domestic sewage, silting, among others. To see the effects of urbanization on the estuary sediment collections 22 were held on his deathbed through a background search dredge (Van Veen) in 11 seasons. Analysis of sediment collected was visual and allowed the recognition, in the samples of 01, 02, 03, 04 and 09, construction waste, such as pieces of bricks, tiles and cement clods and garbage and other residues. The results point to the need for a systematic monitoring of urban expansion in the area; for identification and control of pollutant loads from residential and commercial; for the promotion of environmental education in the area; for the extension of effective police monitoring Cocó ecological park and its suitability to the national system of conservation Units as (SNUC) – Federal Law No. 9985 July 2000.

Keywords: Rio Cocó, estuary, GIS, multitemporal analysis, urban developments.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Mapa de localização da área de estudo.....	37
Figura 02 - Ocupações à margem da desembocadura do Riacho Tauape.....	59
Figura 03 - Trilha do Parque Ecológico do Cocó.....	61
Figura 04 – Vista do Rio Cocó a partir da Sebastião de Abreu.....	61
Figura 05 - Barracas na margem direita da foz do Rio Cocó no bairro Sabiaguaba	62
Figura 06 - Regiões Administrativas de Fortaleza	63
Figura 07 - Composição RGB(543) da imagem TM/Landsat-5 de 1985.....	74
Figura 08 - Composição RGB(543) da imagem TM/Landsat-5 de 1996.....	75
Figura 09 - Composição RGB(543) da imagem TM/Landsat-5 de 2007.....	75
Figura 10 - Carta imagem de referência, Landsat Geocover.....	77
Figura 11 - Draga de Van Veen, GPS e sacos plásticos.....	79
Figura 12 - Barco da Companhia de Polícia Militar Ambiental.....	79
Figura 13 - Fluxograma da metodologia	80
Figura 14 - Composição colorida RGB 453 das imagens TM/Landsat 5.....	83
Figura 15 - Composição colorida RGB 432 das imagens TM/Landsat 5.....	84
Figura 16 - Composição colorida RGB 473 das imagens TM/Landsat 5.....	85
Figura 17 - Composição colorida RGB 542 das imagens TM/Landsat 5.....	86
Figura 18 - Imagens obtidas a partir das bandas 3 e 4 da imagem TM/Landsat-5.....	88
Figura 19 - Mapa de localização das estações de coleta	92
Figura 20 - Coleta de sedimentos com Draga de Van Veen	93
Figura 21 – Abertura da Draga de Van Veen com sedimentos	93
Figura 22 – Coleta de sedimentos na estação 02 na Av. Murilo Borges.....	93
Figura 23 - Mapa de cobertura e uso do solo no ano de 1985.....	96
Figura 24 - Mapa de cobertura e uso do solo no ano de 1996.....	97
Figura 25 - Mapa de cobertura e uso do solo no ano de 2007.....	98

Figura 26 - Foto da aérea do Shopping Center Iguatemi	99
Figura 27 - Av. Engenheiro Santana Júnior, Sebastião de Abreu e Iguatemi	102
Figura 28 - Av. Governador Raul Barbosa e Murilo Borges	103
Figura 29 - Ponte da Avenida Sebastião de Abreu sobre o estuário do Rio Cocó	103
Figura 30 - Avenida Governador Raul Barbosa	104
Figura 31 - Conjuntos habitacionais no entorno do estuário do Rio Cocó.....	105
Figura 32 - Favela do Gato Morto durante estação chuvosa	106
Figura 33 - Área do Pólo de Lazer do Tancredo Neves	106
Figura 34 - Torre Iguatemi Empresarial	107
Figura 35 - Descarte de lixo no entorno do Rio Cocó.....	109
Figura 36 - Galeria de águas pluviais	110
Figura 37 - Eutrofização do Rio Cocó no bairro Aerolândia	111
Figura 38 - Aterramento do mangue para edificações.....	113
Figura 39 - Obra de urbanização das margens do Rio Cocó	113
Figura 40 - Ocupações à margem do Rio Cocó.....	115
Figura 41 - Forno improvisado para queima de mangue e produção de carvão.....	116
Figura 42 - Barraca de praia próxima a foz do Rio Cocó.....	117
Figura 43 - Entulho descartado à margem da foz do rio Cocó.....	117
Figura 44 - Ponte da Sabiaguaba	118
Figura 45 - Mapa contendo acréscimo de área urbana entre 1985 e 2007	120
Figura 46 - Mapa contendo acréscimo de área urbana entre 1985 e 1996	121
Figura 47 - Mapa contendo acréscimo de área urbana entre 1996 e 2007	122
Figura 48 - Sedimentos coletados na Estação 01	124
Figura 49 - Sedimentos coletados na Estação 02	125
Figura 50 - Sedimentos coletados na Estação 03	125
Figura 51 - Sedimentos coletados na Estação 04	126
Figura 52 - Sedimentos coletados na Estação 05	126

Figura 53 - Sedimentos coletados na Estação 06	127
Figura 54 - Sedimentos coletados na Estação 07	127
Figura 55 - Sedimentos coletados na Estação 08	127
Figura 56 - Margem esquerda da Estação 07 e 0 8.....	128
Figura 57 - Sedimentos coletados na Estação 09	128
Figura 58 - Estação 09, margem esquerda.....	129
Figura 59 - Sedimentos coletados na Estação 10	129
Figura 60 - Sedimentos coletados na Estação 11	130

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Sinopse da Compartimentação Geoambiental-Tabuleiro	42
Quadro 02 - Sinopse da Compartimentação Geoambiental – F. de Praia e Terraços	43
Quadro 03 - Sinopse da Compartimentação Geoambiental - Dunas Móveis.....	44
Quadro 04 - Sinopse da Compartimentação Geoambiental - Dunas Fixas	45
Quadro 05 - Sinopse da Compartimentação Geoambiental - Complexo Fluviomarinho	46
Quadro 06 - Sinopse da Compartimentação Geoambiental - Planícies fluviais.....	47
Quadro 07 - Sinopse da Compartimentação Geoambiental - Área de Inundação Sazonal	47
Quadro 08 - Sinopse da Compartimentação Geoambiental – Espelho D. e Pl. Lacustres	48
Quadro 09 - Espécies encontradas nas dunas fixas de Fortaleza	53
Quadro 10 - Espécies encontradas nas dunas móveis de Fortaleza	54
Quadro 11 - Espécies arbóreas encontradas nos mangues de Fortaleza	55
Quadro 12 - Espécies encontradas nos Tabuleiros Pré-Litorâneos	56
Quadro 13 - Unidade fitoecológica, classe de solo e localização geográfica	56
Quadro 14 - Características e aplicações das bandas TM do satélite Landsat-5.....	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Horas de insolação ao longo dos meses em Fortaleza.....	51
Tabela 02 - Temperatura ao longo do ano em Fortaleza	51
Tabela 03 - Evaporação ao longo do ano em Fortaleza.....	52
Tabela 04 - População por Região administrativa.....	64
Tabela 05 - Evolução da população de Fortaleza segundo Região Administrativa	65
Tabela 06 - Densidade demográfica dos bairros adjacentes ao estuário do Rio Cocó	65
Tabela 07 - Habitantes por domicílio por Região Administrativa.....	66
Tabela 08 - Habitantes por domicílio dos bairros adjacentes ao estuário do Rio Cocó	66
Tabela 09 - Esgotamento sanitário por Região Administrativa.....	67
Tabela 10 - Abastecimento de água por Região Administrativa	68
Tabela 11 - Abastecimento de água nos bairros adjacentes ao estuário do Rio Cocó.....	68
Tabela 12 - Renda dos chefes de família por Região Administrativa	69
Tabela 13 - Renda dos responsáveis por domicílios nos bairros adjacentes ao estuário	70
Tabela 14 - IDHM por Região Administrativa.....	71
Tabela 15 - IDHM dos bairros adjacentes ao estuário do Rio Cocó	72
Tabela 16 - Posição dos pontos de coleta de sedimentos	92
Tabela 17 - Evolução da população de Fortaleza	94
Tabela 18 - Comparação das áreas das unidades de uso e cobertura do solo.....	100

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 - Evolução das unidades de uso e cobertura do solo	101
Gráfico 02 - Comparação entre a Área Urbana e as demais unidades de uso	119
Gráfico 03 - Percentuais de crescimento urbano nos períodos 85/96 e 96/07.....	123

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

APP – Área de Preservação Permanente

BD – Banco de Dados.

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente

CPMA – Companhia de Polícia Militar Ambiental.

DETR – Departamento de Estradas, Rodovias e Transportes.

GIS – Geographic Information System.

IDHM – Índice de Desenvolvimento Humano do Município.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

LANDSAT – Land Remote Sensing Satélite.

NDVI – Índice de Vegetação por Diferença Normalizada.

ONG – Organização Não Governamental.

PDPFor – Plano Diretor Participativo de Fortaleza.

PMF – Prefeitura Municipal de Fortaleza.

RMF – Região Metropolitana de Fortaleza.

RMS – Root Mean Square (valor quadrático médio ou valor eficaz)

SEINF – Secretaria de Infraestrutura de Fortaleza

SEINFRA – Secretaria da Infraestrutura de Estado do Ceará

SEMACE – Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Ceará

SEMAM – Secretaria Municipal de Meio Ambiente.

SIG – Sistema de Informação Geográfica.

SPRING – Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas.

UTM – Universal Transverso Mercator

ZCIT – Zona de Convergência Intertropical.

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE QUADROS	xii
LISTA DE TABELAS	xiii
LISTA DE GRÁFICOS	xiv
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	xv
SUMÁRIO	xvi
1 INTRODUÇÃO	18
1.1 – Objetivos	20
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	21
2.1 – O processo de urbanização e a ocupação desordenada do Cocó	21
2.2 – Estuário e planície fluvio-marinha	23
2.3 – A importância da cobertura vegetal.....	25
2.4 – A aplicação de sensoriamento remoto e SIG's em estudos ambientais.....	28
2.5 – A interferência antrópica em ambientes fluviais	30
2.6 – Impacto Ambiental	32
3 ÁREA DE ESTUDO.....	35
3.1 – Localização da área de estudo	35
3.2 – Características físico-geográfica.....	38
3.2.1 – Geologia / Geomorfologia	38
3.2.2 – Aspectos Hidroclimáticos.....	49
3.2.3 – Solos / Vegetação	52
3.3 – Aspectos sócio-ambientais	57
3.3.1 – Indicadores sócio-ambientais dos bairros adjacentes ao estuário do Rio Cocó	63
3.3.1.1 – População	63
3.3.1.2 – Saneamento	67
3.3.1.3 – Renda	69
3.3.1.4 – Índice de Desenvolvimento Humano do Município.....	71
4 MATERIAIS E MÉTODOS	74
4.1 – Materiais	74
4.1.1 – Dados Orbitais	74
4.1.2 – Fotografias Aéreas.....	77
4.1.3 – Dados vetoriais	77
4.1.4 – <i>Softwares</i> empregados	78
4.1.5 – Equipamentos e materiais de coleta de dados em campo	78
4.2 – Metodologia.....	79
4.2.1 – Criação do Banco de Dados.....	81
4.2.1.1 – pré-processamento das imagens	81
4.2.1.1.1 - Registro das imagens.....	81
4.2.1.2 – Processamento das imagens	82
4.2.1.2.1 – Composição em sistema de cores RGB.....	82
4.2.1.2.2 – Operações aritméticas.....	87
4.2.1.2.3 – Realce das imagens.....	89
4.2.1.2.4 – Interpretação visual das imagens.....	89
4.2.2 – Cruzamento dos mapas gerados dos anos de 1985, 1996 e 2007	90
4.2.3 – Trabalho de campo	90

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	94
5.1 – Evolução de uso da cobertura do solo da área de estudo entre os anos 85, 96 e 07	94
5.2 – Evolução Urbana na área de estudo ocorrida nos períodos de 85/96, 96/07 e 85/07 ...	119
5.3 – Análise dos sedimentos coletados no leito do Rio Cocó	123
6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	131
REFERÊNCIAS	134

1 INTRODUÇÃO

O rápido crescimento da população mundial que se seguiu após a primeira Revolução Industrial no século XVIII, acarretou um aumento da pressão sobre os recursos naturais. Grandes espaços naturais cederam lugar às mais variadas estruturas urbanas (prédios, pontes, estradas, linhas de alta tensão, etc.), no campo, áreas agrícolas tiveram que ser ampliadas ao mesmo tempo em que eram super-exploradas para atender à demanda, já o consumismo, pregado pelo capitalismo industrial, intensificou a exploração das mais diversas matérias-primas, gerando sérios problemas de ordem ambiental.

No século XX, ao mesmo tempo em que o contingente populacional acelerava seu ritmo de crescimento observava-se uma expansão das áreas urbanas. Processo que, na maioria das vezes, ocorreu de forma desordenada e sem monitoramento, implicando em graves desequilíbrios ambientais em várias regiões do planeta. Exemplo disso pode ser verificado quando se observa que a maior parte dos rios, em áreas urbanas, apresentam-se poluídos ou contaminados; que florestas foram devastadas para dar lugar às cidades, ou ainda, quando se verifica que os adensamentos urbanos favorecem o fenômeno conhecido como “ilhas de calor”, elevando, assim, as temperaturas locais em virtude de grande concentração de concreto e asfalto.

Esses impactos, contudo, não podem ser considerados apenas em escala local, pois ocorrem simultaneamente nas mais diversas áreas da Terra, e, combinados, têm contribuído para alterar os padrões da dinâmica ambiental global. Os efeitos associados desencadeiam problemas que vão desde mudanças no regime pluviométrico de certas regiões a fenômenos como o aquecimento global.

Nessa perspectiva, se torna urgente a elaboração de estudos que identifiquem mudanças na dinâmica terrestre, tanto em escala local quanto em escala global, permitindo assim um planejamento que oriente as atividades humanas e que garanta a utilização racional dos recursos, levando em consideração a dinâmica de ocupação do espaço físico e sua vocação natural.

Sendo assim, é necessário o levantamento de informações das variáveis de ordem física e humana de determinada região ou área que permitam, através de uma análise técnica e/ou científica, compreender sua dinâmica espacial para conduzir a um plano de ação que vise compatibilizar as ações humanas aos limites da natureza.

Como a maior parte dos corpos d'água em áreas urbanas do território brasileiro, o Rio Cocó, que cruza a porção oriental da cidade de Fortaleza-CE, é marcado por forte intervenção humana. Sem o monitoramento da expansão urbana na capital cearense por parte do poder público, houve um progressivo avanço de edificações nas áreas de várzea e nas margens do Rio que conduziram a significativas mudanças em seu quadro físico.

Ao longo de seu curso podem ser observadas obras de infraestrutura pública, como pontes e estradas, além de prédios comerciais e, sobretudo, áreas residenciais, que vão desde habitações insalubres, representadas por favelas, até aquelas fruto da especulação imobiliária que atende a pessoas de alto poder aquisitivo.

O resultado da urbanização desordenada é a supressão em diversos pontos da mata ciliar, o que vem favorecendo a erosão de suas margens com conseqüente assoreamento de seu leito. Pode se observar ainda que ao longo da planície de inundação, inclusive sobre o mangue, ocorrem diversos pontos de aterramentos, que se tornam necessários para edificação nesse tipo de terreno. Além disso, associado ao processo de urbanização ocorre a impermeabilização dos solos, que compromete a recarga do lençol subterrâneo e gera sérios transtornos durante o período chuvoso com os alagamentos de ruas e avenidas. A qualidade dos recursos hídricos também está comprometida a partir do lançamento de efluentes e resíduos sólidos lançados ao rio e em seus afluentes, pela população do seu entorno, sobretudo daquelas habitações que não dispõem de saneamento básico.

Todas essas mudanças não só alteram a paisagem local, como também, comprometem a biodiversidade, impossibilitam a navegação, inibem atividades recreativas, educativas e turísticas, inviabilizando, conseqüentemente, o desenvolvimento de práticas sustentáveis.

A situação se torna mais grave quando se considera que a vegetação que margeia o Rio faz parte de área de preservação permanente (APP) de acordo com o Código Florestal Brasileiro (Lei nº 4771/1965). Além disso, seu trecho estuarino, que apresenta 13 km de extensão, faz parte do Parque Ecológico do Cocó, criado através do decreto estadual nº 20.253/1989, e ampliado a partir do decreto nº 22.587/1993, totalizando uma área de 1.155,2 hectares.

Como forma de alertar sobre o agravamento dos impactos gerados ao longo do Rio Cocó, a partir das atividades humanas no decorrer dos anos, tendo em vista o grande incremento populacional na cidade, que já ultrapassou os dois milhões e meio de habitantes, o presente trabalho tem como objetivo geral analisar o processo de uso da cobertura do solo no

entorno de seu estuário nos anos de 1985, 1996 e 2007, utilizando como suporte de avaliação das mudanças ocorridas as imagens do satélite TM/Landsat-5 e reconhecimento de campo integrados em ambiente SIG.

1.1 Objetivos

Objetivo geral:

Analisar o processo de uso da cobertura do solo verificado no entorno do estuário Rio Cocó nos anos de 1985, 1996 e 2007, com base numa interpretação de imagens do satélite TM/Landsat-5 e reconhecimento de campo, integrados em ambiente SIG.

Objetivos específicos:

- 1- Realizar pesquisa bibliográfica e de campo de dados sociais e ambientais da área de estudo;
- 2 - Realizar o processamento, análise e interpretação multitemporal de imagens de satélite para obtenção dos mapas de uso e cobertura do solo na escala de 1: 70.000;
- 3 - Efetuar o cruzamento dos mapas gerados de diferentes datas, em ambiente SIG para identificação de mudanças no período mencionado;
- 4 - Identificar os impactos gerados pelas ações antrópicas no estuário do Rio Cocó.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. O processo de urbanização e a ocupação desordenada no Cocó

A explosão demográfica ocorrida no Brasil na segunda metade do século XX juntamente com o intenso processo de urbanização, que marcou o período, provocaram impactos desastrosos na paisagem natural das cidades.

De acordo com Tundisi (2005), a urbanização é causa fundamental dos impactos nos ecossistemas aquáticos da superfície e subterrâneos. Tendo grandes consequências ao modificar a drenagem e gerar problemas à saúde humana, enchentes, deslizamentos e desastres provocados pelo desequilíbrio no escoamento das águas.

Ao longo do tempo, os espaços ficaram cada vez mais reduzidos à medida que a população do campo convergia para os centros urbanos como consequência do agravamento das condições de sobrevivência no meio rural, que se deu como resultado da concentração fundiária, das péssimas condições de trabalho, dos baixos salários, da carência de serviços essenciais (escolas, hospitais, água, luz, etc.), da gradativa mecanização da atividade agrícola e dos problemas originados pelos fenômenos naturais, como as secas e geadas.

Parte significativa desse grupo, que partiu em busca de emprego e melhores condições de vida nas cidades, não conseguiu ser absorvida pelas atividades produtivas. Sem renda e sem condições de garantir as condições mínimas de sobrevivência, grandes levas de pessoas passaram a ocupar áreas impróprias (e sem a menor infraestrutura), inclusive de risco, ditas de domínio público, como mangues, áreas de várzeas, morros e dunas; resultando numa série de problemas de ordem ambiental. O conjunto dessas habitações ficou conhecido como favelas e passou a caracterizar a paisagem urbana das cidades brasileiras, sendo marcante sua presença no entorno do Rio Cocó na cidade de Fortaleza.

Conforme Santos (2005) a urbanização brasileira apresenta uma forte associação com a pobreza. O fato de a população não ter acesso aos empregos necessários, nem aos bens e serviços essenciais, favorece a expansão da crise urbana. Algumas atividades continuam a crescer, ao mesmo tempo em que pode ser observado o empobrecimento da população e a degradação de suas condições de existência.

Esses espaços, todavia, não foram apenas ocupados por favelas; muitos ambientes passaram a ser ocupados por residências ou por condomínios de luxo através da especulação imobiliária que procurou vender não só prédios, mas toda a visão panorâmica das áreas que

exibiam atrativos naturais. Ao longo do trecho do Rio Cocó em que foi criado o Parque Ecológico do Cocó, houve uma supervalorização dos empreendimentos a partir da visão extraordinária do parque oferecida pela localização dessas obras.

Como consequência da especulação imobiliária se deu um avanço de inúmeros prédios residenciais e comerciais no entorno do Parque, resultando em sérios problemas para o ecossistema local, como: desmatamento que reduz a capacidade de absorção do lençol freático e intensifica os processos erosivos que contribuem para o assoreamento do canal fluvial; mudança do regime hidrológico que pode comprometer o fluxo hídrico e sedimentar do Rio; e emissão de cargas não pontuais, advindas, principalmente, de esgotos domésticos, que compromete a qualidade da água e o equilíbrio do mangue que compõe o ecossistema.

Vannuci (2002) destaca que o esgoto pode conter substâncias nocivas, inclusive metais pesados, que uma vez lixiviados para a área costeira, são absorvidos e imobilizados nos tecidos de espécies utilizadas como fonte alimentar pelo homem, especialmente os bivaldos. A autora Salienta que deveria ser proibido o uso dos manguezais como destino final do lixo, uma vez que causa poluição dos solos e das águas.

O processo de ocupação ao longo do rio Cocó vem se ampliando sem que haja uma contra partida por parte do poder público no intuito de conter o seu avanço ou promover a desapropriação das terras ali ocupadas. Inclusive o próprio estado tem servido de mau exemplo ao realizar a construção de pontes e avenidas sobre áreas consideradas de preservação permanente e que resulta em graves problemas na dinâmica do rio.

De acordo com Dios e Marçal (2009), muitos parques brasileiros são considerados “parques de papel”, ou seja, não efetivados. Os governos, em suas diversas esferas, os estabelecem por decretos, mas não se esforçam para implementá-los efetivamente e bem manejá-los.

Várias avenidas foram construídas transversalmente ao Rio Cocó. Sobre o seu estuário podem ser observadas as seguintes Avenidas: Sebastião de Abreu, edificada pelo Departamento de Estradas, Rodovias e Transporte do Ceará (DERT), Engenheiro Santana Júnior e General Murilo Borges construídas pela Prefeitura Municipal de Fortaleza (PMF), e a ponte de Sabiaguaba, cuja construção foi iniciada pela PMF e finalizada pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT).

Segundo Silva (2003) essas avenidas impactam negativamente o ecossistema manguezal, sobretudo a Avenida General Murilo Borges, a qual funciona: como dique, ao impedir a entrada das águas marinhas no interior da parte montante do manguezal, e como

barragem, ao dificultar a passagem livre para o oceano das águas doces, drenadas da bacia hidrográfica. Tais intervenções alteram a fonte de energia, e desviam boa parte dos aportes energéticos e dos fluxos de matérias antes que sejam incorporados ao manguezal do Rio Cocó. Esse processo contínuo degrada o mangue e impede a regeneração do ecossistema, uma vez que essas avenidas pressionam de forma pontual e se tornou praticamente impossível a eliminação dessas obras do meio onde estão inseridas.

Conforme o citado autor, o poder público é o maior responsável pelas transformações sofridas pelo manguezal do rio Cocó, ao estimular a especulação imobiliária, as invasões para construções irregulares e outras ações predatórias ao manguezal.

2.2. Estuário e planície fluviomarinha

Conforme Pritchard (1955 *apud* Miranda, Castro e Kjerfve, 2002), “estuário é um corpo de água costeiro semifechado, com uma livre circulação com o oceano aberto, no interior do qual a água do mar é mensuravelmente diluída pela água doce oriunda da drenagem continental”.

A palavra estuário é derivada do adjetivo latino *aestuarium*, cujo significado é maré ou onda abrupta de grande altura, fazendo referência a um ambiente altamente dinâmico, com mudanças constantes em resposta a forçantes naturais. Esse termo é utilizado genericamente para indicar o encontro do rio com o mar, caracterizando uma foz litorânea. Portanto, trata-se de um ecossistema de transição entre o oceano e o continente; a complexidade e vulnerabilidade a influência do homem são características comuns a todos os estuários. Em condições naturais, os estuários são biologicamente mais produtivos do que os rios e os oceanos adjacentes, por apresentarem altas concentrações de nutrientes que estimulam a produção primária (MIRANDA, CASTRO E KJERFVE, 2002).

De acordo com Araújo (2006) os estuários são ambientes complexos, dinâmicos e bioticamente ricos. Suas águas apresentam níveis elevados de turbidez e gradiente de salinidade que são influenciados pelo regime pluviométrico da região, com mudanças sazonais da intensidade do fluxo de água doce ou pelas mudanças no nível das marés. A dinâmica observada nos estuários é o que lhes confere características únicas, com alterações diárias e sazonais das condições físico-químicas do ambiente, sobretudo da salinidade, e que permite o desenvolvimento de comunidades biológicas típicas, inclusive, com algumas espécies só encontradas nesse ecossistema.

Segundo Miranda, Castro e Kjerfve, (2002), aproximadamente 60% das grandes cidades no mundo cresceram ao longo dos estuários. Esse percentual também pode ser

observado no Brasil, visto que no decorrer do tempo os estuários, sistemas estuarinos e lagunas costeiras contribuirão diretamente para o desenvolvimento de grandes e médias cidades brasileiras sofrendo, como consequência, alterações na dinâmica sedimentar e erosiva e nas características tais como: Geometria, descarga de água doce, correntes de maré e qualidade da água, que foram alteradas por fenômenos naturais e pelo homem no decorrer dos séculos.

“Os estuários são as regiões mais procuradas para o desenvolvimento de atividades portuárias, turísticas e pesqueiras” (SERAFIM E HAZIN, 2006). Conforme Miranda, Castro e Kjerfve (2002), o desenvolvimento das cidades brasileiras próximas aos estuários ocorreu devido à facilidade para instalações portuárias, à capacidade natural para renovar periódica e sistematicamente suas águas, à comunicação natural com regiões de manguezais, à abundante comunidade biológica e, ainda, pela proximidade de atividades econômicas e de lazer.

De acordo com Ketchum (1983, *Apud* Molisani E Cruz, 2005) “como ecossistemas estas áreas são habitat de aves, mamíferos e peixes, local de desova e criação de muitas comunidades biológicas, ao mesmo tempo que desempenham um importante papel nas rotas migratórias de peixes de valor comercial”.

Fortaleza, hoje com a quinta maior população do país (Fortaleza, 2009), cresceu em torno das bacias dos rios Maranguapinho, Cocó e Pacoti. A partir do processo de expansão da malha urbana nas últimas décadas, e com a progressiva redução dos espaços disponíveis, nem mesmo os ambientes estuarinos foram poupados. Foram diversas as intervenções antrópicas nesses ecossistemas, sobretudo no Rio Ceará e Cocó, marcados pelas atividades salineiras e pelo por forte avanço das edificações em suas planícies fluvio-marinhas.

Os problemas ambientais se ampliam à medida que a população cresce e aumenta a pressão sobre o ecossistema, gerando perdas de áreas naturais a partir do desmatamento e aterramento do manguezal, bem como, da poluição provocada pelos esgotos e lixo urbano, pesca predatória e proliferação de favelas.

Segundo Almeida e Pereira (2009), “as taxas de crescimento de inúmeras áreas ribeirinhas demonstram que a pressão sobre esses ecossistemas é cada vez maior e resultante da expansão urbana, associada a grandes obras de engenharia, como portos, aterros e dragagens”.

Conforme Brandão (1995), o elevado incremento populacional nas últimas décadas, associado ao desenvolvimento industrial na Região Metropolitana de Fortaleza, tem

gerado diversos problemas relacionados ao uso e ocupação do solo, que se refletem num quadro de degradação ambiental, semelhante ao verificado em outros grandes centros urbanos do país.

“O baixo curso do Rio Cocó, que constitui a planície flúvio-marinha, está localizado a partir do conjunto Lagamar-BR 116 e prolonga-se em direção a foz, na Praia do Caça e Pesca” (PEDROSA, 1995). Conforme Rocha, Frota e Meireles (2008), a zona estuarina do Rio Cocó atinge 13 km de extensão a partir da foz, que representa o limite de ação das marés.

De acordo com Souza (2000), as planícies fluvio-marinhas são faixas de terras que se estendem perpendicularmente à linha de costa, em estuários, que apresentam sedimentos de fino calibre, de origem flúvio-marinha, com solos lodosos, negros, profundos, estando parcial ou permanentemente submersos; O húmus alcalino que se desenvolve favorece a fixação dos mangues, cuja área de ocorrência vai depender da ação da salinidade; a vegetação que é adaptada ao ambiente salino (halófitas) serve de criadouro de inúmeras espécies de peixes e crustáceos; apesar do poder de regeneração, o sistema, ecológico do mangue é frágil e muito vulnerável à degradação. Caracteriza-se, portanto, em um ambiente fortemente instável com vulnerabilidade alta à ocupação.

É um ecossistema que precisa de uma maior atenção por parte do poder público e dos órgãos ambientais de fiscalização, tendo em vista a importância da área para o equilíbrio ambiental, a suscetibilidade ao uso sustentável e o aparato legal que a protege.

Segundo Souza (2000) as planícies fluvio-marinhas constituem áreas de uso e acesso restritos por imposições legais. Sendo ecossistemas sujeitos à preservação compulsória e permanente de sua biodiversidade. Apresentam sustentabilidade de moderada a alta, desde que mantidas e observadas as atuais restrições legais e a um rigoroso monitoramento ambiental.

2.3. A importância da cobertura vegetal

Segundo Bertoni & Lombardi (1999), “cobertura vegetal é a presença de culturas, árvores, gramíneas, raízes e herbáceas que podem ser utilizadas pelo homem”.

A cobertura vegetal exerce extrema importância na proteção do solo e no equilíbrio do meio ambiente. De acordo com Tricart (1977), a vegetação tem um papel destacado contra a erosão pluvial e eólica, o que o mesmo batizou de fitoestasia pelo efeito

estabilizador dessa cobertura sobre o solo ao reduzir a força cinética das gotas da chuva e a ação do vento no que ele denominou de efeito rugosidade.

Conforme Carvalho (2006), os diversos estratos de copa diminuem o impacto das gotas de chuva no solo, favorecendo uma maior infiltração, retenção e conservação da água. A cobertura das copas é responsável pela redução da temperatura do solo diminuindo assim a evaporação e, conseqüentemente, a perda de água. A ocorrência de vários estratos de copa e a deposição de resíduos orgânicos são fatores que contribuem para reduzir o processo erosivo.

Além disso, os espaços preenchidos por vegetação podem filtrar a poluição e reter partículas de poeira e fuligem. E, também, bloquear a luz solar e amenizar o calor que é intensificado pela enorme concentração de concreto e asfalto nos centros urbanos que são responsáveis pelo fenômeno conhecido como “ilhas” de calor.

Aliado ao efeito protetor-estabilizador, somam-se também as atividades socioeducativas que estão ligadas às áreas verdes, como: lazer, educação ambiental, ecoturismo etc.

Ao longo dos rios merecem destaque a vegetação que os margeiam, conhecida como mata ciliar, vegetação ripária, vegetação ribeirinha ou mata de galeria, conforme a região do país. De acordo com Kageyama e Lima (1989 *apud* Brito *et al.* 2009), as matas ciliares agem como barreira física, controlando os processos de troca entre os sistemas terrestre e aquático, promovendo condições favoráveis à infiltração, evitando a erosão e assoreamento. Sua presença diminui consideravelmente a possibilidade de “contaminação” dos cursos de água por sedimentos que normalmente não seriam transportados pelo fluxo.

As regiões estuarinas apresentam sedimento de fundo do tipo lamoso em sua maior parte, e nas suas margens se destaca a vegetação de mangue, formada por espécies com morfologia e fisiologia adaptadas para sobreviverem em solo não consolidado, inundáveis, com baixo teor de oxigênio e altos valores de salinidade (ARAÚJO, 2006).

Os manguezais desempenham importantes funções ecológicas que os tornam imprescindíveis para a região costeira tropical, como: Redução do impacto do mar na terra; controle da erosão pelo sistema radicular do mangue; estabilização e o crescimento da terra mar adentro; retenção de sedimentos terrestres de escoamento superficial; “filtro biológico” de sedimentos, nutrientes e até mesmo poluentes, o que impede o assoreamento e a contaminação das águas costeiras; abrigo de fauna, sendo considerado um “habitat crítico”, na forma de berçário para moluscos, crustáceos e peixes (PESSOA, 2002).

De acordo com Vannucci (2002), os manguezais exportam nutrientes para os sistemas adjacentes, contribuindo para sustentar de forma eficiente a pesca costeira e estuarina, a fauna dos baixios lodosos, dos bancos de gramíneas marinhas e recifes de coral na zona costeira, abaixo do manguezal.

“Por tudo isso, os mangues são considerados como áreas de preservação permanente, conforme a Lei nº 4.771, no seu Artigo 2º, que institui o Novo Código Florestal Brasileiro, promulgada em 15 de setembro de 1965” (PESSOA, 2002).

Vannucci (2002), após décadas de observação, experiência e análise das boas e más consequências da interferência humana no sistema tropical e entremarés, conclui:

1. O sistema hidrológico dos manguezais não deve ser alterado; os meandros, as ramificações e anastomoses dos rios e riachos são vitais para a saúde dos manguezais e para o aumento da produtividade, não devendo ser alinhado ou retificado;
2. Não se deve impedir o fluxo das marés ou do mar para os manguezais, seja por diques, molhes ou barragens;
3. Os manguezais não devem ser irresponsavelmente convertidos para outros usos;
4. Os manguezais podem ser mais bem utilizados e gerenciados como sistemas de uso múltiplo (VANNUCI, 2002).

De acordo com Vannucci (2002), os impactos humanos diretos que ocorrem sobre os manguezais, como extração de madeira, sal, aquicultura, etc., são pouco importantes no Brasil. Contudo, vem aumentando de forma acelerada os impactos indiretos associados à urbanização, à industrialização do litoral e alteração significativa das bacias de drenagem costeira para diversificação do uso das águas para fins de abastecimento urbano, industrial e na agricultura irrigada.

Embora protegida pela legislação ambiental, grandes hectares da vegetação de mangue no país foram desmatados ou aterrados para implantação de projetos urbanísticos, industriais e turísticos. Apesar da mobilização de ambientalistas e Organizações Não Governamentais (ONG), são inúmeros os projetos que são aprovados pelo poder público, através de seus órgãos de fiscalização e licenciamento ambiental, contrariando inclusive as determinações constitucionais.

Exemplo disso foi a construção do Shopping Center Iguatemi, inaugurado em 1982 sobre a planície fluviomarinha do Rio Cocó em Fortaleza. E que continuou a se expandir

sobre o mangue ao longo das décadas seguintes. Mais recentemente ocorreu a construção do edifício comercial Iguatemi Empresarial, que teve o licenciamento concedido pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMAM).

De acordo com Rocha, Frota e Meireles (2008), na zona estuarina do Rio Cocó restam 375 ha de mangue que conseguiram resistir ao desmatamento ao longo dos anos, o que corresponde a 1,72% dos manguezais de todo estado do Ceará.

Tendo em vista a importância dessa vegetação, se torna de extrema importância adequar as diversas atividades humanas, fomentar a educação ambiental, e promover a reordenamento territorial, no intuito de garantir a preservação, conservação e recuperação do ecossistema manguezal.

Segundo Ross (2004), “é cada vez mais necessário que faça inserções antrópicas absolutamente compatíveis com as potencialidades dos recursos naturais de um lado e com as fragilidades dos sistemas ambientais naturais de outro”.

O reconhecimento da importância da cobertura vegetal para o bem estar da população requer uma forte disseminação de informações através dos meios de comunicações, escolas e organizações ambientais. A sensibilização da população para uma relação menos agressiva com o mangue, e para os problemas ambientais decorrentes de suas intervenções, pode ser uma arma num processo gerenciamento do ecossistema e até mesmo de unidades de conservação.

De acordo com Silva e Rodrigues (2010), “a efetivação e proliferação de uma cultura ambiental é necessária, para que o ser humano sinta-se, como parte integrante de um sistema complexo maior, resultante de simbiose entre os processos naturais e culturais”.

“Conhecer a cobertura vegetal que precedeu a chegada dos equipamentos, dos edifícios, do mobiliário, das vias públicas, torna-se de grande valor para efeitos benéficos e são essenciais à qualidade de vida urbana da futura cidade que se instalará nesse local” (MILANO, 1992, *apud* COSTA 2004). “As áreas do entorno que ainda evidenciam cobertura vegetal natural poderão se tornar verdes, espaços livres, jardins etc, que exercerão importantes funções ambientais dentro da área urbana”. (COSTA, 2004).

2.4. Aplicação de Sensoriamento remoto e Sistemas de Informações geográficas (SIG's) em estudos ambientais.

De acordo com Cunha (2005) o melhor método para identificação de mudanças fluviais provocadas pelas ações humanas é aquele que se apóia no monitoramento das modificações do canal, em locais-marco. Para aplicação desse método são necessários dados coletados durante algum tempo, o que requer observações anteriores às modificações, muitas vezes obtidas em fotos aéreas.

Com avanço tecnológico nas últimas décadas e o desenvolvimento de satélites artificiais, com a conseqüente aquisição de imagens da superfície terrestre através do sensoriamento remoto, o método anterior pode ser aplicado de forma mais eficiente, tendo em vista a quantidade e qualidades das imagens colhidas.

Segundo Florenzano (2002) sensoriamento remoto é o termo usado para descrever a tecnologia que permite obter imagens e outros tipos de dados, da superfície da Terra, através da captação e do registro da energia refletida ou emitida pela superfície. O termo sensoriamento é utilizado para se referir à obtenção dos dados, enquanto o remoto significa distante, ou seja, é a obtenção de dados sem o contato físico entre o sensor e a superfície terrestre.

As imagens de satélite nos fornecem uma visão sinóptica (de conjunto) e multitemporal (de dinâmica) de extensas áreas da superfície terrestre. Elas mostram os ambientes e as suas transformações, destacam os impactos causados por fenômenos naturais e antrópicos através do uso e da ocupação do espaço (FLORENZANO, 2002).

Além disso, foram desenvolvidos sistemas computacionais, conhecidos como Sistemas de Informações Geográficas (SIG's), com ferramentas que permitem operar sobre imagens de satélites na busca de levantamento de informações de interesse e assim garantir um ganho de conhecimento. Sendo possível através de imagens multitemporais a aquisição do quadro ambiental pretérito e atual de determinada área.

De acordo com Silva (2001) um SIG é um sistema que tem capacidade de operar sobre dados – que são apenas registros de ocorrência de fenômenos identificados – reestruturando-os para que se possa obter conhecimento sobre posições, extensões e relacionamentos taxonômicos, espaciais e temporais contidos em suas bases de dados. Além das possibilidades de atualização de seus dados, um SIG precisa dispor de mecanismos que permitam a transformação desses registros de ocorrência em ganho de conhecimento e facilite a verdadeira comunicação. Deve trazer aos dados, da forma mais direta e clara possível, o significado das transformações executadas e, assim, propiciando o partilhamento da informação entre os usuários.

Vários são os estudos que integram os dados do sensoriamento remoto às ferramentas operacionais dos Sistemas de Informações Geográficas. A partir dessa interação é possível realizar levantamentos, análise e relacionamentos em determinada situação ambiental e gerar conseqüentemente informações relevantes que poderão orientar tomadas de decisão sobre a realidade analisada.

Jacinto (2003) elaborou um quadro diagnóstico da Área de Proteção Ambiental (APA) do Capivari Monos na Região Metropolitana de São Paulo com informações produzidas através da aplicação de geoprocessamento e sensoriamento remoto. Imagens dos satélites LANDSAT – 5 e LANDSAT – 7 foram comparadas, com emprego de técnicas de detecção de mudanças (NDVI), para quantificação do desmatamento no período entre 1991 e 2000. Os resultados foram quantificados por sub-bacias hidrográficas, compondo um quadro comparativo que se destina a subsidiar a gestão ambiental da APA.

Junior e Sousa (2007) realizaram uma análise multitemporal da cobertura vegetal no Parque Estadual de Bacanga, localizado em São Luís do Maranhão. Através da subtração de imagens LANDSAT-5 de 1984 e 2004 em ambiente SPRING, concluíram que ao longo dos vinte anos o parque apresentou-se conservado, com ampliação da cobertura vegetal não alterada e crescimento das áreas regeneradas.

Freires (2009) detectou mudanças na cobertura vegetal do município de Maracanaú-CE a partir de imagens Landsat-5 de 1991 e 2006 utilizando os SIG's SPRING e TERRAVIEW. Concluiu que para o período de 15 anos houve um incremento de aproximadamente 8% na área desmatada da cidade.

2.5. A interferência antrópica em ambientes fluviais

Park (1981) e Knighton (1984, *apud* Cunha 2005) destacam dois grupos de mudanças fluviais provocadas pelas ações humanas. O primeiro está ligado a alterações desenvolvidas diretamente na calha fluvial com intuito de controlar vazões ou modificar a forma do canal determinada pelas obras de engenharia, que visam estabilizar as margens, atenuar os efeitos de enchentes, inundações, erosão ou deposição de material, retificar o canal e extrair cascalhos. Tais obras alteram a seção transversal do rio, o padrão de canal, entre outras modificações. O segundo grupo refere-se às mudanças fluviais indiretas, geradas pelas atividades humanas que ocorrem fora da área dos canais, mas que contribuem para modificar o comportamento da descarga e da carga sólida do rio. Essas atividades interferem no

equilíbrio natural da bacia hidrográfica e estão ligadas ao uso da terra, como a remoção da vegetação, desmatamento, emprego de práticas agrícolas indevidas, construção de prédios e urbanização.

De acordo com Suguio e Bigarella (1979), as modificações em bacias hidrográficas induzidas pela urbanização devem ser estudadas sem exceção e o seu controle realizado no contexto das propriedades físicas dos sistemas de drenagem, inclusive, dos processos de sedimentação e erosão, casualmente comparando os resultados com os de áreas não urbanizadas para avaliar as alterações introduzidas pelo homem.

Os rios vêm perdendo suas características naturais à medida que são transformados pela expansão urbana. O desenvolvimento de obras de engenharia, que muitas vezes ocorre sem levar em consideração o conjunto da rede de drenagem, provoca modificações nas seções transversais e no perfil longitudinal do rio, alterando a eficiência do fluxo. Assim, passa a ser imprescindível avaliar a geometria do canal, em áreas urbanas, identificando os setores mais afetados, no intuito de subsidiar projetos de planejamento, restauração e recuperação dos mesmos (CUNHA, 2006).

Pressionado pela urbanização, o Rio Cocó vem ao longo do tempo passando por várias modificações resultantes das interferências antrópicas. Conforme Pessoa (2002), a partir da BR-116, limite montante do estuário, houve devastação e aterramento de sua área, para ocupação da população de baixa renda; nesse ponto o Rio foi dragado como medida corretiva dos processos de inundações da área, frequentes no período chuvoso. Mais adiante, na margem direita do canal fluvial, próximo à Avenida Engenheiro Santana Júnior, ocorreu aterramento de extensa área de mangue para construção do Shopping Center Iguatemi, vias de acesso e área de estacionamento.

Pessoa (2002) destaca que, na década de 1970, houve uma dragagem no leito do Rio Cocó com o intuito de dar acesso à passagem das embarcações que transportavam sal. Essa escavação implicou em modificações em sua calha, e tornou um rio de aspecto sinuoso (meandrico) em um canal praticamente retilíneo.

Os impactos geomorfológicos que ocorrem no canal retificado provocam mudanças no padrão de drenagem ao reduzir o comprimento do canal, com a eliminação dos meandros; produz modificações na forma do canal, reduz a rugosidade do leito e amplia seu gradiente. No trecho jusante do canal retificado ocorre um aumento da carga sólida e rápido assoreamento a partir da passagem da draga, assim como, erosão no canal pelos eventos torrenciais do regime. A erosão dos bancos de areia, originados dos sedimentos que

resultaram da passagem da draga, pode contribuir para ampliação da quantidade de sedimentos que chega à foz do rio principal, alterando o processo natural de sedimentação e dando origem a novas formas deposicionais (CUNHA, 2005).

Conforme Guerra e Cunha (2004) há certa proporção entre os diferentes tamanhos da calha de um rio, desde a nascente até a sua foz. Porém as ações antrópicas desenvolvidas em determinado setor do rio tendem a modificar, de diferentes formas e escalas de intensidade a dinâmica desse equilíbrio. Consequentemente, o rio para encontrar o seu equilíbrio anterior, promove intensa erosão de suas margens, assim como, a mudança na topografia do fundo do leito.

É possível observar, também, em vários pontos do Rio Cocó uma grande quantidade de lixo oriundo, sobretudo, da população ribeirinha. O lixo que verte para o rio tem contribuído para retenção do fluxo d'água, que por sua vez tem sua capacidade de transporte sedimentar reduzida e consequentemente gera o assoreamento do canal fluvial. Segundo Cunha (2005), “a alteração na eficiência do fluxo é dada pelo aparecimento de obstáculos. Assim, quanto mais lisa for a calha, maior será a eficiência do fluxo”.

Conforme Christofolletti (1981), os dois elementos mais importantes na estruturação do sistema de geometria hidráulica, em cursos aluviais, são o fluxo e o material sedimentar. E mudanças ocorridas na vazão de um rio produzem como consequência alterações e ajustamentos em diversas variáveis, sobretudo na largura, profundidade, velocidade, rugosidade e concentração de sedimentos.

2.6. Impacto ambiental

Conforme a Resolução do Conama nº 001/1986, em seu artigo 1º, considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das 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;
- V- A quantidade dos recursos naturais.

De acordo com Sánchez (2006) impacto ambiental “é alteração da qualidade ambiental que resulta da modificação de processos naturais ou sociais provocadas por ação humana”.

Segundo Coelho (2006), impacto ambiental “é o processo de mudanças sociais e ecológicas causado por perturbações (uma nova ocupação e/ou construção de um objeto novo: uma usina, uma estrada ou uma indústria) no ambiente”.

De acordo com Sánchez (2006) “se impacto ambiental é uma alteração do meio ambiente provocada por ação humana então é claro que tal alteração pode ser benéfica ou adversa”.

A urbanização que se processou no entorno do estuário do Rio Cocó gerou os mais variados impactos no que refere aos aspectos físicos, ambientais e sociais. Grande parte das obras edificadas pelo poder público na área de estudo teve como objetivo sanar problemas de mobilidade urbana, com a construção de vias e pontes, fornecer lazer a população local através da construção de praças, calçadas e trilhas, e diminuir o déficit de moradias através da construção de conjuntos habitacionais. Essas intervenções significaram vários impactos positivos para população que ali reside. Todavia, tais obras acarretaram alterações no meio ambiente, implicando, também, em diversos impactos negativos de ordem física e social.

As modificações efetuadas no intuito de garantir o benefício da população ocorreram mediante desmatamento, aterramento do mangue, de lagoas e alagadiços e dragagem e retificação do canal fluvial. Como resultado dessas ações foram verificados os mais variados problemas ambientais na área, que se refletem no cotidiano da população local, sobretudo aquela de menor renda. As intervenções pensadas no sentido de resolver ou amenizar os problemas sociais conduziram a outros de difícil resolução, uma vez que não há possibilidade dessas obras serem eliminadas pela importância que representam.

Exemplo de impacto ambiental negativo verificado na área são os constantes alagamentos verificados nas vias e residências no entorno do estuário do Rio Cocó durante os períodos chuvosos. Com os aterramentos do mangue e da planície de inundação, assim como a pavimentação de ruas e avenidas, a drenagem perde eficiência e as águas pluviais não percolam, gerando problemas na fluidez do trânsito e ocasionando prejuízos para aqueles moradores que tem suas casas invadidas pelas águas.

Além disso, as pessoas que são submetidas ao contato das águas dos alagamentos e das cheias do rio, ou mesmo aquelas que utilizam o rio para subsistência, estão sujeitas a

adquirir doenças de veiculação hídrica devido ao grau de poluição atingido como resultado da emissão de esgotos domésticos e comerciais sem tratamento.

A poluição também é responsável pela redução gradativa da oferta de peixes no estuário, diminuindo as alternativas de sobrevivência da população ribeirinha. Impossibilita ainda, atividades recreativas e até mesmo a navegação devido ao desenvolvimento de algas no espelho d'água do rio.

As obras e intervenções que foram realizadas na área de estudo no intuito de reduzir os problemas urbanos atingiram de forma diferenciada os vários segmentos sociais. Enquanto as classes mais abastadas, que ocupam áreas mais valorizadas, com excelente infraestrutura urbana, absorvem somente os benefícios dos empreendimentos, como o uso de praças e trilhas para o lazer, ou tem o tempo de percurso reduzido até o seus destinos devido a construção de novas avenidas, as classes desfavorecidas recebem o ônus de todas as intervenções, já que a essas pessoas restam as terras mais desvalorizadas e conseqüentemente sujeitas aos riscos ambientais.

Segundo Carlos (2007), “o espaço urbano se reproduz, reproduzindo a segregação, fruto do privilégio conferido a uma parcela da sociedade brasileira”.

De acordo com Coelho (2006), os impactos ambientais decorrentes das atividades econômicas atingem, sobretudo, os setores menos favorecidos da população, que distribuída em áreas sujeitas às transformações próprias dos processos ecológicos, porém aceleradas pelas ações humanas, não apresentam condições financeiras de enfrentar os custos da moradia em áreas ambientalmente mais seguras ou beneficiadas por obras mitigadoras de impactos ambientais.

A condição socioeconômica dessa parcela da população associada a ineficiências na oferta dos serviços básicos contribui para ampliar os impactos. É frequente a emissão de efluentes domésticos clandestinamente no rio e descarte de lixo, sobretudo nos bairros onde os moradores apresentam menor escolaridade. Além disso, pode ser verificado o desmatamento e aterramento do mangue, pesca predatória, entre outros problemas.

3. ÁREA DE ESTUDO

3.1 Localização da área de estudo

A área de estudo localiza-se na porção Nordeste da cidade de Fortaleza, no Estado do Ceará (Figura 01), e corresponde ao trecho estuarino do Rio Cocó, que cruza a região Leste da capital no sentido Sul/Norte e sofre uma acentuada inflexão em direção a sua foz no sentido Sudoeste-Leste.

Conforme Ceará (2010), esse rio percorre aproximadamente 50 km de extensão, a partir de sua nascente, na vertente oriental da Serra da Aratanha em Pacatuba no Ceará, passando pelo Município Maracanaú, até desembocar em estuário no Oceano Atlântico entre as Praias do Caça e Pesca e Sabiaguaba, em Fortaleza.

O estuário do Rio Cocó apresenta uma extensão de aproximadamente 13 km, que equivale à distância entre a desembocadura do Rio, situada no Bairro Caça e Pesca à ponte da BR-116, no Bairro Aerolândia. Localiza-se, precisamente, entre os paralelos 3° 35' e 3° 47' de latitude sul e os meridianos de 38° 26' e 38° 30' de longitude oeste, área de ação da cunha salina (MOREIRA, 1994 *apud* SILVA, 2003).

O estuário está inserido no Parque Ecológico do Cocó criado pelo Governo Estadual por meio do decreto n° 22.253, de 05 de setembro de 1989, e ampliado a partir do decreto n° 22.587, de 08 de Junho de 1993, perfazendo uma área total de 1.155,2 hectares. Assim como o estuário, os limites do Parque Ecológico correspondem ao trecho nas proximidades da BR-116 à foz do Rio Cocó.

Embora criado por decreto, nunca houve as desapropriações previstas, mediante pagamento de indenizações, que garantiriam a efetivação dos limites do Parque Ecológico do Cocó. Os decretos que o criaram perderam a vigência sem que isso ocorresse, porém a partir de suas promulgações essa área passou a receber maior atenção por parte do poder público e, sobretudo, dos movimentos ambientalistas que passaram a encampar lutas em defesa do Parque e a cobrar do Governo do Estado a sua efetivação como unidade de conservação.

Pelo fato do estuário do Rio Cocó receber influência direta da urbanização verificada em seu entorno, a delimitação da área de estudo se deu a partir dos bairros localizados em suas adjacências, que são: Aerolândia, Alto da Balança, São João do Tauape, Manoel Dias Branco, Praia do Futuro II, na margem esquerda, e Jardim das Oliveiras, Salinas, Edson Queiroz e Sabiaguaba, na margem direita, conforme pode ser observado na figura 01.

A área compreendida por esses bairros totaliza 45,20 Km² e situa-se entre as coordenadas 3° 48' 41'' e 3° 43' 19'' de latitude sul e 38° 32' 30'' e 38° 25' 11'' de longitude oeste.

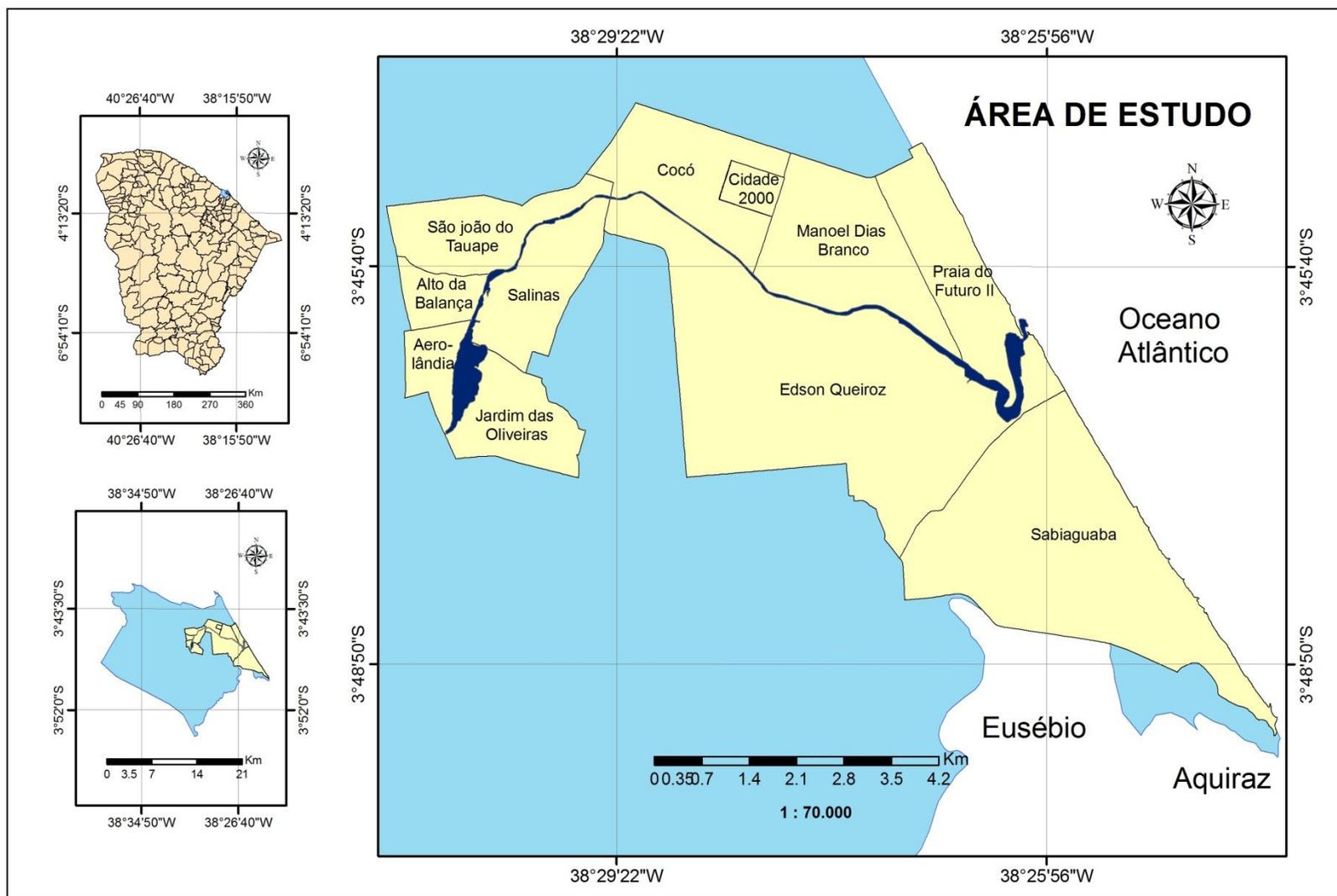


Figura 01 – Mapa de localização da área de estudo.

3.2 Características Físico-Geográficas

O levantamento dos elementos naturais que compõem área de estudo e a compreensão dos mesmos de forma integrada entre si, associando-os aos fatores socioeconômicos que interferem na dinâmica local, é de primordial importância para percepção das potencialidades e limitações que o ambiente oferece e conseqüentemente para a identificação das transformações e impactos no ambiente em questão.

3.2.1 Geologia/Geomorfologia

Fortaleza é uma cidade litorânea que está assentada em quase sua totalidade em terreno sedimentar. O estuário do Rio Cocó está inserido numa área de cobertura sedimentar Cenozóica, formada através de processos deposicionais de origem continental e marinha que ocorreram ao longo do tempo.

“As coberturas sedimentares Cenozóicas são constituídas pelas seguintes unidades geomorfológicas: planície litorânea, vales e glaciais de deposição pré-litorâneos da formação barreiras”. (SOUZA *et al* 2009).

Segundo Brandão *et al* (1995) a Formação Barreiras está distribuída numa faixa de largura variável, disposta paralelamente à linha de costa e à retaguarda dos sedimentos eólicos antigos e atuais. É formada litologicamente por sedimentos areno-argilosos, não ou pouco litificados, de coloração avermelhada, creme ou amarelada, muitas vezes de aspecto mosqueado, com granulação variando de fina a média e contendo intercalações de níveis conglomeráticos. Sua origem é predominantemente continental, onde os sedimentos foram depositados sob condições de um clima semi-árido, sujeito a chuvas esporádicas e violentas, formando amplas faixas de leques aluviais coalescentes. Durante esta época, o nível do mar era mais baixo que o atual proporcionando o recobrimento de uma ampla plataforma de deposição.

Morfologicamente a Formação Barreiras representa os glaciais de deposição pré-litorâneos ou tabuleiros pré-litorâneos. Conforme Souza (2000) esse tipo de relevo apresenta inclinação suave em direção ao mar com declives de angulação inferior a 5°, sendo recobertos por sedimentos areno-argilosos fracamente dissecados em interflúvios tabulares.

Em Fortaleza os tabuleiros pré-litorâneos são esculpidos pelas águas dos rios Maranguapinho, Cocó, Pacoti e seus afluentes, que escavam seus leitos promovendo a formação de vales alongados, pouco incisivos, em direção ao mar.

De acordo com Souza *et al* (2009), os fundos de vales no Município de Fortaleza são formados por depósitos flúvio-aluvionares, onde predominam sedimentos com granulometria no tamanho areia, cascalho, silte e argila. Esses depósitos ocorrem em discordância sobre os terrenos cristalinos, constituindo faixas estreitas, geralmente formados por sedimentos grosseiros ao longo da calha fluvial, enquanto, nas áreas de inundação, apresentam granulometria mais fina. Na área de influência dos terrenos sedimentares, os rios e riachos formam depósitos mais espessos, provenientes do retrabalhamento da formação barreira e das dunas, sendo constituído por areias finas, siltes e argilas. Nas planícies lacustres, são encontrados, sobretudo, sedimentos finos, que ocorrem associados a grande quantidade de matéria orgânica.

As águas do Rio Cocó encravaram seu leito ao longo da faixa oriental da cidade de Fortaleza sobre áreas de tabuleiro pré-litorâneo até chegar à planície litorânea e em seguida desaguar no Oceano Atlântico. Por sua vez o estuário do Rio Cocó está assentado sobre essas duas unidades geomorfológicas, cujo limite entre as mesmas é demarcado pelo campo de dunas.

Segundo Souza *et al* (2009) a planície litorânea é formada por sedimentos holocênicos, de granulometria e origem variadas, capeando os depósitos mais antigos da Formação Barreiras. Compreende uma estreita faixa de terra que varia de 2,5 a 3,0 Km.

Conforme Souza *et al* (2009) a planície litorânea é uma unidade geomorfológica que por sua vez se divide em subunidades ou nas seguintes feições morfológicas: faixa de praia, terraço marinho, campo de dunas móveis e fixas e planície flúvio-marinha.

A faixa de praia de fortaleza se dispõe de modo alongado por toda a costa, desde a área de estirâncio até a base das dunas móveis, sendo interrompidas apenas pelas planícies fluvio marinhas dos Rios Ceará, Cocó e Pacoti (SOUZA *et al*, 2009). “A faixa praias e o campo de dunas são constituídos por sedimentos recentes, transportados pelos processos fluviais e, e posteriormente retrabalhados e depositados pela ação marinha e eólica” (SANTOS, 2006).

“Os terraços marinhos são superfícies formadas a partir do recuo da linha de costa, e encontra-se entre zona de alta praia e a base do campo de dunas, como ocorre na Praia do futuro e Sabiaguaba”. (SOUZA *et al*, 2009).

“Na faixa de praia e nos terraços marinhos, predominam as areias quartzosas, com níveis de minerais pesados, fragmentos de conchas e minerais micáceos. São moderadamente selecionadas, com granulometria que varia de fina a média e de tonalidades esbranquiçadas” (SOUZA *et al*, 2009).

“As dunas, originalmente, formavam cordões contínuos que acompanhavam paralelamente a linha de costa, interrompidas somente por pequenas planícies fluviais e fluviomarinhas. Ocorrem como dunas móveis ou semi-fixas e como dunas fitoestabilizadas” (SOUZA *et al*, 2009).

As dunas móveis e semi-fixas são assim classificadas pela ausência de vegetação e pela fixação parcial de vegetação respectivamente. Essas dunas por não apresentarem cobertura vegetal ficam expostas a ação eólica e, por conseguinte os sedimentos são constantemente remobilizados promovendo a migração dunar. Geralmente essas dunas ficam mais próximas a linha de costa e apresentam-se predominantemente na forma de dunas barcanas (forma de meia lua) e longitudinais. Imediatamente atrás das dunas móveis são encontradas as dunas fixas, cuja cobertura vegetal impede, ou limita o transporte eólico de seus sedimentos. De acordo com Souza (2000) as dunas fixas apresentam areias com tons de vermelho-amarelados, altitudes mais modestas que as dunas móveis e em alguns pontos é possível evidenciar dissipação de formas.

As dunas móveis são constituídas por sedimentos areno-quartzosos holocênicos, selecionados pelo transporte eólico, sobrepostos a uma litologia mais antiga. Nessas formações os sedimentos têm preponderância de areias quartzosas bem selecionadas, com granulometria que varia de fina a média, formas homogêneas e colorações amarelo-esbranquiçadas. Em sua maioria, as areias quartzosas são de origem continental e foram transportadas pelos rios até as zonas litorâneas. Posteriormente são retrabalhadas pelo mar e depositadas na praia por ações de deriva litorânea. Durante as marés baixas, os sedimentos ressecam e, assim, são transportados, para o interior, pelos ventos, acumulando-se em formações dunares (SILVA, 1998 *apud* SOUZA *et al*, 2009).

Na margem esquerda da planície flúviomarinha do Rio Cocó predominam cordões de dunas fixas com intenso processo de antropização. Já na margem direita, próxima a desembocadura do rio, no bairro Sabiaguaba, podem ser observadas dunas fixas e móveis, com avanço destas sobre o mangue devido ao transporte eólico, intensificado pela ocupação desordenada dessas feições. De acordo com Silva (2003), partes dos sedimentos da faixa de praia e das dunas são movimentados pelos ventos constantes vindos do leste, e são depositados sobre o manguezal e no leito do Rio Cocó. Parte desses sedimentos chega ao oceano e a outra permanece no leito provocando o assoreamento.

Conforme Brandão (1995), as planícies flúvio-marinhas são ambientes caracterizados pela ação conjunta de processos continentais e marinhos, que são responsáveis pela deposição de sedimentos predominantemente argilosos e ricos em matéria orgânica, onde se

desenvolve o mangue. Essa vegetação se forma em áreas onde se processa a mistura de água doce dos rios e lagoas, com água salgada que penetra no continente através das marés. O resultado desta mistura proporciona a deposição de material escuro e lamacento, que aumenta a cada período de maré cheia, até gerar o ambiente favorável à instalação dos manguezais.

A planície fluviomarinha do Rio Cocó ao longo do tempo vem passando por diversas transformações devido ao intenso processo de urbanização ocorrido em Fortaleza. As áreas ditas de preservação cedem lugar a empreendimentos imobiliários, a ocupações compulsórias, a atividades comerciais e turísticas, entre outras. O resultado desse processo é uma série de impactos de ordem física como: desmatamento e aterramento do mangue, seguido por erosão, assoreamento do rio, redução da recarga do lençol freático, poluição e contaminação dos corpos hídricos por efluentes domésticos e industriais, e perda da biodiversidade. Estes por sua vez ocasionam problemas sociais como inundações, aumento das doenças de veiculação hídrica, comum nas áreas de risco, diminuição da oferta de alimento pra população ribeirinha devido a redução da biodiversidade local, perda do valor estético da área que reduz a possibilidade de apropriação para o lazer e para educação ambiental, etc.

Os quadros sinópticos, de 01 à 08, da compartimentação Geoambiental de Fortaleza trazem as características dos sistemas ambientais apresentados.

Quadro 01 – Sinopse da Compartimentação Geoambiental - Tabuleiro

Características Naturais Dominantes	Capacidade de Suporte			Impactos e Riscos de Ocupação e recomendações
	Potencialidades	Limitações	Ecodinâmica	
Superfície de topo plano ou suavemente ondulado e com larguras variadas, composta por material arenoso e/ou areno-argiloso inconsolidado, seccionada por vales abertos de fundo plano. São ambientes estáveis em condições de equilíbrio ambiental e têm vulnerabilidade baixa à ocupação. Sob o ponto de vista de fragilidades para instalações urbano-industriais, elas são pouco restritivas ou não restritivas. Têm relevo estabilizado, baixo potencial para ocorrência de movimentos de massa e topografia favorável para a implementação de todos os modelos de loteamentos e arruamentos. O manto de intemperismo e os solos são muito espessos, sendo de fácil escavabilidade até grandes profundidades e de alta estabilidade quando escavados e expostos em taludes de corte.	Expansão urbana; instalação viária; relevo estabilizado; baixo potencial para ocorrência de movimentos de massa; favorável à implantação de loteamentos e arruamentos; manto de alteração muito espesso; fácil escavabilidade; fragilidades pouco restritivas ao uso e ocupação urbano-industrial, agrícola, aterros sanitários, dentre outros .	Deficiência hídrica durante a estiagem	Ambiente estável e medianamente estável	Riscos de poluição dos recursos hídricos; impermeabilização do solo por expansão urbana pode comprometer a recarga de aquíferos; ordenamento do uso e ocupação das vertentes que têm caimento para os fundos de vales.

Fonte: Souza *et al*, 2009

Quadro 02 – Sinopse da Compartimentação Geoambiental - Planície litorânea: Faixa de Praia e Terraços litorâneos

Características Naturais Dominantes	Capacidade de Suporte			Impactos e Riscos de Ocupação e recomendações
	Potencialidades	Limitações	Ecodinâmica	
<p>Área plana ou com declive muito suave para o mar, resultante de acumulação marinha. Tem menor taxa de ocupação ao longo da praia do futuro e principalmente da Sabiaguaba, estendendo-se com direção NW-SE. A oeste da ponta do Mucuripe até a Barra do Ceará, o sistema ambiental apresenta maior parte dos seus componentes degradados ou suprimidos e a organização funcional eliminada em virtude da expansão urbana contínua e desordenada. Trata-se de superfície composta de material arenoso inconsolidado que se estende desde o nível de baixa-mar para cima, até a zona de vegetação permanente ou onde há mudanças morfológicas nítidas, correspondendo ao antigo relevo costeiro.</p>	<p>Patrimônio paisagístico; turismo e lazer; energia eólica; recursos hídricos subterrâneos; criação de ambientes de preservação nas unidades de uso sustentável como nas APAS de Sabiaguaba, do estuário do rio Ceará e do rio Pacoti.</p>	<p>Ambientes legalmente protegidos; terrenos com alta permoporosidade; alta vulnerabilidade a poluição/contaminação dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos; aquífero livre presente em pequenas profundidades com areias de elevada condutividade hidráulica; muito suscetível a contaminação; restrições às atividades minerárias em face da grande vulnerabilidade do ambiente dunar.</p>	<p>Ambientes fortemente instáveis e com alta vulnerabilidade à ocupação.</p>	<p>Comprometimento da qualidade das águas; erosão marinha e recuo da linha da costa; processos erosivos ativos; desequilíbrio no balanço sedimentológico do litoral; desmonte ou interrupção do deslocamento de dunas por ocupação desordenada pode intensificar a erosão costeira (retrogradação), descaracterizar a paisagem e comprometer a hidrodinâmica marinha; perda de atrativos turísticos; desestabilização de dunas fixas pela retirada da cobertura vegetal pode desencadear processos degradacionais; desestabilização do sistema dunar com riscos de alteração da paisagem (exploração de areia e trânsito de veículos); monitoramento rigoroso da faixa de praia e dos terraços para evitar ocupações desordenadas.</p>

Fonte: Souza *et al*, 2009.

Quadro 03 – Sinopse da Compartimentação Geoambiental - Planície litorânea: Dunas Móveis

Características Naturais Dominantes	Capacidade de Suporte			Impactos e Riscos de Ocupação e recomendações
	Potencialidades	Limitações	Ecodinâmica	
Morros de areias quaternárias em depósitos marinhos inconsolidados, acumulados e remodelados pelo vento e desprovidos de solos e de cobertura vegetal. As dunas ativas ou móveis ocorrem com maior frequência nas praias do futuro e Sabiaguaba, sendo submetidas ao deslocamento incessante sob efeito dos ventos, especialmente no período da estação seca.	Patrimônio paisagístico; recursos hídricos subterrâneos e corpos d'água lacustres; práticas de educação ambiental; energia eólica.	Forte vulnerabilidade ambiental; baixo suporte para edificações; alta susceptibilidade à poluição dos solos e dos recursos hídricos; implantação viária; mineração descontrolada.	Ambiente fortemente instável	Desmonte ou interrupção do deslocamento das dunas por ocupação desordenada pode intensificar a erosão costeira, descaracterizar a paisagem e comprometer a hidrodinâmica marinha; desequilíbrio no balanço sedimentológico do litoral; perda de atrativos paisagísticos e turísticos; elaboração do Plano de Manejo das Unidades de Conservação que contenham esse sistema ambiental; monitoramento rigoroso do campo de dunas, para evitar ocupações desordenadas.

Fonte: Souza *et al*, 2009.

Quadro 04 – Sinopse da Compartimentação Geoambiental - Planície Litorânea: Dunas Fixas

Características Naturais Dominantes	Capacidade de Suporte			Impactos e Riscos de Ocupação e recomendações
	Potencialidades	Limitações	Ecodinâmica	
Morros de areias quaternárias em depósitos marinhos e litorâneos inconsolidados pelo vento. Processos incipientes de edafização viabilizam a fixação das dunas por meio da fitoestabilização. Constituem morros de areia pertencentes a gerações mais antigas de dunas, estando alguns, eventualmente, dissipados. Em alguns casos como a praia do Futuro e Sabiaguaba, elas ocorrem simultaneamente com o campo de dunas móveis.	Patrimônio paisagístico; recursos hídricos; práticas de educação ambiental; preservação ambiental; biodiversidade; pesquisa científica.	Ambientes legalmente protegidos; de moderada a forte instabilidade ambiental; baixo suporte para edificação; alta susceptibilidade à poluição dos solos e dos recursos hídricos; implantação viária; restrições às atividades minerárias.	Ambientes de moderada a fortemente instável	Desestabilização das dunas por desmatamento pode reativar as ações erosivas e intensificar o trânsito de areias, assoreamento de manguezais, espelhos d'água e áreas urbanas; monitoramento rigoroso do campo de dunas fixas para evitar ocupações desordenadas.

Fonte: Souza *et al*, 2009.

Quadro 05 – Sinopse da Compartimentação Geoambiental - Planície Litorânea: Complexo Fluviomarinho

Características Naturais Dominantes	Capacidade de Suporte			Impactos e Riscos de Ocupação e recomendações
	Potencialidades	Limitações	Ecodinâmica	
Superfície plana, resultante da combinação de processos de acumulação fluvial e marinha, sujeita a inundações periódicas e comportando manguezais nas bordas das áreas estuarinas. Áreas complexas de periódica a permanentemente inundáveis, com sedimentos mal selecionados e ricos em matéria orgânica de origem continental e acréscimos de sedimentos marinhos; solos salinos e encharcados revestidos por manguezais, biodiversidade rica e com elevada capacidade produtiva da flora e da fauna; tem equilíbrio ambiental muito frágil e alta vulnerabilidade à ocupação nos estuários dos rios Ceará, Cocó e Pacoti.	Pesquisa científica e educação ambiental; pesca artesanal; extrativismo controlado; patrimônio paisagístico; recreação; abrigo para embarcações de pequeno porte; preservação da biodiversidade.	Restrições legais (Código Florestal); inundações periódicas; salinidade; substrato inconsistente.	Ambientes instáveis, com alta vulnerabilidade à ocupação sendo de permanente a parcialmente submersos.	Degradação dos manguezais e diminuição da produtividade biológica; eliminação ou diminuição de espécies piscícolas; despejo de efluentes ou resíduos sólidos; redução e comprometimento da biodiversidade; intensificar a fiscalização e controle sobre os manguezais e áreas estuarinas.

Fonte: Souza *et al*, 2009.

Quadro 06 – Sinopse da Compartimentação Geoambiental - Vales: Planícies fluviais

Características Naturais Dominantes	Capacidade de Suporte			Impactos e Riscos de Ocupação e recomendações
	Potencialidades	Limitações	Ecodinâmica	
Superfícies planas, oriundas de acumulação de sedimentos inconsolidados fluviais, sujeitas a inundações sazonais e revestidas primariamente por matas ciliares; ocorrem como feições sazonais, ocupando faixas de deposição aluvial, bordejando as calhas fluviais dos rios Cocó, Ceará e Maranguapinho, que têm setores desordenadamente ocupados.	Recursos hídricos; agroextrativismo.	Restrições legais, visando à preservação de matas ciliares; inundações sazonais; expansão urbana nos baixos níveis de terraços fluviais; alta vulnerabilidade a contaminação e poluição dos recursos hídricos.	Ambiente de transição	Degradação das matas ciliares, desencadeando processos erosivos, assoreamento de leitos fluviais e agravamento das inundações; poluição dos recursos hídricos; concentração de moradias nas áreas ribeirinhas; recuperação de áreas degradadas de matas ciliares.

Fonte: Souza *et al*, 2009.

Quadro 07 – Sinopse da Compartimentação Geoambiental - Vales: Área de Inundação Sazonal

Características Naturais Dominantes	Capacidade de Suporte			Impactos e Riscos de Ocupação e recomendações
	Potencialidades	Limitações	Ecodinâmica	
Superfícies planas com ou sem cobertura arenosa, sujeitas a inundações sazonais, precariamente incorporadas à rede de drenagem. Sedimentos argilosos tendem a contribuir para impermeabilização dos horizontes superficiais dos solos favorecendo a permanência de água em superfície.	Mineração controlada; agroextrativismo; recursos hídricos.	Inundações sazonais; vulnerabilidade à poluição dos recursos hídricos; expansão urbana e ocupação desordenada.	Ambiente de transição	Concentração de moradias em áreas de inundações durante o período chuvoso; exercer efetivo controle das ocupações irregulares.

Fonte: Souza *et al*, 2009.

Quadro 08 – Sinopse da Compartimentação Geoambiental - Vales: Espelho D'água e Planícies Lacustres

Características Naturais Dominantes	Capacidade de Suporte			Impactos e Riscos de Ocupação e recomendações
	Potencialidades	Limitações	Ecodinâmica	
Lagoas litorâneas de origem fluvial ou freática e planícies ribeirinhas com material inconsolidado, revestidas por matas ciliares degradadas.	Patrimônio paisagístico; recursos hídricos superficiais; recreação e turismo; pesca artesanal; agroextrativismo controlado.	Ambiente legalmente protegido; inundações periódicas; alto tempo de permanência de água (baixa taxa de renovação); mineração descontrolada.	Ambientes Instáveis	Comprometimento da qualidade da água; perda de atrativos em função de ocupação desordenada; despejo de efluentes e de resíduos sólidos; eliminação de espécies piscícolas; redução e comprometimento da biodiversidade; intensificar fiscalização e controle das matas ciliares e de ocupações desordenadas.

Fonte: Souza et al, 2009.

3.2.2 Aspectos Hidroclimáticos

O clima influencia a maior parte dos processos naturais que ocorrem na superfície terrestre. Os condicionantes atmosféricos e climáticos promovem ajustamentos nos diversos elementos da paisagem: relevo, solo, vegetação, recursos hídricos e, principalmente, na vida humana. O conhecimento dos eventos atmosféricos e de suas implicações é de suma importância para o planejamento territorial e para implementação de medidas que contemplem o homem e o meio ambiente (BRANDÃO, 1995).

O estado do Ceará está inserido no domínio do clima semi-árido, predominante na região Nordeste do país. Esse clima caracteriza-se pelo baixo índice pluviométrico e pela sua má distribuição espacial e temporal. Pode ser identificado por dois períodos: um úmido, com chuvas irregularmente distribuídas no espaço ao longo de um curto período, e outro seco e longo, marcado pela ausência de chuvas, podendo se prolongar por mais de um ano e provocar o fenômeno da seca.

De acordo com Brandão (1995) e Morais (2000), existem três sistemas geradores de precipitações no estado do Ceará: A zona de convergência Intertropical (ZCIT), as frentes frias originárias do pólo sul, e um Centro de Vorticidade Ciclônica, cujo tempo de atuação varia de acordo com o período chuvoso. Podem ser apontados ainda, sistemas de menor escala que atuam na área: as linhas de instabilidade formadas ao longo da costa, e os efeitos da brisa marítima e terrestre que ocorrem com frequência na zona litorânea.

Segundo Morais (2000), entre os sistemas que controlam o regime pluvial no litoral do Estado do Ceará, a frente geradora de chuvas de maior importância é a ZCIT. Ao se movimentar para o hemisfério sul, até atingir seu ponto máximo no equinócio outonal (21 de março), é responsável pela ocorrência de chuvas de janeiro a abril. A partir de maio, quando a ZCIT começa seu retorno em direção ao hemisfério norte, as chuvas entram em declínio, tornando-se cada vez mais raras.

O Município de Fortaleza, localizado na zona litorânea, por sua vez, está submetida a essas mesmas condições climáticas, tendo o primeiro semestre marcado por maior incidência de chuvas. De acordo com Brandão (1995), na RMF cerca de 90% das precipitações se dão no primeiro semestre do ano, com maiores volumes de chuvas no período de março a maio, que concentra aproximadamente dois terços do total. Já o período de setembro a novembro é o mais seco.

Conforme Souza *et al* (2009), o índice pluviométrico em Fortaleza ultrapassa 1200 mm/ano, o que favorece maior disponibilidade hídrica e melhor condição de reservas

que nas áreas do semi-árido do estado. Segundo Santos (2006), na área da bacia do Rio Cocó, considerando os municípios total ou parcialmente drenados por ela, os índices pluviométricos variam entre 1.100 e 1.600 mm/ano, com média de 1.362,35 mm.

Contudo, a irregularidade pluviométrica, que caracteriza o clima local, marca anos em que as médias de precipitação não são atingidas, diminuindo em muito as reservas hídricas e o volume dos rios, ou anos em que ocorrem chuvas excessivas, superando a média para período, e provocando enchentes e alagamentos que geram sérios transtornos na cidade, principalmente para aquelas pessoas que vivem às margens dos rios, como é comum ao longo da bacia do Rio Cocó.

Segundo Souza *et al* (2009), as variações nos índices pluviométricos estão relacionados às irregularidades resultantes dos fenômenos El Niño e La Niña e das temperaturas do oceanos tropicais. O El Niño é responsável por prolongados períodos de secas, que geram sérios problemas sociais e ambientais. Já o fenômeno La Niña provoca maior incidência de chuvas que por muitas vezes resultam em calamidades públicas, principalmente nas áreas sujeitas aos riscos ambientais.

Por se tratar de uma área inserida numa faixa intertropical e pela proximidade da linha do equador, Fortaleza está submetida a uma forte incidência de radiação solar ao longo do ano, o que contribui para as elevadas médias de temperaturas anuais e mensais.

“A Bacia hidrográfica do Rio Cocó não foge a essa regra, pois a temperatura média em Fortaleza é de 26,6°C, enquanto a média das mínimas é de 23,5°C e a média das máximas é de 29,9°C”. (SANTOS, 2006).

Conforme consta no Plano Estadual de Recursos Hídricos (1992 *apud* Brandão 1995, p.26), a RMF apresenta uma exposição média ao sol de cerca de 2.650 horas/ano a quase 3.000 h/ano. Nos meses de maior quantidade de chuvas a incidência de luz solar apresenta menores valores, em torno de 6 horas por dia. Durante o período de estiagem, a exposição solar pode atingir 9 horas por dia.

De acordo com Santos (2006) e Sousa *et al* (2009), os meses que apresentam a menor exposição aos raios solares são março e abril com 148,9 e 152,8 horas/mês, respectivamente. Já os meses de outubro, com 296,1 horas, e novembro, com 283,2 horas, apresentam a maior quantidade de horas de sol, como pode ser observado na Tabela 01, que traz a distribuição das horas de sol/ano conforme as normais climatológicas no período de 1961 a 1990 para a estação de Fortaleza.

Tabela 01 - Horas de insolação ao longo dos meses em Fortaleza (1961 – 1990).

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
216,2	175,8	148,9	152,8	209,1	239,6	263,4	168,9	282,9	296,1	283,2	257,4

Fonte: INMET, 2005, adaptado de Santos (2006).

Conforme Santos (2006) e Souza *et al* (2009) as menores médias de temperatura em Fortaleza ocorrem nos meses de junho, julho e agosto, com 25,85, 25,65 e 25,85°C respectivamente. Enquanto nos meses de novembro (27,55°C), dezembro (27,65°C) e janeiro (27,6°C) a temperatura atinge o ápice local. Os meses de menor temperatura mínima média são junho (22,1°C), julho (21,8°C) e agosto (22,6°C). Em novembro e dezembro são marcadas as médias máximas mais elevadas com 30,7°C cada uma. A tabela 02 traz a distribuição das temperaturas mínimas, máximas e médias de cada mês ao longo do ano.

Tabela 02 - Temperatura ao longo do ano em Fortaleza (1961 -1990).

Mês	Mínima	Máxima	Média
Janeiro	24,7	30,5	27,6
Fevereiro	23,2	30,1	26,65
Março	23,8	29,7	26,75
Abril	23,4	29,7	26,55
Mai	23,4	29,1	26,25
Junho	22,1	29,6	25,85
Julho	21,8	29,5	25,65
Agosto	22,6	29,1	25,85
Setembro	23,4	29,2	26,3
Outubro	24,5	30,5	27,5
Novembro	24,4	30,7	27,55
Dezembro	24,6	30,7	27,65
Média	23,5	29,9	26,6

Fonte: FUNCEME (2006), adaptado de Santos (2006) e Souza *et al* (2009).

As condições climáticas da RMF associadas à ocorrência de corpos hídricos superficiais favorecem o processo de evaporação que por sua vez implica em perdas significativas no volume de água. Como há uma relação direta desse processo com regime pluviométrico, no período de março a maio é registrado o menor índice de evaporação, que corresponde, em média, a 15% da evaporação anual. Contudo, o período de setembro a novembro concentra quase um terço do total anual evaporado. Na zona litorânea, a taxa média de evaporação fica em torno de 2.300 mm enquanto nas áreas mais interiores alcança valores de 2.800 mm (BRANDÃO, 1995).

De acordo com Santos (2006) a evaporação em Fortaleza chega em média a 1.469 mm/ano. Nos meses de março, abril e maio, período de maior incidência de chuvas, observam-se os menores índices de evaporação, com 72 mm, 68 mm e 84 mm, respectivamente. Enquanto no período de estio, durante os meses de setembro (167 mm), outubro (173 mm) e novembro (168 mm), ocorrem os índices máximos. A Tabela 03 traz a distribuição mensal de perda hídrica pelo processo de evaporação na cidade de Fortaleza.

Tabela 03 - Evaporação ao longo do ano em Fortaleza (mm) – 1961 -1990.

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
120,1	95,5	72,4	68,1	84,6	94,7	118,3	151,8	167,8	173,5	168,1	154,3

Fonte: Adaptado de Santos (2006).

Em anos de precipitações abaixo da média, a taxa de evaporação tende aumentar e a gerar uma aproximação entre os valores no primeiro e segundo semestre.

Submetida a essas condições climáticas, a bacia de drenagem do Rio Cocó apresenta uma grande variação sazonal em seu volume d'água e conseqüentemente também uma grande variação na vazão da bacia para o estuário do Rio.

Segundo Molisani e Cruz (2005) a vazão média de longo período para o estuário do Rio Cocó foi estimada em 6 m³/s para o período chuvoso e 3 m³/s para o período seco.

De acordo com Brandão (1995), na RMF os ventos são representativos apenas nas áreas litorâneas, apresentando uma mudança de direção predominante entre os pontos cardeais nordeste e sudeste. No segundo semestre os ventos atingem as maiores velocidades, com valores médios entre 3 m/s e 4 m/s. No primeiro semestre a velocidade dos ventos é reduzida, sobretudo, no período que antecede as chuvas.

3.2.3 Solos e Vegetação

De acordo com Palmieri e Larach (2004) o solo é constituído por corpos naturais tridimensionais, que resultam da ação integrada do clima e organismos sobre o material de origem, condicionados pelo relevo em diferentes períodos de tempo, o qual apresenta características associadas aos processos e mecanismos dominantes na sua formação.

“Os solos ocorrentes em Fortaleza têm variações significativas quanto a tipologia, classes de solos e variação espacial. São dominantes as seguintes classes de solos: Neossolos Quartzarênicos, Argissolos Vermelho-Amarelos, Neossolos Flúvicos e Gleissolos”(SOUZA *et al*, 2009).

Conforme Souza *et al*, (2009) os Neossolos Quartzarênicos têm textura arenosa, são na maioria das vezes profundos, pouco desenvolvidos, excessivamente drenados e seu uso agrícola é limitado devido a sua baixa fertilidade natural. Apresentam coloração esbranquiçada ou amarela. Ocorrem na planície litorânea e em setores dos tabuleiros pré-litorâneos.

Segundo Souza *et al* (2009), na planície litorânea os Neossolos Quartzarênicos podem ser encontrados nos campos de dunas e trechos da faixa praial onde se verifica o desenvolvimento de cobertura vegetal. Esses solos são revestidos pela vegetação pioneira psamófila, vegetação de dunas e manguezais, que juntas compõem o Complexo Vegetal Litorâneo. Esses solos distribuem-se na superfície plana dos tabuleiros arenosos, sendo recobertos por vegetação típica da planície litorânea.

As dunas fixas passaram ao longo do tempo por processos físico-químicos que promoveram a formação de solos e conseqüentemente favoreceram a sua colonização por espécies vegetais. No entorno da planície flúvio-marinha do Rio Cocó, próximo a sua desembocadura, essas dunas ocorrem associadas a dunas móveis. Segundo Souza *et al* (2009) as dunas fixas apresentam uma vegetação subperenifólia, com aspectos fisionômicos variados, em que predominam plantas de porte arbustivo a barlavento e arbóreo na encosta a sotavento.

De acordo com Brandão (1995) as dunas edafizadas, onde ocorreu o desenvolvimento de perfil de solo, apresentam uma cobertura vegetal que é caracterizada por espécies que ocorrem em outras unidades fito-ecológicas. Os principais representantes de sua flora aparecem no Quadro 01 com seus nomes populares e científicos.

Quadro 09 – Espécies encontradas nas dunas fixas de Fortaleza.

Nome popular	Nome científico
João mole	<i>Pisonia tormentosa</i>
jucá	<i>Caesalpinia ferrea</i>
juazeiro	<i>Zizyphus joazeiro</i>
pau d'arco roxo	<i>Tabebuia avellanede</i>
tatajuba	<i>Chloroflora tinctoria</i>
cajueiro	<i>Anacardium occidentale</i>

Fonte: Adaptado de Brandão (1995)

As dunas móveis, localizadas mais próximas ao mar, são caracterizadas pela ausência de vegetação, o que favorece a constante mobilização de seus sedimentos. Entretanto, é possível encontrar em algumas dunas uma vegetação pioneira psamófila que inicia a colonização dessa feição morfológica. Segundo Souza *et al* (2009, p.51), “trata-se de

uma vegetação herbácea de pequeno porte, formando um estrato rasteiro que atua na fixação das dunas, contribuindo para o início do processo de pedogênese”.

As espécies vegetais encontradas nessa unidade aparecem relacionadas no Quadro 02.

Quadro 10 – Espécies encontradas nas dunas móveis de Fortaleza.

Nome Popular	Nome Científico
salsa-da-praia	<i>Ipomoea pes-caprae</i>
bredo-da-praia	<i>Iresine portulacoides</i>
capim-da-praia	<i>Paspalum vaginatum</i>
cipó-da-praia	<i>Remirea marítima</i>
oró	<i>Phaseolus ponduratus</i>
murici	<i>Byrsonima cerícea</i>

Fonte: Adaptado de Brandão (1995).

“Os Neossolos Flúvicos são solos derivados de sedimentos aluviais e que apresentam caráter flúvico”. (EMBRAPA, 2009). De acordo Souza *et al* (2009), sua distribuição espacial em Fortaleza ocorre, sobretudo, adjacente a calha dos rios de maior caudal como Cocó, Maranguapinho, Ceará e Coaçu e às margens de lagoas como as de Precabura, Messejana e Maraponga. A vegetação que reveste esses solos é do tipo mata ciliar, hoje completamente descaracterizada pela atividade humana.

Segundo Brandão (1995) e Ribeiro (2010) a mata ciliar é representada, sobretudo, pela carnaúba (*Copernicia cerífera*), que ocorre na maioria das vezes associada ao mulungu (*Erythrina velutina*). Podem ser encontradas ainda Oiticica (*Licania rígida*), ingá bravo (*Lonchocarpus sericeus*), Juazeiro (*Zizyphus joazeiro*), entre outras.

“Os Gleissolos Sálícos são solos com caráter sálico em um ou mais horizontes, dentro de 100 cm a partir da superfície” (EMBRAPA, 2009). Segundo Souza *et al*, (2009) os Gleissolos Sálícos estão associados a ambientes com altas taxas de salinidade e ocorrem principalmente nas planícies fluviomarinhas dos principais rios da cidade, e também nas margens de lagoas próximas ao litoral. Serve de substrato para fixação e desenvolvimento dos manguezais.

Conforme Brandão (1995), as planícies flúvio-marinhas são ambientes resultantes da ação conjunta de processos continentais e marinhos, os quais proporcionam a deposição de sedimentos siltico-argilosos, muito ricos em matéria orgânica e que sustentam a vegetação de mangue.

Vegetação típica das planícies fluviomarinhas, o manguezal margeia o estuário do rio Cocó e se estende até o limite da ação marinha. É uma vegetação especializada, capaz de suportar os altos teores de salinidade (vegetação halófito) e as inundações periódicas das marés.

A composição florística dos manguezais dos rios Ceará, Cocó e Pacoti é representada pelas espécies arbóreas relacionadas no Quadro 03.

Quadro 11 – Espécies arbóreas encontradas nos mangues em Fortaleza.

Nome Popular	Nome Científico
mangue vermelho	<i>Rhizophora mangle</i>
mangue branco	<i>Laguncularia racemosa</i>
mangue siriúba	<i>Avicennia schaueriana</i>
mangue canoé	<i>Avicennia nítida</i>
mangue de botão	<i>Conocarpus erecta</i>

Fonte: Adaptado de Brandão (1995).

Os mangues abrigam, ainda, plantas epífitas (que se apoiam em outras), como bromélias, orquídeas e samambaias, além de líquens, que se fixam nas copas, formando o estrato superior dos manguezais. Enquanto as raízes e os troncos são intensamente colonizados por algas marinhas (BRANDÃO, 1995).

Segundo Souza *et al* (2009) Os Argissolos Vermelhos Amarelos Distróficos apresentam uma distribuição variada no município, podendo ser encontrados nos tabuleiros pré-litorâneos, nos relevos planos a suavemente ondulados da faixa de transição com depressão sertaneja e na base de morros residuais. Nos tabuleiros estão associados aos Neossolos Quartzarênicos. São solos profundos, com alta permeabilidade, acidez elevada e com fertilidade natural variando de baixa a média. Apresenta tons desde vermelho-amarelos a bruno - acinzentadas, relacionados ao material que lhes deu origem.

De acordo com Souza *et al* (2009) sob o ponto de vista fisionômico a vegetação de tabuleiro apresenta duas feições distintas: Subperenifólia e caducifólia. A vegetação subperenifólia é constituída por espécies de porte arbóreo/arbustivo que se distribui, principalmente, nas áreas próximas ao litoral recobrando Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos e Neossolos Quartzarênicos. As espécies caducifólias por sua vez são encontradas próximas do contato com a depressão sertaneja, apresentando certa semelhança com as caatingas das depressões sertanejas.

Segundo Santos (2006) no passado podiam ser encontradas algumas manchas de vegetação de cerrado na área de tabuleiro pré-litorâneo em Fortaleza. Com a expansão urbana nas últimas décadas essa vegetação foi derrubada, restando apenas um pequeno remanescente na cidade dos funcionários.

As espécies vegetais de maior representatividade nos tabuleiros pré-litorâneos estão listadas no Quadro 04 com seus nomes populares e científicos.

Quadro 12 – Espécies encontradas nos Tabuleiros Pré-litorâneos.

Nome Popular	Nome Científico
Pau-d'arco roxo	<i>Tabebuia avellanedae</i>
caraba	<i>Tabebuia caraba</i>
arapiroca	<i>Pithecellobium foliolosum</i>
freijó	<i>Cordia trichotoma</i>
Angelim	<i>Andira retusa</i>
cajueiro	<i>Anacardium occidentale</i>

Fonte: Adaptado de Brandão (1995).

O Quadro 05 relaciona a unidade fitoecológica à classe de solos e ao respectivo compartimento de relevo na cidade de Fortaleza.

Quadro 13 – Unidade Fitoecológica, classe de solos e localização geográfica.

Unidade Fitoecológica	Classes de solos	Compartimento geomorfológico
Complexo vegetacional litorâneo	Neossolos Quartzarênicos	Planície litorânea
Mata de tabuleiro	Argissolos Vermelho Amarelados	Tabuleiros pré-litorâneos
Cerrado	Neossolos Quartzarênicos	
Caatingas	Argissolos Vermelho Amarelos	Depressão sertaneja e Tabuleiros pré-litorâneos

Fonte: Souza, 2009 *et al.*

3.3 Aspectos sócio – ambientais

Para compreender os problemas que ocorrem ao longo do Rio é necessário entender o processo de uso e ocupação que se deu em seu entorno e suas implicações para o quadro de degradação ambiental, marcante em toda sua extensão, e que por sua vez acarreta sérios transtornos à população que ali reside.

Conforme Ceará (2010), o Rio Cocó apresenta cerca de 50 km de extensão e sua bacia hidrográfica ocupa uma área de 485 km². De acordo com Fortaleza (2009), essa bacia drena 215,9 km² da cidade de Fortaleza, o que representa 68,9% da área do Município e 44,5% de toda área drenada pela bacia. Isso faz do Rio Cocó, portanto, o principal recurso hídrico da cidade.

Em seus 50 km, o Rio Cocó se estende pelos municípios de Pacatuba, Maracanaú e Fortaleza. O seu maior trecho está inserido na cidade de Fortaleza, totalizando 24 km. O Rio tem sua nascente no município de Pacatuba, ali chamado de Riacho Pacatuba, que ao receber a contribuição de afluentes passa a ser denominado Gavião. Somente a partir da Rodovia 4º anel viário no bairro Ancuri, quando esse curso d'água passa a receber as águas do Riacho Alegrete, é denominado de Rio Cocó.

Ao longo de seu percurso o Rio Cocó é submetido aos mais diversos usos e intervenções, haja vista o grande adensamento humano nas áreas por onde passa.

Nos municípios de Pacatuba e Maracanaú as maiores interferências ocorrem devido aos impactos gerados pelas ocupações irregulares em seus tributários, que por sua vez transmitem ao canal principal, como por exemplo, no caso de despejo de efluentes e maiores fluxos de sedimentos pela eliminação da mata ciliar.

Conforme Santos (2006) os problemas se intensificam a partir do recebimento da descarga do Riacho Timbó no município de Maracanaú, que cruza boa parte de sua Sede e do Distrito Industrial coletando esgotos clandestinos domésticos e industriais que depois são carreados para o Rio Cocó já nas proximidades de Fortaleza.

Em seguida, já em Fortaleza, até chegar a Avenida Presidente Costa e Silva, o Rio passa a receber forte incremento de esgotos clandestinos, a partir da maior concentração populacional, em decorrência das construções de conjuntos habitacionais, como o conjunto São Cristovão e o Conjunto Palmeiras, e das ocupações irregulares.

Após a Avenida Costa e Silva, à margem esquerda do Rio, encontra-se o já desativado Aterro do Jangurussu. Segundo Santos (2006) o Aterro foi construído em 1978 e projetado para funcionar durante três anos enquanto era providenciada uma nova área para

estabelecimento de outro lixão, contudo acabou sendo o principal ponto de descarga de lixo da cidade por duas décadas, encerrando as atividades somente em 1998 quando foi criado o Aterro Sanitário Metropolitano Oeste de Caucaia-ASMOC.

De acordo com Silva (2003) o lixão quando deixou de funcionar apresentava uma área de 21,6 hectares, ocupada por 10.000.000 m³ de lixo que atingia em determinados pontos uma altura de 35 metros. Após a sua desativação o lixo foi compactado e coberto por solo, e mesmo passados todos esses anos, continua comprometendo a qualidade da água do Cocó, uma vez que os resíduos de sua decomposição, altamente poluentes, conhecido como chorume, percolam para o lençol freático ou são lançados no leito fluvial por calhas que foram projetadas com esse intuito.

Nas proximidades do desativado aterro se encontram habitações irregulares, reassentamentos de famílias tiradas das áreas de risco e também uma cooperativa de catadores, uma usina de reciclagem de lixo e outra usina de incineração.

No Bairro Castelão, próximo a Avenida Paulino Rocha, ocorreu nos últimos anos uma proliferação de habitações irregulares construídas pela população de baixa renda sobre a planície de inundação do rio. Essas ocupações foram responsáveis pela eliminação da mata ciliar e pelos aterramentos da área de várzea, utilizados no intuito de evitar os transtornos provocados pelas cheias do rio durante período chuvoso, porém se mostram ineficazes.

Ao passo que é observada uma maior aglomeração urbana no entorno do rio são identificados os mais variados impactos em seu trajeto. É comum a extração de argila e areia grossa do leito e das suas margens, pela população de baixa renda, para construção de suas moradias e mesmo para venda em olarias e depósitos de construção; Muitas vezes, uma ampla área é desmatada para ceder lugar ao um campo de futebol; é frequente ainda a utilização de trechos como pastagem de animais ou como depósitos de lixo.

A partir da BR-116, limite montante da planície fluviomarina, a intensa ocupação foi responsável por significativa alteração das condições paisagísticas e ambientais do local. A mata ciliar foi drasticamente reduzida tanto nos seus aspectos quantitativos quanto qualitativos. Os alagadiços foram aterrados, segundo Silva (2003), por sedimentos tirados do próprio leito do Rio Cocó pela população de baixa renda, que deu origem à favela do Lagamar, e posteriormente as favelas do João Paulo II e a do Gato Morto. Esta última se encontra reassentada nas proximidades da área de origem, e o espaço por ela ocupado anteriormente foi urbanizado e aparelhado com calçadão, quadras esportivas, campos de futebol, e áreas de brinquedos.

Toda essa aglomeração contribuiu enormemente para o aumento de efluentes domésticos, deposição de lixo e assoreamento do Rio. Para agravar ainda mais o quadro de antropização ocorrido no local, segundo Lima (2007), houveram dragagens feitas no Lagamar e na parte oposta à Avenida Raul Barbosa, no intuito de evitar os problemas relacionados a enchentes intensificadas pelo assoreamento do rio.

De acordo com Silva (2003) essa ação demonstrou ser ao longo dos anos ineficaz, já que é comum o alagamento das principais vias que circundam a área no período chuvoso. Conforme o citado autor, essa ineficiência está relacionada à construção da Avenida General Murilo Borges, que funciona como barragem dificultando o fluxo das águas da bacia à porção jusante.

De acordo com Lima (2007), “o Cocó perdeu cerca de 200 hectares de mangue em virtude de dragagens feitas no Lagamar e na parte oposta à Avenida Raul Barbosa”.

Logo após a Avenida General Murilo Borges, o Rio Cocó, recebe pela sua margem esquerda, as águas do Riacho Tauape (figura 02), que é um dos maiores contribuintes para o atual quadro de degradação da qualidade da água e do ecossistema manguezal. Esse Riacho tem seu fluxo canalizado e drena uma área altamente urbanizada da cidade de Fortaleza, conduzindo esgotos clandestinos, das mais variadas origens, lançados em pequenos córregos e nos canais da Avenida Aguanambi e do Jardim América.



Figura 02 – Ocupações irregulares à margem da desembocadura do Riacho Tauape (março de 2011).

Pelo fato dos canais da Aguanambi e do Jardim América se estenderem por áreas com grande atividade comercial e de serviços, a carga de poluentes deixa de ser

exclusivamente de esgotos domésticos e passa a ter forte contribuição de postos de combustíveis, oficinas mecânicas, lava-jatos, entre outros.

Seguindo à jusante, na margem esquerda do Rio, se encontra o Parque Ecológico Adhail Barreto Criado em 29 de março de 1977, mas que recebeu tal denominação a partir do Decreto Municipal número 5.754 de 11 de novembro de 1983, sendo o primeiro ponto do Cocó protegido e aparelhado. Hoje faz parte do Parque Ecológico do Cocó, porém sua gerência é feita pela Prefeitura Municipal de Fortaleza.

A valorização dessa área, localizada entre os bairros Cocó e Salinas, vem favorecendo um maior adensamento urbano a partir de vários empreendimentos que surgem, tornando desproporcional a pequena extensão do Parque ao número de habitantes que para ali converge, e que passa a pressionar e impactar o ambiente.

Mais adiante, já próximo a Avenida Engenheiro Santana Júnior, que por si só representa grande alteração para o Cocó, foi construído em 1982 na margem direita do Rio o maior empreendimento comercial do estado, o Shopping Center Iguatemi. Para execução da obra foi necessário o aterramento e compactação do solo inconsolidado para suportar tamanha edificação. Tal empreendimento continuou a impactar o ecossistema a partir das várias ampliações que processaram no decorrer dos anos.

Entre as avenidas Engenheiro Santana Júnior e a Sebastião de Abreu, encontra-se a trilha do Parque Ecológico do Cocó, uma área regularmente fiscalizada por Policiais da Companhia de policiamento ambiental do estado e que foi pensada no sentido de garantir um espaço voltado para o lazer, práticas esportivas, educativas e de pesquisa numa cidade onde o verde é cada vez mais raro. Porém essa área vem sendo impactada não só pelo setor privado através dos empreendimentos imobiliários, como também, pelo próprio poder público.

Com uma das poucas áreas verdes em Fortaleza, com paisagem exuberante, e por possuir boa infraestrutura urbana, o Cocó se tornou um dos bairros mais cobiçados pela população mais abastada da cidade, o que por sua vez favoreceu a especulação imobiliária e gerou surgimento de vários empreendimentos no entorno do Parque. Muitos questionamentos são feitos a respeito de alguns prédios, principalmente sobre a viabilidade legal, tendo em vista muitos se encontrarem em área de mangue, e sobre a existência de condições de infraestrutura ambiental, para que possam dar o tratamento correto aos esgotos domésticos.

A trilha do Parque Ecológico elaborada pelo Governo do Estado se deu a partir de aterros compostos de materiais completamente diversos e inadequados para área, que posteriormente foi compactado, causando o isolamento de setores do mangue e estagnação de

suas águas, o que vem comprometendo o desenvolvimento do mangue e de outros organismos que necessitam do fluxo e refluxo promovido pela oscilação da maré (Figura 03).



Figura 03 - Trilha do Parque Ecológico do Cocó. Podem ser observadas várias árvores caídas em todo percurso (março de 2011).

A partir da Avenida Sebastião de Abreu o Rio Cocó continua sua saga sendo submetido aos mais variados impactos, como despejos clandestinos, incêndios, desmatamento para ocupações e produção de carvão, etc. Porém são verificadas menores intervenções na mata ciliar, sendo possível observar em vários trechos do rio o corredor formado entre as duas margens por essa vegetação (Figura 04).



Figura 04 – Vista do Rio Cocó a partir da Avenida Sebastião de Abreu (março de 2011).

No Bairro Edson Queiroz, próxima a margem direita do rio, é encontrada a Universidade de Fortaleza (UNIFOR), inaugurada em 1973. Foi um dos mais importantes empreendimentos que dinamizou a ocupação na região.

Em 2009, ao lado da UNIFOR, e também nas proximidades do estuário, o Governo do Estado iniciou as obras para construção do Centro de Eventos do Ceará. O intuito é atrair grandes eventos para Fortaleza e estimular uma nova vertente do turismo, o turismo de negócios. Esse empreendimento tem previsão de inauguração para o primeiro semestre de 2012.

Próxima à margem esquerda do Rio Cocó, no bairro Manoel Dias Branco, encontra-se a Cidade Fortal. Espaço criado em 2006 para comportar a micareta fora de época (Fortal) em Fortaleza, que foi proibida judicialmente de ocorrer na Avenida Beira Mar.

Próximo a sua foz, o Rio Cocó recebe pela margem direita as águas do Riacho Coaçu, seu principal afluente, que incrementa a poluição através dos esgotos clandestinos lançados das habitações na área por onde passa.

Na foz do Rio Cocó as ações antrópicas imperam em toda paisagem. A ponte de Sabiaguaba foi erguida sobre a foz para ligar os bairros Caça e Pesca e Sabiaguaba. Assim como as avenidas Murilo Borges, Engenheiro Santana Júnior e Sebastião de Abreu, sua edificação se deu a partir de desmatamento do mangue, seguido por aterramento e compactação do solo para suportar tal obra.

As margens da foz encontram-se ocupadas por barracas e bares que descaracterizam a paisagem e são responsáveis por despejos de esgotos, assoreamento do rio, deposição de entulho e contribui para aumentar o fluxo de pessoas que implica em mais alterações no local (Figura 05).



Figura 05 – Barracas na margem direita da foz do Rio Cocó no Bairro Sabiaguaba (julho de 2011).

3.3.1. Indicadores socioambientais dos bairros adjacentes ao estuário do Rio Cocó

3.3.1.1. População

A cidade de Fortaleza está dividida em seis Regiões Administrativas que são gerenciadas pelas Secretarias Regionais, mais conhecidas como Regionais I, II, III, IV, V e VI (Figura 06).

O Rio Cocó cruza diversos bairros das Regionais II e VI. O trecho estuarino do rio, que se estende no sentido sudoeste-leste na capital, tem seu limite montante entre os bairros Aerolândia e Jardim das Oliveiras, na Regional VI, e se estende à jusante por alguns bairros da Regional II e VI até desembocar no Oceano Atlântico.

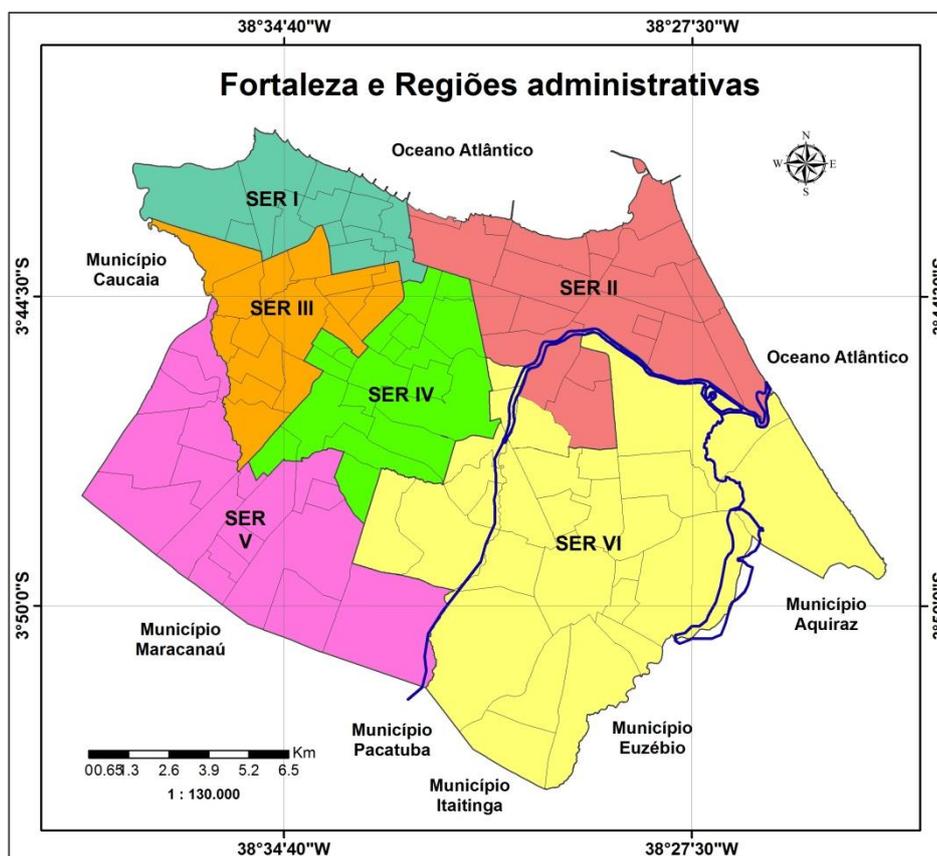


Figura 06 – Regiões Administrativas de Fortaleza.
Fonte: SEINF

A Regional II é composta pelos seguintes bairros: Aldeota, Cais do porto, Centro, Cidade 2000, Cocó, Dionísio Torres, Manoel Dias Branco, Luciano Cavalcante, Guararapes,

Joaquim Távora, Meireles, Mucuripe, Papicu, Praia de Iracema, Praia do Futuro I, Praia do Futuro II, Salinas, São João do Tauape, Varjota, Vicente Pinzon, Bairro de Lourdes.

A Regional VI, por sua vez, é formada pelos bairros: Aerolândia, José Alencar, Alto da Balança, Ancuri, Barroso, Cajazeiras, Cambeba, Cidade dos Funcionários, Coaçu, Curió, Dias Macedo, Edson Queiroz, Guajeru, Jangurussu, Jardim das Oliveiras, Lagoa Redonda, Boa Vista, Messejana, Parque dois Irmãos, Parque Iracema, Parque Manibura, Passaré, Paupina, Pedras, Sabiaguaba, Sapiranga/Coité, Conjunto Palmeiras.

Conforme o IBGE (2010), a população em Fortaleza totaliza 2.447.409 habitantes, sendo 1.145.799 homens e 1.301.610 mulheres. Na Regional II são encontrados 380.106 habitantes, com estimativa para ano de 2012 de uma elevação para 387.646. Já na Regional VI, a população totaliza 530.986 habitantes com estimativa de 541.595 para o ano de 2012, conforme observado na Tabela 04.

Tabela 04 – População por Região Administrativa para os anos de 1991, 2000 e 2009 e projeções para os anos de 2010, 2011 e 2012.

REGIÃO	1991		2000		2009	2010	2011	2012
	Quant. Habitantes	% do Total	Quant. Habitantes	% do Total	Quant. Habitantes	Quant. Habitantes	Quant. Habitantes	Quant. Habitantes
I	304.295	17,21	340.134	15,88	397.882	405.822	431.575	422.219
II	290.521	16,43	311.842	14,56	364.808	372.650	380.106	387.646
III	307.087	17,36	340.516	15,90	398.382	406.343	414.463	422.761
IV	260.277	14,72	259.831	12,14	303.924	309.989	316.192	322.515
V	323.168	18,26	452.875	21,15	530.175	540.769	552.184	562.614
VI	283.290	16,02	436.204	20,37	510.381	520.575	530.986	541.595
TOTAL	1.768.638	100	2.141.402	100	2.505.552	2.556.148	2.625.506	2.659.350

Fonte: Fundação IBGE – Cálculos: PMF – SEPLA, adaptado de Fortaleza (2009).

A densidade demográfica na Regional II é de 63,20 habitantes por hectare, enquanto na Regional VI é de 32,33 habitantes por hectare.

Conforme observado na tabela 05, houve ao longo dos anos significativo incremento populacional em ambas as Regiões Administrativas. A Regional II apresentou uma elevação de 7,34%, menor percentual de crescimento que as regionais I, III, V e VI, estando acima apenas da IV. Em contra partida a Regional VI teve um maior percentual de crescimento que as demais, obtendo 53,98%. Essa evolução populacional implica consequentemente maior alteração dos espaços naturais e intensificação dos impactos negativos sobre a planície fluvio-marinha, uma vez que o poder público não consegue oferecer os serviços essenciais nem infraestrutura no mesmo ritmo.

Tabela 05 – Evolução da população de Fortaleza, segundo Região Administrativa.

ANO	Regiões Administrativas						TOTAL
	I	II	III	IV	V	VI	
1991	304.295	290.521	307.087	260.277	323.168	283.290	1.768.638
1996	317.709	287.331	330.970	254.548	399.375	375.580	1.965.513
2000	340.134	311.842	340.516	259.831	452.875	436.204	2.141.402
Variação (%)	11,78	7,34	10,89	-0,17	40,14	53,98	21,08

Fonte: IBGE – Censo 1991, Contagem da População 1996 e Censo Demográfico em 2000, adaptado de Fortaleza (2009).

Na margem direita do Rio Cocó, sentido montante-jusante, são encontrados os seguintes bairros: Jardim das oliveiras, Salinas, Edson Queiroz e Sabiaguaba. Na margem esquerda estão os bairros Aerolândia, Alto da Balança, São João do Tauape, Cocó, Cidade 2000, Manoel dias Branco e Praia do Futuro II.

A população residente nesses bairros totaliza 139.408 habitantes, e a densidade demográfica é de 27. 410 habitantes por hectare, conforme observado na tabela 06. Percebe-se, portanto, uma grande aglomeração urbana que pressiona de forma crônica o Rio Cocó.

Tabela 06 - Área, população e densidade demográfica dos bairros adjacentes ao estuário do Rio Cocó (2000*).

BAIRROS	ÁREA (Ha)	POPULAÇÃO	DENSIDADE DEMOGRAFICA
	Quantidade	Quantidade	Hab. / Ha
Aerolândia (VI)	68,1	11824	173,63
Alto da balança (VI)	85	13229	155,64
Cocó (II)	336,9	13952	41,41
Cidade 2000 (II)	53,1	7885	148,49
Edson Queiroz (VI)	1601,1	20291	12,67
Jardim das Oliveiras (VI)	286,1	30754	114,71
Manoel Dias Branco (II)	468,1	1594	3,41
Praia do Futuro (II)	324,4	7651	23,59
Sabiaguaba (VI)	1343,2	2759	2,05
Salinas (II)	274,3	2141	7,81
São João do Tauape (II)	245,6	27328	111,27
TOTAL	5085,9	139.408	27.410,6

Fonte: Adaptado de Fortaleza (2009).

As Regiões Administrativas II e VI juntas, concentram uma população de 748.046 habitantes distribuídos em 186.089 domicílios, como pode ser observado na Tabela 07. Em média vivem 4,01 habitantes por domicílio.

Tabela 07 – População, domicílios e habitantes por domicílio por região administrativa, 2000.

REGIÃO	POPULAÇÃO	QUANTIDADE DE DOMICÍLIOS	HABITANTES POR DOMICÍLIO
I	340.134	82.467	4,12
II	311.842	80.325	3,88
III	340.516	82.664	4,12
IV	259.831	65.871	3,94
V	452.875	108.988	4,16
VI	436.204	105.764	4,12
TOTAL	2.141,402	526.079	4,07

Fonte: adaptado de Fortaleza (2009).

Nos bairros adjacentes ao estuário do Rio Cocó são encontrados 34.193 domicílios que abrigam em média 4,07 habitantes cada, conforme observado na Tabela 08.

Tabela 08 - População, domicílios e habitantes por domicílio dos bairros adjacentes ao estuário do Rio Cocó (2000).

BAIRROS	POPULAÇÃO	QUANTIDADE DE DOMICÍLIOS	HABITANTE / DOMICÍLIO
Aerolândia (VI)	11824	2.975	3,97
Alto da balança (VI)	13229	3.289	4,02
Cocó (II)	13952	3.634	3,84
Cidade 2000 (II)	7885	2.079	3,79
Edson Queiroz (VI)	20291	4.692	4,32
Jardim das Oliveiras (VI)	30754	7.190	4,28
Manoel Dias Branco (II)	1594	408	3,91
Praia do Futuro (II)	7651	1.751	4,37
Sabiaguaba (VI)	2759	620	4,45
Salinas (II)	2141	524	4,09
São João do Tauape (II)	27328	7.031	3,89
TOTAL	139.408	34.193	4,07

Fonte: Adaptado de Fortaleza (2009).

A população residente no entorno do Rio Cocó vem pressionando sobremaneira o ecossistema local e o ambiente fluvial. A mata ciliar e o mangue vêm sendo suprimidos pela população de baixa renda ou pelo avanço da especulação imobiliária, o que contribui para o assoreamento do rio. Extensas áreas da planície de inundação foram aterradas para construção de condomínios, prédios comerciais, loteamentos, áreas de lazer e habitações insalubres. As

águas do rio estão poluídas pela emissão de efluentes sem tratamento das mais variadas origens, e pelo lixo jogado pela população diretamente na calha fluvial.

3.3.1.2. Saneamento

Um dos maiores problemas que atingem a população fortalezense está relacionado ao déficit nos serviços de saneamento básico. Como pode ser verificado na Tabela 09, o sistema de esgotamento sanitário só atende a 42,04% das habitações da cidade. Na Regional II observa-se o maior percentual de atendimento, com 70,21%, mas não menos preocupante, tendo em vista o percentual da população não atendida. Na Regional V e VI a situação é mais crítica com atendimento de apenas 24,56% e 26,14% das habitações respectivamente.

Tabela 09 – Esgotamento sanitário por região administrativa, Janeiro 2002.

REGIÃO	REDE PÚBLICA DISPONÍVEL			SEM ESGOTO PÚBLICO	TOTAL (b)	% (a/b)
	Utilizada	Não utilizada	Subtotal (a)			
I	50.128	9.921	60.049	26.378	86.427	69,48
II	42.735	7.270	50.005	21.213	71.218	70,21
III	33.169	7.843	41.012	53.610	94.622	43,34
IV	22.095	4.187	26.282	37.425	63.707	41,25
V	30.422	5.144	35.566	109.233	144.799	24,56
VI	28.553	3.038	31.591	89.273	120.864	26,14
TOTAL	207.102	37.403	244.505	337.132	581.637	42,04

Fonte: Adaptado de Fortaleza (2009).

A baixa abrangência e a má qualidade desse serviço induzem a deterioração da qualidade dos recursos hídricos na cidade. Os principais rios e lagoas de Fortaleza se tornaram escoadouro dos efluentes domésticos, comerciais e industriais, que por sua vez tem inibido os diversos usos que se possam fazer desses corpos d'água, como: consumo humano, recreação, irrigação, pesca, etc.

De acordo com Almeida e Pereira (2009) não há escassez quantitativa de água no Brasil. Os problemas que ocorrem na atualidade são resultado principalmente da concentração desordenada da demanda, da baixa eficiência do fornecimento e principalmente da degradação da qualidade da água em números nunca imaginados.

No Rio Cocó, até mesmo o uso menos exigente da água, como a navegação, está comprometido, tendo em vista o processo de eutrofização que leva proliferação de algas natantes que impedem a circulação de embarcações em vários trechos do rio. Essas algas

comprometem, inclusive, a harmonia paisagística ao descaracterizar a paisagem, e o equilíbrio natural das comunidades aquáticas, levando muitos organismos à morte.

O abastecimento de água atende um percentual maior da população de Fortaleza do que o de esgotamento sanitário. Conforme Tabela 10, mais 87% dos domicílios particulares são atendidos por esse serviço, porém vale salientar que o fornecimento de água para Fortaleza vem do sistema Pacoti-Riachão-Gavião, fora do município. As águas superficiais do município, representadas por rios e lagoas, estão poluídas e/ou contaminadas não permitindo o uso para consumo humano, o que preocupa no caso de rebaixamento do nível dos reservatórios que garantem o abastecimento local.

Tabela 10 – Abastecimento de água em domicílios particulares por região administrativa – 2000.

REGIÃO	TOTAL DE DOMICÍLIOS PARTICULARES	ABASTECIMENTO DE ÁGUA			PERCENTUAL DE ABASTECIMENTO DA REDE GERAL
		Rede pública	Poço ou nascente	Outras formas	
I	82.467	62.849	15.783	3.835	76,21
II	80.325	72.362	6.520	1.443	90,09
III	82.664	70.930	8.753	2.981	85,81
IV	65.871	59.716	4.926	1.229	90,66
V	108.988	99.530	5.230	4.228	91,32
VI	105.764	93.432	7.772	4.560	88,34
TOTAL	526.079	458819	48984	18276	87,22

Fonte: Adaptado de Fortaleza (2009).

Nos bairros adjacentes ao estuário do Rio Cocó o percentual de domicílios atendidos pelo serviço de abastecimento de água supera, muitas vezes, o percentual municipal e Regional, como pode ser observado na Tabela 11. Todavia, chama atenção o baixo percentual de atendimento nos bairros Sabiaguaba e Praia do Futuro II, com 42,26% e 60,14% respectivamente.

Tabela 11 – Abastecimento de água nos bairros adjacentes ao estuário do Rio Cocó.

BAIRROS	TOTAL DE DOMICÍLIOS PARTICULARES	ABASTECIMENTO DE ÁGUA			PERCENTUAL DE ATENDIMENTO DA REDE GERAL
		Rede pública	Poço ou nascente	Outras formas	
Aerolândia (VI)	2.975	2.865	73	37	96,30
Alto da Balança (VI)	3.289	3.050	92	147	92,73
Cocó (II)	3.634	3.415	195	24	93,97
Cidade 2000(II)	2.079	2.045	33	1	98,36
Edson Queiroz (VI)	4.692	3.985	576	131	84,93
Jardim das Oliveiras (VI)	7.190	6.670	216	304	92,77
Manoel Dias Branco (II)	408	357	14	37	87,50
Praia do futuro II (II)	1.751	1.053	585	113	60,14
Sabiaguaba (VI)	620	262	302	56	42,26
Salinas (II)	524	470	38	16	89,69
São João do Tauape (II)	7.031	6.504	424	103	92,50
TOTAL	34.193	30.676	2.548	969	84,65

Fonte: Adaptado de Fortaleza (2009).

3.3.1.3 Renda

Como observado nas Tabelas 12 há uma variação da renda média dos chefes de família em Fortaleza de acordo com a Região Administrativa. Na Regional II ocorre a maior média salarial da cidade, com mais de 14 salários mínimos por chefe de família. Nas demais Regionais os valores estão bem abaixo dessa média, totalizando juntas quase o valor da área anteriormente mencionada.

Tabela 12 – Renda média mensal dos chefes de família do Município de Fortaleza, por Região Administrativa (Em Salários Mínimos).

REGIÃO	2000
I	3,49
II	14,32
III	4,1
IV	6,08
V	2,78
VI	4,11
Média de Fortaleza	5,61

Fonte: Adaptado de Fortaleza (2009).

Essa diferença de renda reflete diretamente no padrão de vida das pessoas e consequentemente na relação direta que cada um vai ter com o meio ambiente. As pessoas com maior poder aquisitivo vão poder escolher habitações seguras, confortáveis, providas dos serviços essenciais (água, luz, esgoto, coleta de lixo, escolas) e com fácil acesso para o trabalho, geralmente em locais valorizados pela especulação imobiliária, que não poupa se quer as áreas de preservação permanente, como no estuário do Rio Cocó.

Ao passo que as pessoas de baixa renda, muitas vezes, não conseguem adquirir uma casa ou, pelo menos, arcar com o aluguel de uma moradia. Restando aos mesmos ocupar áreas públicas, em habitações improvisadas, sem a menor infraestrutura pública e sob riscos ambientais. Essas áreas, geralmente, são instáveis e de difícil recuperação, como morros, dunas, margens de rios etc. Como resultado há significativas alterações e impactos negativos nesses ambientes gerando transtorno para a própria população que ali reside. São comuns nessas áreas deslizamentos de terra, enchentes e proliferação de doenças de veiculação hídrica.

Ao longo do Rio Cocó é comum em períodos de chuvas o alagamento de ruas, avenidas e habitações a partir do transbordamento das águas em sua planície de inundação. Ao mesmo passo que aumenta a incidência de doenças de veiculação hídrica devido à emissão dos esgotos domésticos diretamente no rio.

Segundo Almeida e Pereira (2009), há uma estreita relação entre o desmatamento em áreas de bacia e as inundações que assolam alguns centros urbanos do Brasil. O desmatamento é responsável pela perda da capacidade do solo de reter água e ao mesmo tempo favorece a erosão das encostas provocando o assoreamento dos rios, que, aliado à impermeabilização do solo com as construções nas cidades, provoca enchentes.

Nos bairros adjacentes ao estuário do Rio Cocó observa-se uma grande variação de renda assim como ocorre nas Regionais. De acordo com a Tabela 13 os bairros onde os responsáveis por domicílios apresentam uma melhor renda média são Cocó (R\$ 3.437,34), Salinas (R\$ 2.125,66), São João do Tauape (R\$ 1.228,39) e Cidade 2000 (1.030,31). Os demais apresentam uma média de renda bem inferior, estando os bairros Sabiaguaba, Jardim das Oliveiras e Alto da Balança com as piores rendas, R\$ 367,64, R\$ 435,24 e R\$ 479,18 respectivamente.

Tabela 13 – Renda média mensal dos responsáveis por domicílios particulares permanentes nos bairros adjacentes ao estuário do Rio Cocó, 2000.

BAIRROS	QUANTIDADE	RENDA MÉDIA (R\$)	RENDA TOTAL (R\$)
Aerolândia (VI)	2.738	517,61	1.417.203,00
Alto da balança (VI)	2.968	479,18	1.422.192,00
Cocó (II)	3.536	3.437,34	12.154.430,00
Cidade 2000 (II)	1.987	1.030,31	2.047.231,00
Edson Queiroz (VI)	4.100	945,71	3.877.396,00
Jardim das Oliveiras (VI)	5.872	435,24	2.555.758,00
Manoel Dias Branco (II)	374	626,46	234.296,00
Praia do Futuro (II)	1.483	496,57	736.415,00
Sabiaguaba (VI)	530	367,64	194.851,00
Salinas (II)	523	2.125,66	1.111.721,00
São João do Tauape (II)	6.447	1.228,39	7.919.448,00
TOTAL	30.558	12.721,14	33.670.941,00

Fonte: Adaptado de Fortaleza (2009).

Essa variação de renda reflete a diferença sócio-espacial verificada ao longo do estuário do Rio Cocó. Nos bairros onde são observadas as maiores rendas, são encontradas habitações de alto padrão e melhor infraestrutura pública. Já nos Bairros em que os responsáveis por domicílios particulares apresentam baixo poder aquisitivo as habitações são modestas, muitas não acabadas, e o serviço de saneamento básico é deficitário ou ausente.

De acordo com Carlos (2007) “O uso diferenciado da cidade demonstra que esse espaço se constrói e se reproduz de forma desigual e contraditória. A desigualdade espacial é produto da desigualdade social”.

A situação degradante vivenciada por uma parcela da população no entorno do Rio Cocó representa, sobretudo, uma violação aos direitos humanos. O artigo XXV da Declaração Universal dos Direitos Humanos torna isso claro ao estabelecer que:

Toda pessoa tem direito a um padrão de vida capaz de assegurar a si e a sua família saúde e bem estar, inclusive alimentação, vestuário, habitação, cuidados médicos e os serviços sociais indispensáveis, e direito à segurança em caso de desemprego, doença, invalidez, viuvez, velhice ou outros casos de perda dos meios de subsistência fora de seu controle (Declaração Universal dos Direitos Humanos, 1948).

3.3.1.4. Índice de Desenvolvimento Humano do Município (IDH-M)

O Índice de Desenvolvimento Humano do Município de Fortaleza é obtido a partir de três variáveis: anos de estudo, população alfabetizada e rendimento. O Índice varia de 0 a 1 e pode ser classificado em Alto, Médio e Baixo.

Conforme observado na Tabela 14, entre os 114 bairros, distribuídos nas seis Regiões Administrativas em Fortaleza, apenas 7 apresentaram Alto IDHM. Enquanto 66 bairros apresentaram Médio IDHM e 41 se enquadraram no Baixo IDHM.

Na Regional II se concentram os 7 bairros com Alto IDHM, enquanto a Regional VI se encontram 15 bairros com Baixo IDHM, a maior concentração de bairros com Baixo IDHM de todas as Regiões Administrativas.

Tabela 14 – Índice de Desenvolvimento Humano do Município por Região administrativa, 2000.

REGIÃO	PARÂMETRO UTILIZADO									IDHM-GERAL		
	MÉDIA DE ANOS DE ESTUDO DO CHEFE DE FAMÍLIA			TAXA DE ALFABETIZAÇÃO			RENDA MÉDIA DO CHEFE DE FAMÍLIA					
	Alto	Médio	Baixo	Alto	Médio	Baixo	Alto	Médio	Baixo	Alto	Médio	Baixo
I	0	6	9	15	0	0	0	0	15	0	10	5
II	5	11	4	20	0	0	4	5	11	7	10	3
III	0	7	9	16	0	0	0	0	16	0	11	5
IV	1	11	7	19	0	0	0	0	19	0	16	3
V	0	5	12	17	0	0	0	0	17	0	7	10
VI	0	5	22	26	1	0	0	1	26	0	12	15
TOTAL	6	45	63	113	1	0	4	6	104	7	66	41

Fonte: Adaptado de Fortaleza (2009).

Como observado na Tabela 15, dos Bairros adjacentes ao estuário do Rio Cocó apenas o Bairro Cocó apresenta Alto IDHM com média de 0,858. Já os Bairros Aerolândia, Alto da Balança, Cidade 2000, Edson Queiroz, Salinas e São João do Tauape obtiveram Médio IDHM, e nos bairros Jardim das Oliveiras, Manoel Dias Branco, Praia do Futuro II e Sabiaguaba as variáveis indicaram Baixo IDHM.

Tabela 15 – Índice de Desenvolvimento Humano do Município dos bairros adjacentes ao estuário do Rio Cocó, 2000.

BAIRROS	PARÂMETRO UTILIZADO									IDHM-GERAL		
	MÉDIA DE ANOS DE ESTUDO DO CHEFE DE FAMÍLIA			TAXA DE ALFABETIZAÇÃO			RENDA MÉDIA DO CHEFE DE FAMÍLIA					
	Alto	Médio	Baixo	Alto	Médio	Baixo	Alto	Médio	Baixo	Alto	Médio	Baixo
Aerolândia			0,398	0,893					0,113		0,468	
Alto da balança			0,409	0,885					0,104		0,466	
Cocó	0,844			0,973			0,758			0,858		
Cidade 2000		0,648		0,975					0,226		0,616	
Edson Queiroz.			0,438	0,854					0,207		0,500	
Jardim.Oliveiras.			0,321	0,824					0,095			0,413
Manoel Dias Br.			0,269	0,766					0,137			0,391
Praia do Futuro			0,309	0,795					0,108			0,404
Sabiaguaba			0,395	0,813					0,446			0,446
Salinas		0,653		0,928				0,468			0,683	
Sã. João Tauape		0,532		0,915					0,270		0,572	
Total de bairros	1	2	7	10			1	1	8	1	5	4

Fonte: Adaptado de Fortaleza (2009).

O IDHM dos bairros que se encontram no entorno do Rio Cocó reflete não só uma diferenciação social, mas também espacial. Isso é perceptível pelos tipos de habitações e pela relação da população com o rio.

Nas áreas onde a população apresenta os piores índices é possível observar habitações insalubres, muitas das quais sujeitas às inundações durante elevação do nível do Rio no período chuvoso. Grande parte não desfruta de saneamento básico, sendo os esgotos domésticos lançados no Rio Cocó. Além de ter sido constatado nas visitas de campo que são nessas áreas, sobretudo, na parte montante do estuário, onde há um maior adensamento urbano, que ocorre um elevado descarte de lixo, o que reflete a baixa escolaridade da população.

Por outro lado, no Bairro Cocó e em partes dos bairros Salinas, São João do Tauape, Cidade 2000 e Edson Queiroz são encontradas habitações e condomínios de elevado padrão no Entorno do rio. Porém muitas dessas habitações foram construídas sobre aterros em área de mangue ou de planície de inundação. Além de terem seus esgotos lançados clandestinamente no mangue. Vale salientar, que nessas áreas não foi verificado locais

específicos de despejo de lixo, o que demonstra uma maior conscientização ambiental em virtude de uma maior escolaridade da população.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Materiais

4.1.1 Dados Orbitais

Para escolha das imagens de satélite foi levado em consideração o mesmo tipo de sensor imageador, no caso o sensor TM do Landsat – 5, com resolução espacial de 30 m. Na definição das imagens do satélite TM/Landsat-5 foram consideradas cenas com baixa cobertura de nuvens ou de sombras para que não houvesse interferência na visibilidade e consequentemente na interpretação visual da área de interesse.

As imagens do satélite TM/Landsat-5, nas bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7, que recobrem a área de estudo, situam se na órbita 217, ponto 63 e são de 20/07/1985, 02/07/1996 e 15/06/2007, obtidas no catálogo de imagens do INPE-Brasil (2011). Foram utilizadas em todos os procedimentos e podem ser visualizadas nas Figuras 07, 08 e 09 em composição RGB 543. As características e aplicações das bandas TM do satélite Landsat 5 se encontram no quadro 06.

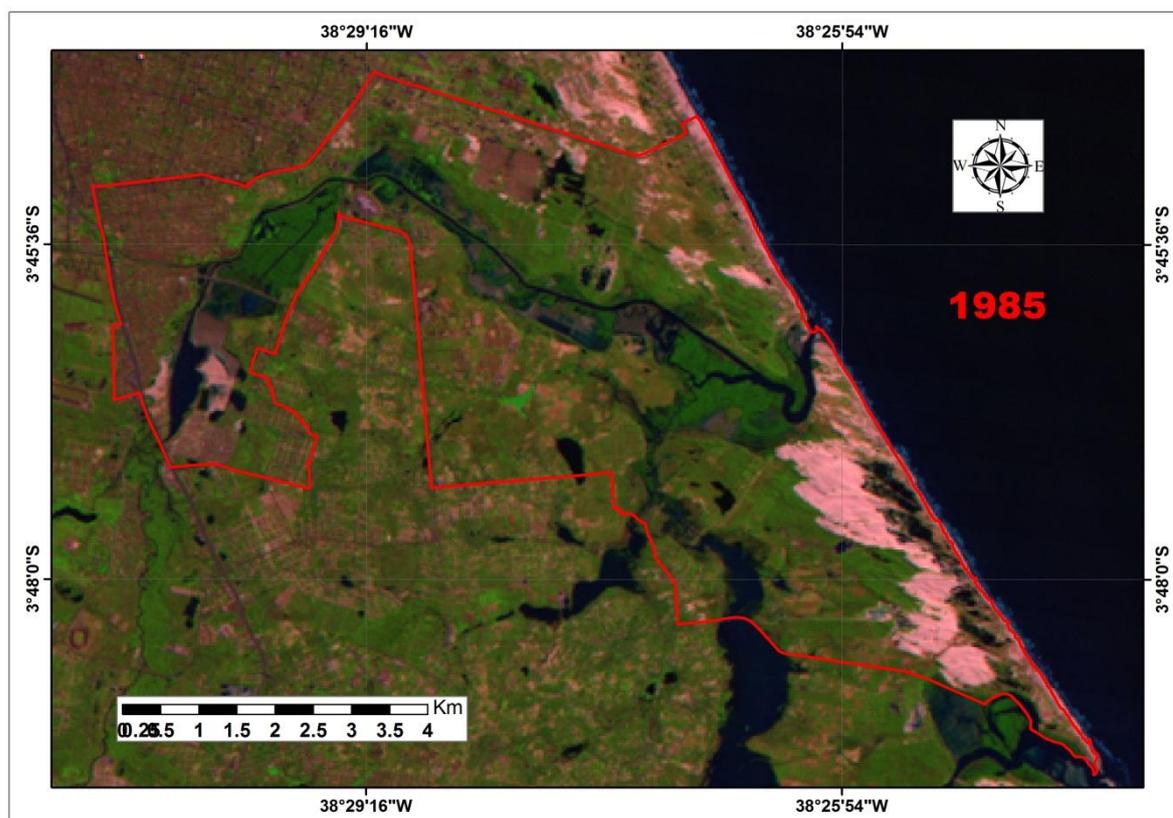


Figura 07 - Composição colorida RGB 543 da Imagem TM/Landsat-5, adquirida no ano de 1985, e, com o limite da área de estudo.

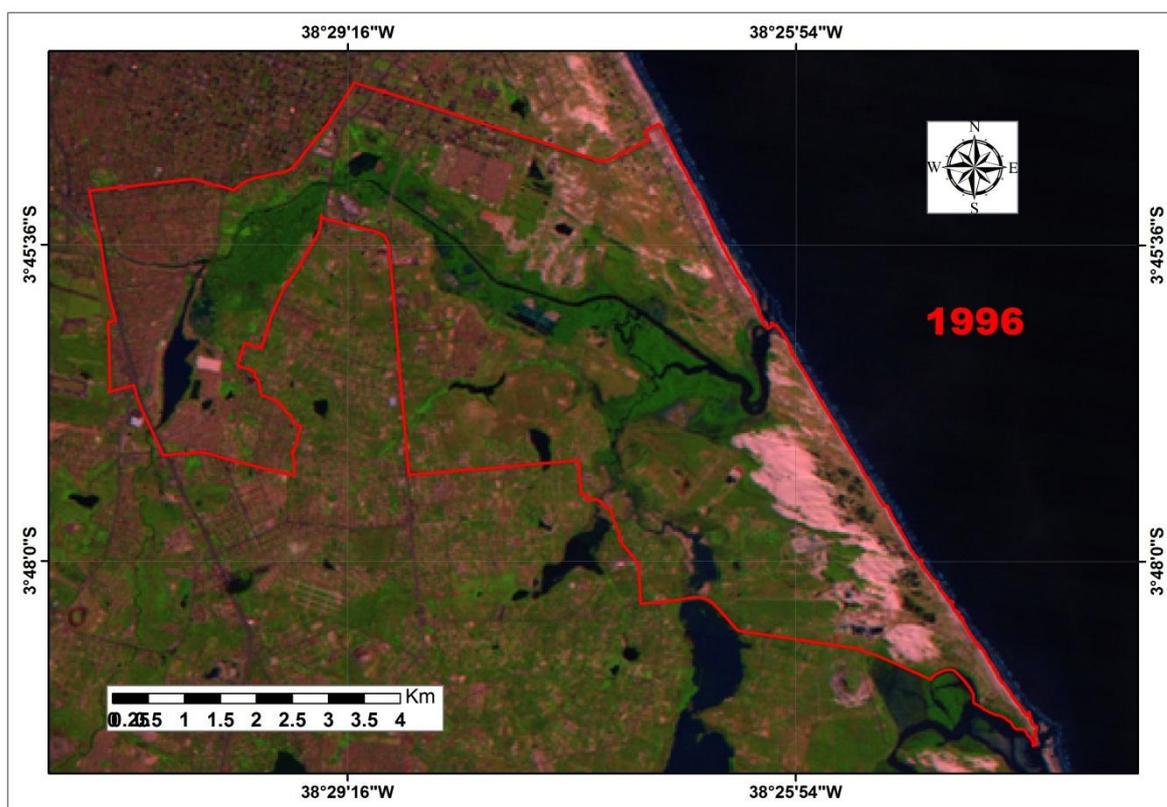


Figura 08 - Composição colorida RGB 543 da Imagem TM/Landsat-5, adquirida no ano de 1996, e com o limite da área de estudo.

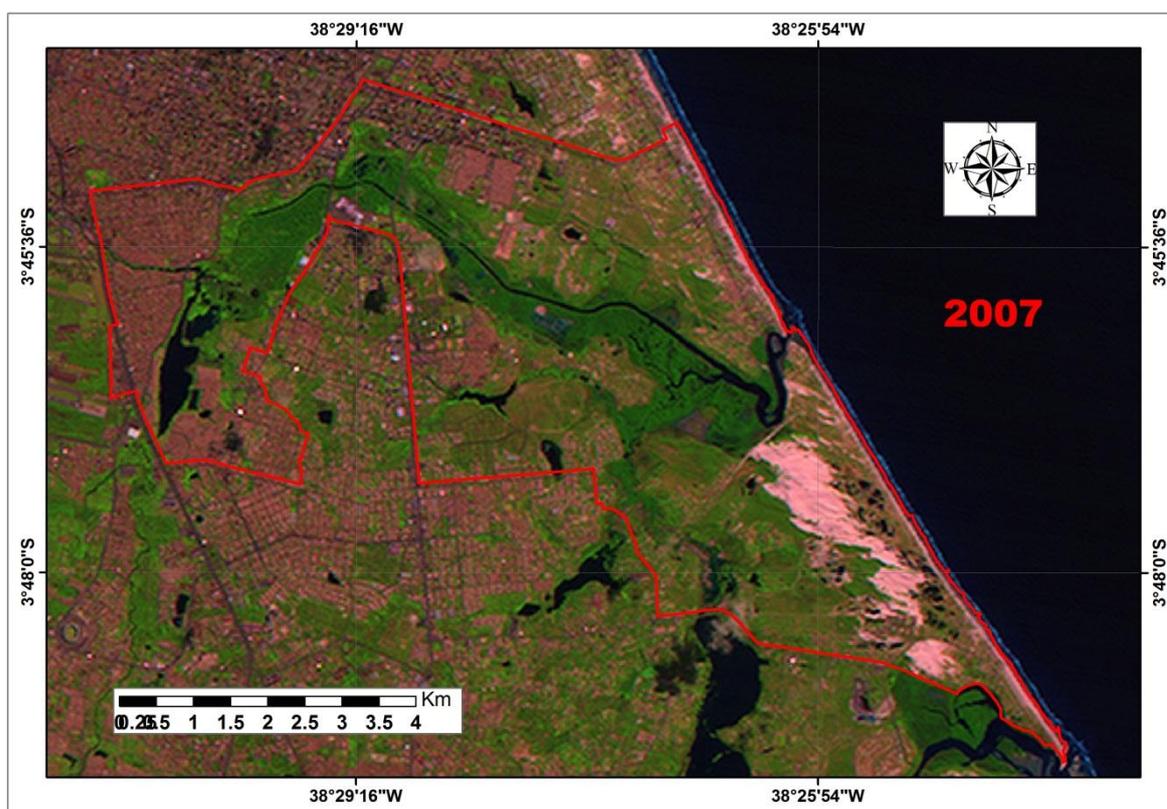


Figura 09 - Composição colorida RGB 543 da Imagem TM/Landsat-5, adquirida no ano de 2007, e com o limite da área de estudo.

Quadro 14 – Características e aplicações das bandas TM do satélite Landsat 5.

Banda	Intervalo espectral (μm)	Principais características e aplicações das bandas <i>TM</i> do satélite LANDSAT 5
1	(0,45 - 0,52)	Apresenta grande penetração em corpos de água, com elevada transparência, permitindo estudos batimétricos. Sofre absorção pela clorofila e pigmentos fotossintéticos auxiliares (carotenóides). Apresenta sensibilidade a plumas de fumaça oriundas de queimadas ou atividade industrial. Pode apresentar atenuação pela atmosfera.
2	(0,52 - 0,60)	Apresenta grande sensibilidade à presença de sedimentos em suspensão, possibilitando sua análise em termos de quantidade e qualidade. Boa penetração em corpos de água.
3	(0,63 - 0,69)	A vegetação verde, densa e uniforme, apresenta grande absorção, ficando escura, permitindo bom contraste entre as áreas ocupadas com vegetação (ex.: solo exposto, estradas e áreas urbanas). Apresenta bom contraste entre diferentes tipos de cobertura vegetal (ex.: campo, cerrado e floresta). Permite análise da variação litológica em regiões com pouca cobertura vegetal. Permite o mapeamento da drenagem através da visualização da mata galeria e entalhe dos cursos dos rios em regiões com pouca cobertura vegetal. É a banda mais utilizada para delimitar a mancha urbana, incluindo identificação de novos loteamentos. Permite a identificação de áreas agrícolas.
4	(0,76 - 0,90)	Os corpos de água absorvem muita energia nesta banda e ficam escuros, permitindo o mapeamento da rede de drenagem e delineamento de corpos de água. A vegetação verde, densa e uniforme, reflete muita energia nesta banda, aparecendo bem clara nas imagens. Apresenta sensibilidade à rugosidade da copa das florestas (dossel florestal). Apresenta sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo a obtenção de informações sobre Geomorfologia, Solos e Geologia. Serve para análise e mapeamento de feições geológicas e estruturais. Serve para separar e mapear áreas ocupadas com <i>pinus</i> e <i>eucalipto</i> . Serve para mapear áreas ocupadas com vegetação que foram queimadas. Permite a visualização de áreas ocupadas com macrófitas aquáticas (ex.: aguapé). Permite a identificação de áreas agrícolas.
5	(1,55 - 1,75)	Apresenta sensibilidade ao teor de umidade das plantas, servindo para observar estresse na vegetação, causado por desequilíbrio hídrico. Esta banda sofre perturbações em caso de ocorrer excesso de chuva antes da obtenção da cena pelo satélite
7	(2,08 - 2,35)	Apresenta sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo obter informações sobre Geomorfologia, Solos e Geologia. Esta banda serve para identificar minerais com íons hidroxilas. Potencialmente favorável à discriminação de produtos de alteração hidrotermal.

Fonte: INPE, 2011.

A imagem Landsat Geocover 2000, (Figura 10) disponibilizada no *site* da NASA - National Aeronautics and Space Administration (<http://www.zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/mrsid.pl>), obtida georreferenciada e ortorretificada, usada para registrar/georreferenciar as imagens TM/Landsat-5 de 1985 e 1996 e 2007.

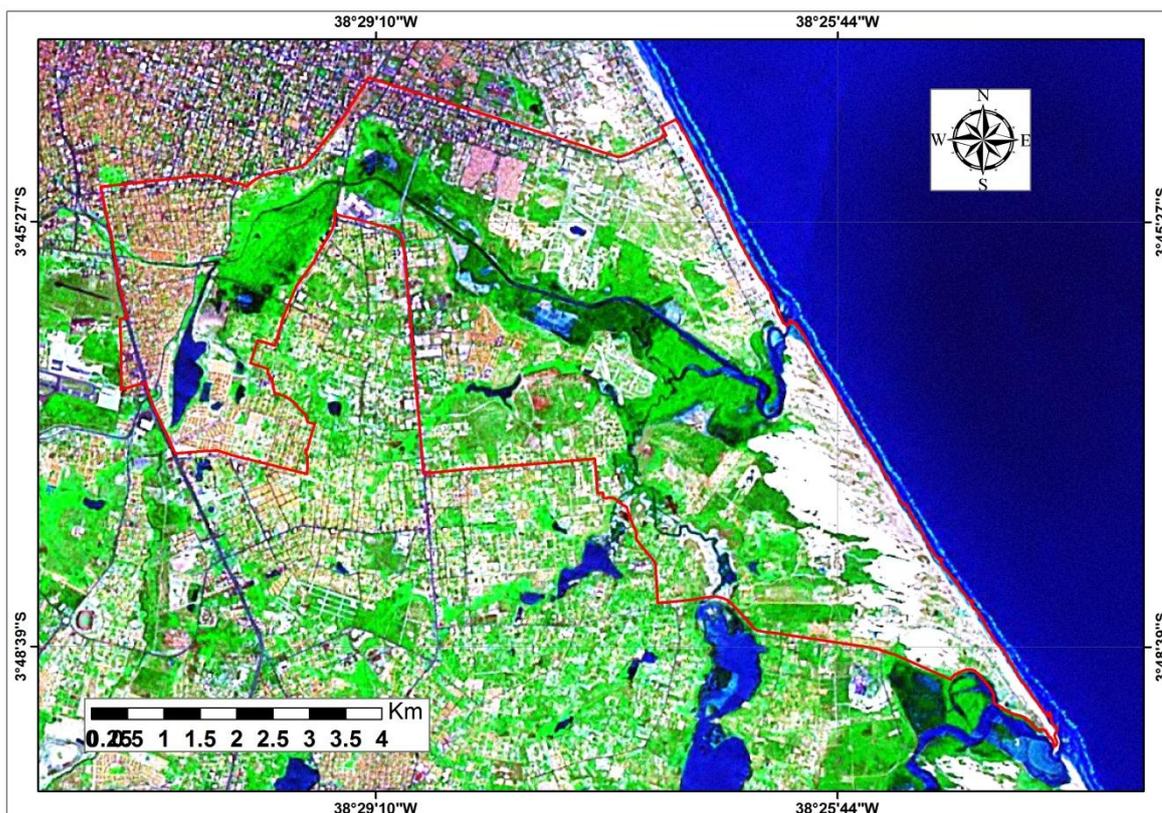


Figura 10 – Carta imagem Landsat Geocover de 2000, com delimitação da área de estudo.

A Imagem do Sensor MS do Satélite Quick Bird da Digital Globe, pixel de 2,4 m, de 2009 da bacia do Rio Cocó, obtida na SEMACE, utilizada como suporte para interpretação visual das imagens TM/Landsat-5.

4.1.2 Fotografias Aéreas

Fotografias aéreas da bacia do rio Cocó do ano de 1988 na escala de 1:7.500, obtidas na Secretária de Infraestrutura de Fortaleza (SEINF). Utilizadas como Suporte para interpretação visual das imagens TM/Landsat-5.

4.1.3 Dados Vetoriais

Base vetorial dos Bairros de Fortaleza obtido na Secretaria de Infraestrutura de Fortaleza (SEINF), utilizada na delimitação da área de estudo.

Base vetorial das Regiões Administrativas de Fortaleza obtido na SEINF, utilizada na confecção do mapa de localização e distribuição das Regionais em Fortaleza.

Base vetorial da drenagem de Fortaleza obtido na SEINF, utilizada no mapa de distribuição das regionais em Fortaleza.

4.1.4 *Softwares* empregados

Para o processamento dos dados foram empregados os seguintes *softwares*: o SPRING versão 5.0.6, o TERRAVIEW 3.3.0 e o ArcGIS versão 9.3, instalados na plataforma operacional Windows 7.

O SPRING opera como um banco de dados geográficos, armazenando a geometria dos mapas em arquivos e os atributos dos dados em bancos de dados convencionais como Dbase, Access e outros. É um *software* desenvolvido pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), com tecnologia nacional, que é de domínio público e pode ser adquirido via internet pelo *site*: www.dpi.inpe.br/SPRING. O SPRING foi utilizado para a base do processamento das imagens TM/Landsat-5.

O TERRAVIEW 3.3.0, também desenvolvido pelo INPE, é um software usado para consulta de Banco de Dados, é livre podendo ser encontrado no *site* www.dpi.inpe.br/terraview. O TERRAVIEW foi utilizado para o cálculo de diferença, aplicado às áreas urbanas dos mapas temáticos gerados, através da ferramenta “operações geográficas”.

O ArcGIS 9.3 é um *software* comercial da ESRI (*Environmental Systems Research Institute*) e consiste numa família integrada de produtos de software GIS, formada por várias estruturas primárias, como: ArcGis Desktop (ArcView, ArcEditor e ArcInfo), ArcGis Serve e ArcGis Mobile. O ArcGis 9.3 foi utilizado para produção final dos mapas.

4.1.5 Equipamentos e materiais de coleta de dados em campo

- Um receptor GPS (Global Positioning System) portátil Garmin etrex HCX, que permitiu o registro de localização dos pontos de coleta de sedimentos no leito do Rio Cocó, bem como a compartimentação do estuário a cada 1000 metros de distância entre as estações de coleta (figura 11).
- Uma Draga de Van Veen, de propriedade do Labomar (Instituto de Ciências do Mar), operada manualmente para a coleta de sedimentos no leito do Rio Cocó (figura 11).
- Uma pequena embarcação de propriedade da Companhia de Polícia Militar Ambiental (CPMA), Utilizada no trecho navegável do Rio Cocó, que vai de sua foz até a Avenida Engenheiro Santana Júnior (figura 12).

- Duas câmeras digitais para o registro dos impactos da urbanização ao longo do estuário.
- Sacos plásticos devidamente identificados para colocação das amostras de sedimentos retiradas do leito do Rio.



Figura 11 – Draga de Van Veen, GPS e sacos Plásticos para acondicionamento de sedimentos (Julho de 2011).



Figura 12 – Barco da Companhia de Polícia Militar Ambiental (Julho de 2011).

4.2 Metodologia

O desenvolvimento do trabalho foi realizado, em duas etapas. Uma relacionada com a criação do banco de dados, no SPRING 5.0.6, outra com a criação do banco de dados no TERRAVIEW 3.3.0. No SPRING foram elaborados, a partir das imagens TM/Landsat-5, os mapas de uso e cobertura do solo para os anos de 1985, 1996 e 2007. No TERRAVIEW os mapas de uso e cobertura do solo foram submetidos à técnica de sobreposição que permitiu avaliar a evolução urbana na área de estudo para os períodos de 1985-1996, 1996-2007 e 1985-2007. A descrição dessas etapas é feita nos tópicos subsequentes.

O trabalho de campo subsidiou a interpretação visual das imagens e permitiu o levantamento de impactos da urbanização no estuário do Rio Cocó.

A metodologia encontra-se esquematizada no fluxograma da figura 13.

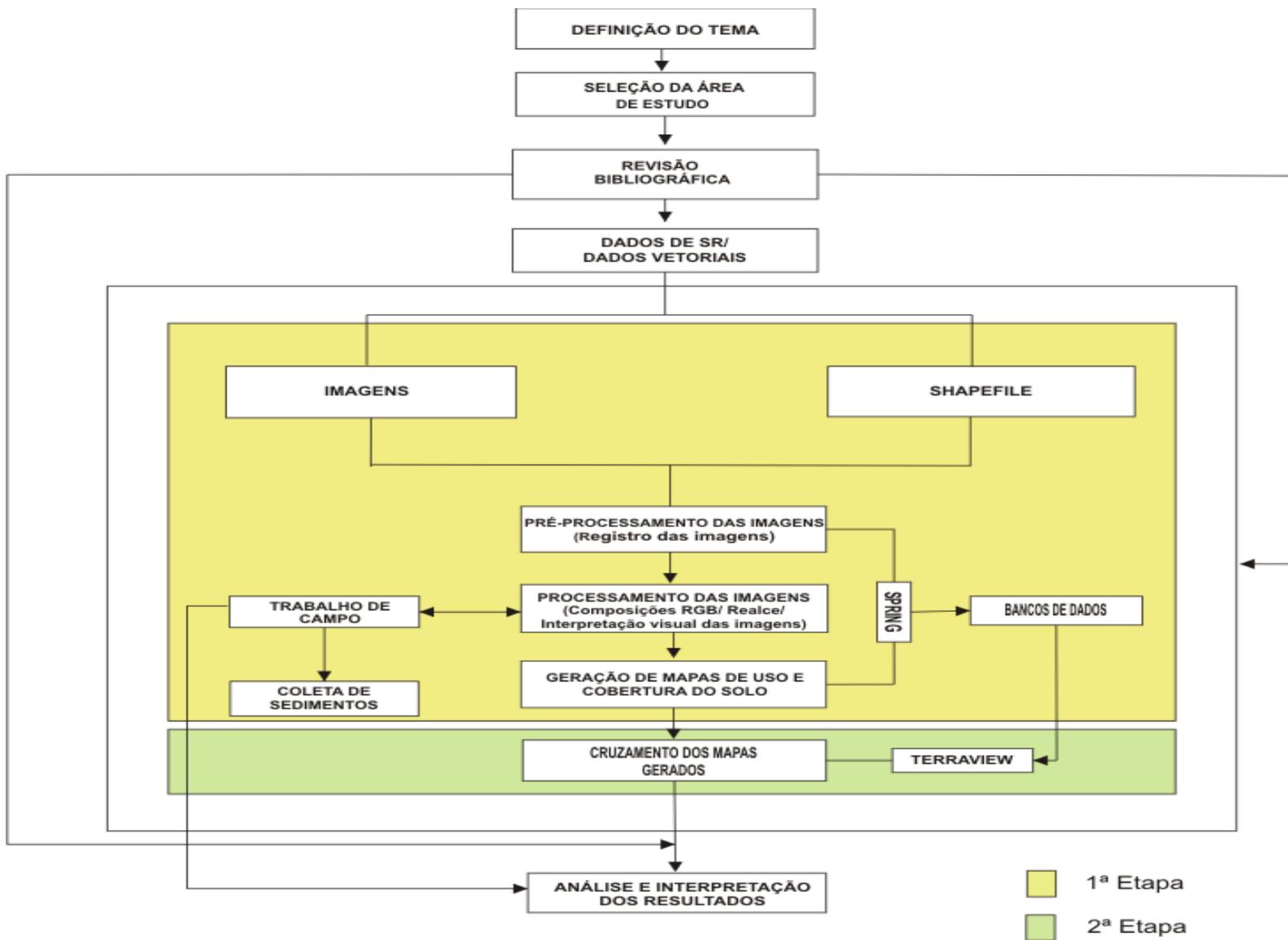


Figura 13 – Fluxograma da metodologia.

4.2.1 Criação do Banco de Dados

Para a criação do banco de dados foi utilizado o programa SPRING 5.0.6, cujo gerenciador utilizado foi o MS-Access por possuir boa versatilidade no trabalho de consultas, seleções e relacionamentos entre dados.

Foi criado o banco de dados **BD_RIO_COCÓ**, com as seguintes categorias: **Imagens, Shapes, Geocover e Mapas**.

Dentro da Categoria **Mapas** foram definidas 09 unidades de uso e cobertura do solo: Área Urbana; Rio; Vegetação Natural; Planície Hipersalina; Lagoas e alagadiços; Dunas; Faixa de Praia; lagoas Interdunares Intermitentes; Banco de Areia.

O passo seguinte foi a definição do projeto dentro do banco de dados **BD_RIO_COCÓ**, ou seja, a delimitação do projeto que envolve a área de estudo: o estuário do Rio Cocó.

Tal projeto recebeu o nome de **Urbanização_Cocó**, tendo como projeção o sistema UTM (Universal Transverso Mercator) com o *Datum* SAD 69. Para o retângulo envolvente foram utilizadas as seguintes coordenadas: 3° 50' 40" e 3° 43' 28" de latitude sul; 38° 32' 16" e 38° 23' 13" de longitude oeste.

4.2.1.1 Pré-processamento das imagens

4.2.1.1.1 Registro das imagens

Essa etapa envolveu o registro das imagens TM/Landsat-5 de 1985, 1996 e 2007. As cenas das três datas foram arquivadas em seis bandas espectrais (1,2,3,4,5,7) em diferentes pastas conforme data de imageamento.

Antecedendo o registro as imagens foram submetidas ao módulo IMPIMA, para que as mesmas fossem convertidas para o formato SPG, que é o formato que o SPRING reconhece.

A partir do banco de dados **BD_RIO_COCÓ**, as imagens, TM/Landsat-5 de 1985, 1996 e 2007 foram registradas tendo como base de referência a imagem Landsat Geocover 2000.

O registro foi realizado imagem-imagem mediante o reconhecimento de 10 pontos de controle na imagem Landsat Geocover de 2000, com grau de polinômio 1 e reamostragem por vizinho mais próximo, em projeção cartográfica UTM e *datum* SAD 69, gerando um

produto cujo Erro Médio Quadrático (RMS) foi de 0,18 pixel, que equivale a um pouco mais de 5 metros no terreno.

Após o registro, as imagens foram importadas em formato GRIB para o banco de dados presente no SPRING.

4.2.1.2 Processamento das imagens

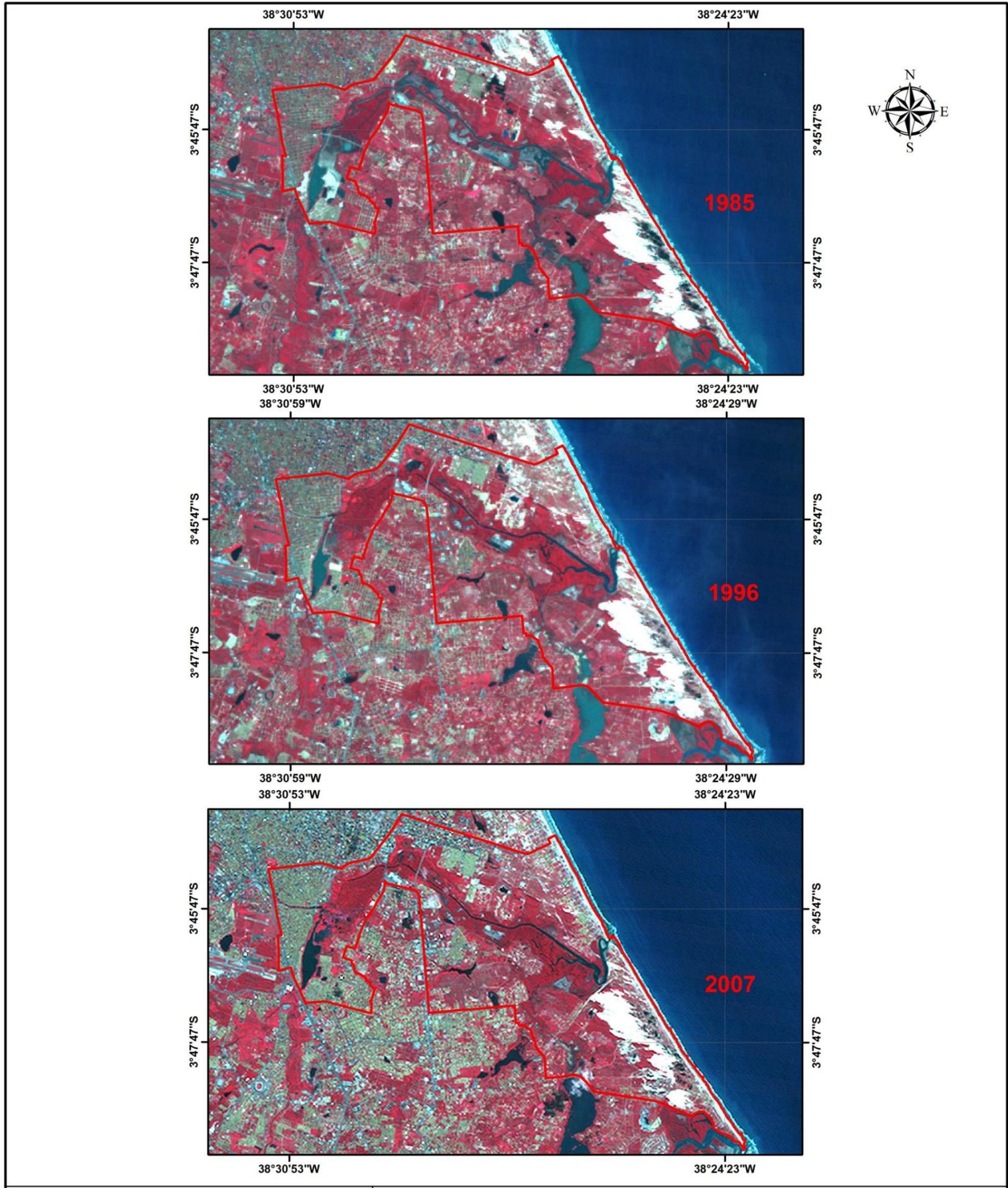
4.2.1.2.1 Composições em sistema de cores RGB

Visando o reconhecimento e interpretação dos alvos ou dos elementos que compõem a paisagem para a definição das unidades de uso e cobertura do solo da área de estudo, foram utilizadas diferentes composições coloridas no sistema de cores RGB para as bandas que compõem as imagens do satélite TM/Landsat-5 obtidas em 1985, 1996 e 2007.

Conforme sugerido por Florenzano (2008) foi utilizada a composição em RGB 453 (Figura 14) para identificação da morfologia, lâmina d'água e rede de drenagem. Conforme a autora as melhores composições coloridas para o mapeamento de unidades geomorfológicas são aquelas obtidas com pelo menos duas imagens do infravermelho, como a composição admitida nessa pesquisa (4 - infravermelho próximo; 5 - infravermelho médio; 3- visível).

Seguindo ainda proposta de Florenzano (2008), para discriminação de feições culturais (urbano e rural), foram utilizadas as composições 432 e 473 (Figuras 15 e 16). Conforme salientado pela autora, para identificação de feições culturais é fundamental incluir duas bandas do visível (4 - infravermelho próximo; 3 - visível; 2 - visível) ou a banda 7 do infravermelho médio (4 - infravermelho próximo; 7 - infravermelho médio; 3 - visível).

Seguindo a metodologia proposta por Grigio (2003), foi utilizada a composição em RGB 542 (Figura 17) para destacar as áreas de dunas e diferenciar as dunas fixas das dunas móveis, além de realçar a distribuição da cobertura vegetal.



<p>LEGENDA</p>  <p>Área Urbana</p>	 <p>UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ CENTRO DE CIÊNCIAS PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: GEOLOGIA MARINHA E AMBIENTAL</p>		
	Município: Fortaleza	O adensamento urbano e as mudanças no estuário do Rio Cocó - Fortaleza/Ce, frente à demanda das ações antrópicas comparativas entre os anos de 1985, 1996 e 2007	Autor: Eduardo Viana Freires
	Data: Maio/2012		Composições em RGB - 432 das imagens TM/Landsat-5
	Escala: 1/100.000	Orientadores: Dr. José Antonio Beltrão Sabadia Drª. Cynthia Romariz Duarte	
Datum: SAD69 - 24S			

Figura 15 – Composição colorida RGB - 432 das imagens TM/Landsat-5 de 1985, 1996 e 2007.

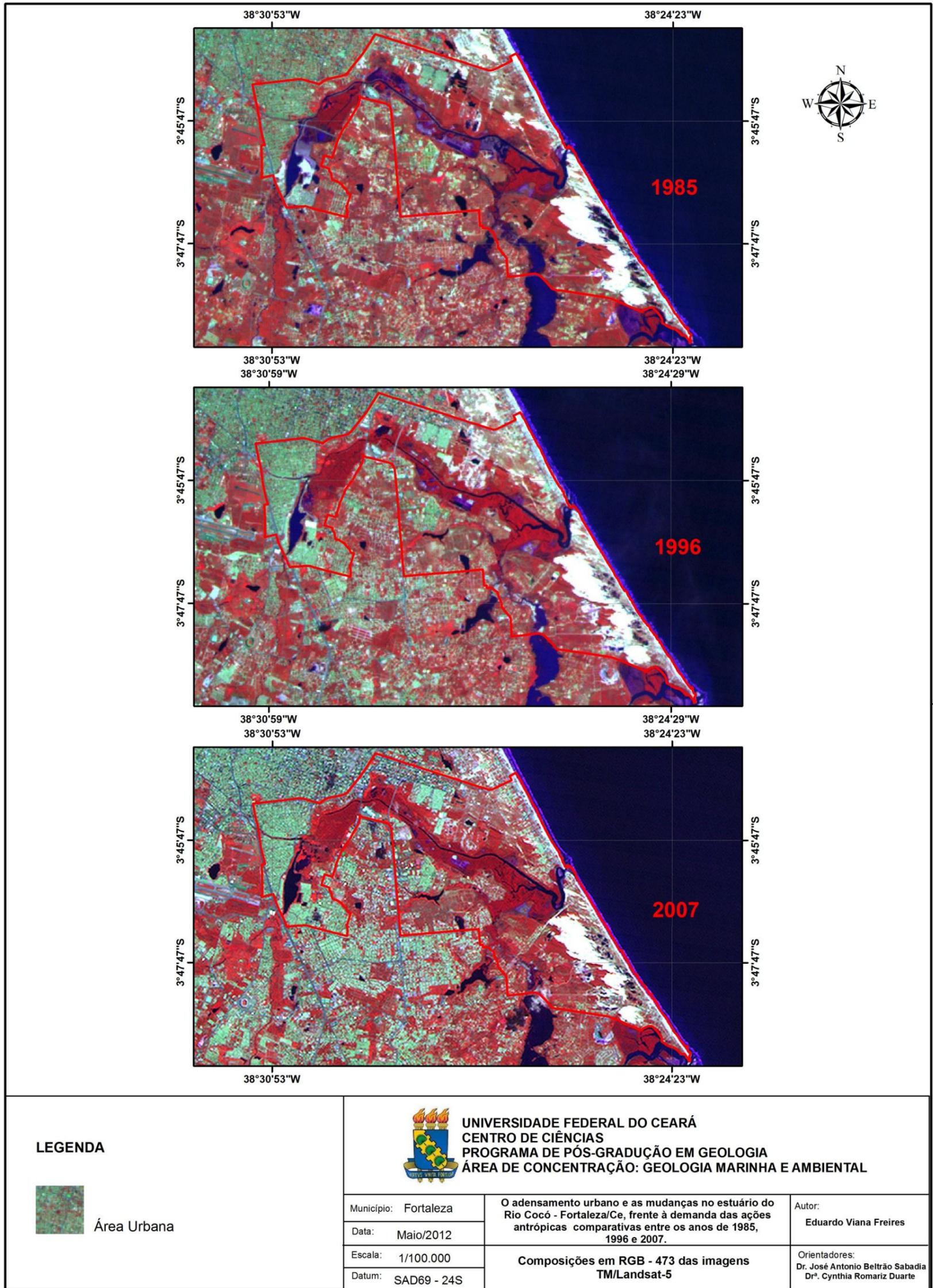


Figura 16 – Composição colorida RGB - 473 das imagens TM/Landsat -5 de 1985(A), 1996(B) e 2007(C).

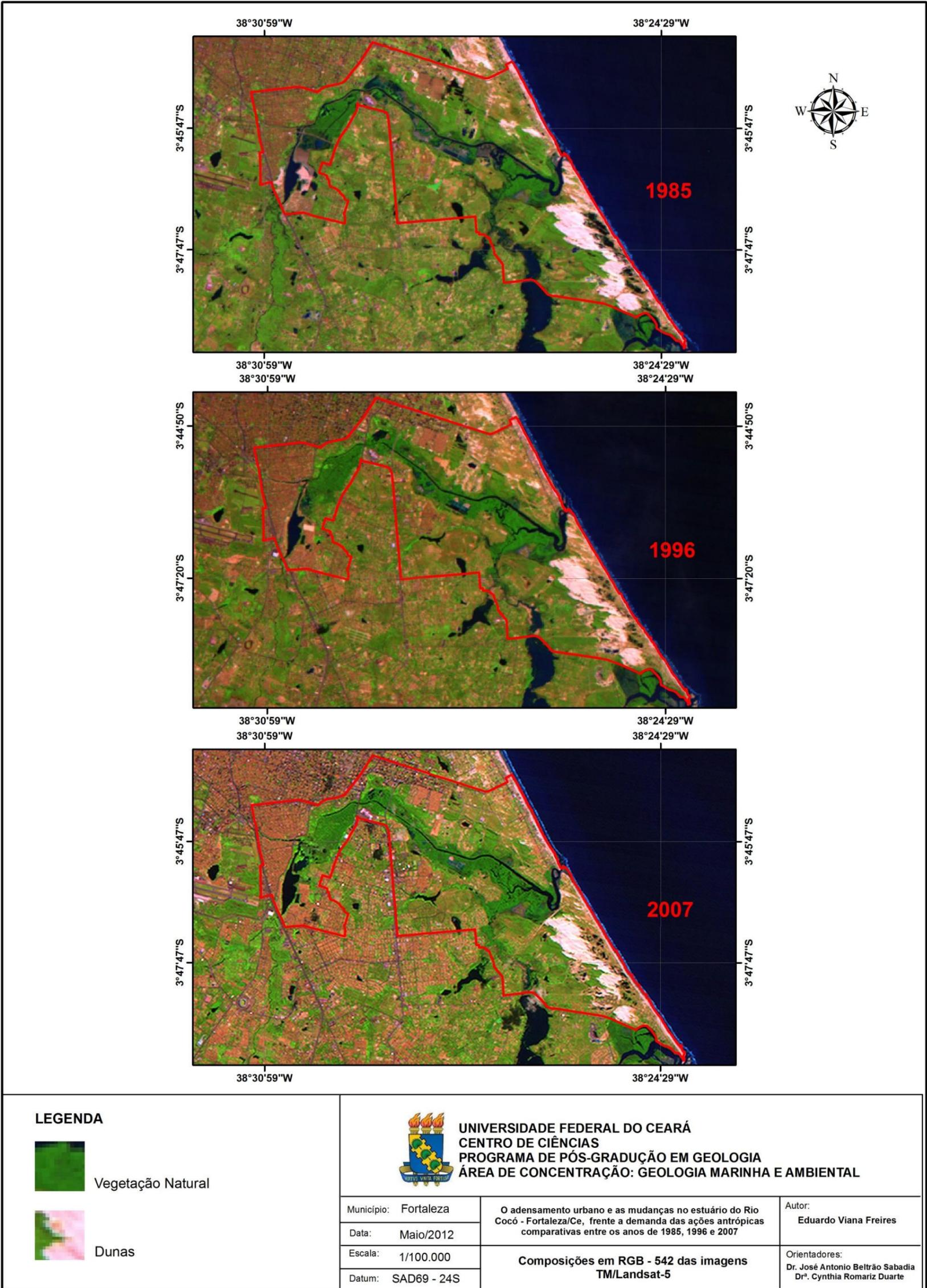


Figura 17 – Composição colorida RGB - 542 das imagens TM/Landsat-5 de 1985, 1996 e 2007.

4.2.1.2.2 – Operações aritméticas

Com o objetivo de realçar a vegetação em relação aos instrumentos urbanos, água e solo exposto nas imagens TM/Landsat-5 e assim facilitar sua interpretação visual foi empregada a equação 1 presente na ferramenta Operações Aritméticas do SPRING.

$$\text{Equação 1 - Ganho} * ((A - B) / (A + B)) + \text{Offset}$$

Para o cálculo são empregadas as bandas 3, localizada na região do vermelho, e banda 4, localizada na região do infra-vermelho próximo do espectro eletromagnético, como pode ser observado na equação 2.

$$\text{Equação 2 - Ganho} * [(\text{banda 4} - \text{banda 3}) / (\text{banda 4} + \text{banda 3})] + \text{Offset}.$$

Nessa equação são utilizados valores de ganho e offset visando melhorar a qualidade de contraste da imagem. A partir dessa operação é gerada uma imagem de 8 bits com 256 níveis de cinza (0 a 255).

Nos cálculos aplicados às bandas 3 e 4 das imagens TM/Landsat-5 desta pesquisa foram empregados os valores de 127 para o ganho e 128 para offset. Tais valores foram os que apresentaram melhor resposta entre os vários testes realizados.

A partir desses cálculos foram gerados os planos de informações nomeados Transformação_Imagem-(OP5), para os anos de 1985, 1996 e 2007(Figura 18).

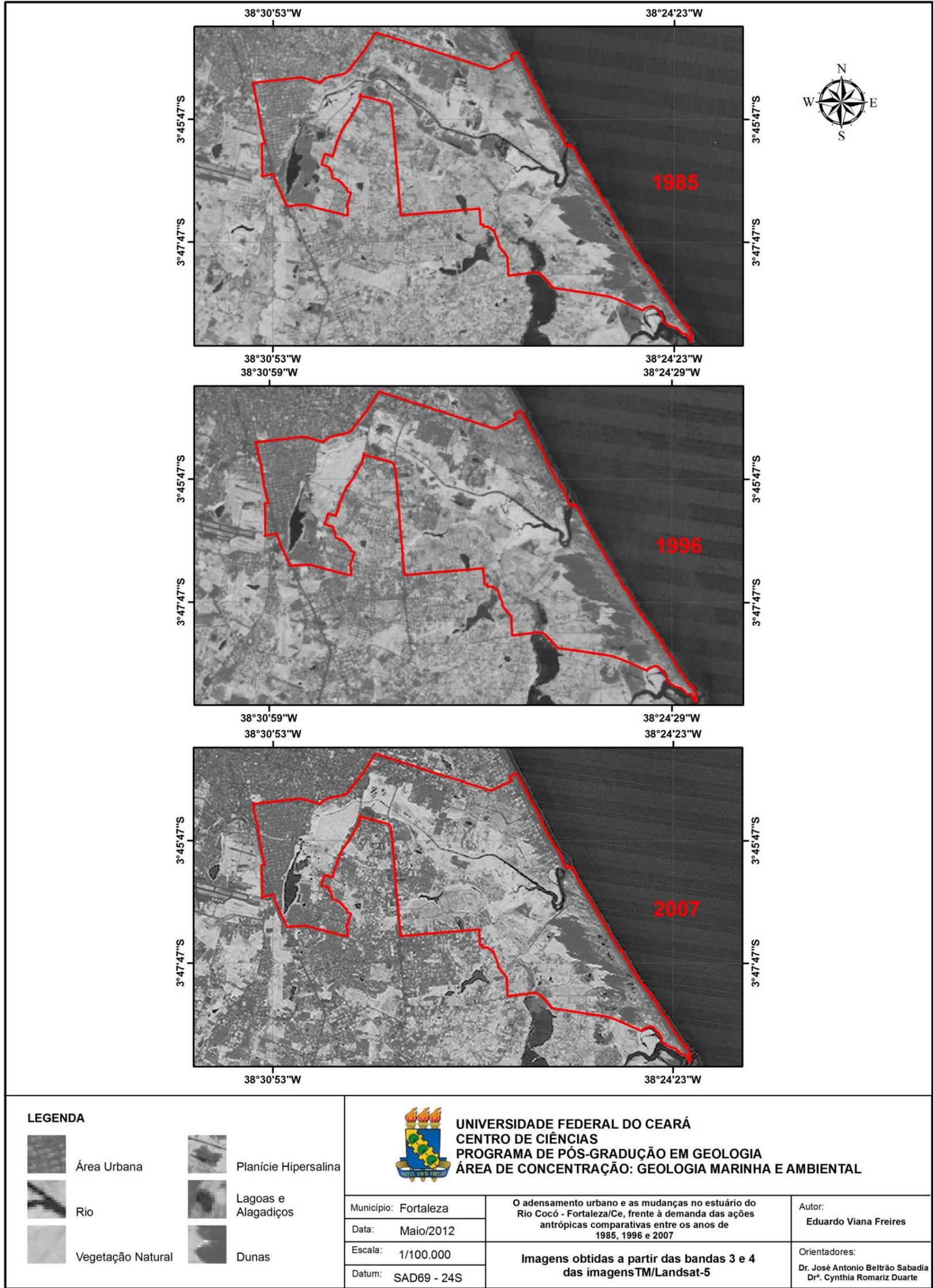


Figura 18 – Imagens obtidas a partir das bandas 3 e 4 das imagens do satélite TM/Landsat-5 nos anos 1985, 1996 e 2007.

4.2.1.2.3 Realce de Imagem

Para facilitar a interpretação visual das diversas composições em RGB foram aplicadas técnicas de contraste as imagens TM/Landsat-5. Foram efetuados contrastes interativos, com manipulação do histograma, visando à melhoria da qualidade visual das imagens para a extração de informações específicas de interesse da pesquisa, já que existe a possibilidade de se obter uma imagem mais adequada para a interpretação e identificação dos atributos da paisagem, favorecendo, conseqüentemente, um resultado mais preciso.

4.2.1.2.4 Interpretação Visual das Imagens

Após o pré-processamento das imagens TM/Landsat-5 de 1985, 1996 e 2007, as mesmas foram vetorizadas manualmente, através da ferramenta edição vetorial, para se adquirir unidades de uso e cobertura do solo, necessárias para produção dos mapas temáticos.

Antes desse processo foram definidas 09 unidades de uso e cobertura do solo a partir dos levantamentos feitos em campo e de consultas aos mapas de usos do solos e de unidades fitoecológicas presente no *site* <http://atlas.srh.ce.gov.br/>. As unidades de uso e cobertura do solo foram Área Urbana; Rio; Vegetação Natural; Planície Hipersalina; Lagoas e alagadiços; Dunas; Faixa de Praia; lagoas Interdunares Intermitentes; Bancos de Areia. Para cobertura vegetal representada pela Vegetação Paludosa Marítima de Mangue, Vegetação de Dunas, Vegetação Psamófila e Vegetação de Tabuleiro foi definida apenas uma unidade denominada Vegetação Natural, pelo fato de a resolução espacial da imagem TM/Landsat-5 não permitir uma distinção significativa entre esses alvos.

A partir da vetorização foi originado o *shapefile* do uso e cobertura do solo nas diferentes datas, denominados de *Shape_1985*, *Shape_1996* e *Shape_2007*.

Em seguida foi realizado um ajuste final nos *shapes* gerados das diferentes datas e um relacionamento dos polígonos criados na vetorização com as nove unidades de uso e cobertura do solo definidas na categoria Mapas.

Para que houvesse exatidão no relacionamento das unidades de uso e cobertura do solo aos polígonos gerados sobre as imagens TM/Landsat-5 de 1985, 1996 e 2007, foram consultados o material cartográfico de Ribeiro (2010), fotografias aéreas de 1988 e 2000 obtidas na SEINF, Mapas do diagnóstico Geoambiental de Fortaleza, o mapa digital de usos dos solos e o mapa fitoecológico da Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará (disponível em:<http://atlas.srh.ce.gov.br/>), Imagem Quick Bird de 2009 cedida pela Semace, o

programa Google Earth, bem como, o reconhecimento terrestre obtido nas atividades de campo.

De acordo com Florenzano (2008), “O conhecimento prévio da área geográfica e aquele sobre o tema de estudo (relevo, vegetação, área urbana etc.) facilitam o processo de interpretação e aumentam o potencial de leitura de uma imagem”.

Logo em seguida foi realizada a delimitação da área de estudo a partir da criação de um polígono base, que teve como referência os limites dos bairros adjacentes ao estuário do Rio Cocó, visualizados através do *shape* dos bairros de Fortaleza obtidos na SEINF. Os bairros inseridos em tal delimitação foram: Jardim das Oliveiras, Salinas, Edson Queiroz, Sabiaguaba (na margem direita do rio) e Aerolândia, Alto da Balança, São João do Tauape, Cocó, Cidade 2000, Manoel Dias Branco, Praia do Futuro II (na margem esquerda do rio).

A partir da ferramenta Recortar Plano de Informação os *shapes* dos anos de 1985, 1996 e 2007 foram recortados através do polígono base de delimitação da área de interesse.

Como resultado da interpretação visual e do recorte dos *shapefiles* foram gerados os mapas de uso e cobertura do solo da área de estudo para os anos de 1985, 1996 e 2007.

4.2.2 Cruzamento dos mapas gerados dos anos de 1985, 1996 e 2007

O cruzamento dos mapas objetivou a detecção do crescimento da área urbana no decorrer do período analisado. Para tanto foi aplicado o método de diferença presente na ferramenta Operação Geográfica do *software* TERRA VIEW 3.3.0.

Através do método de diferença os mapas ou temas de interesse são cruzados e o resultado é um terceiro mapa apenas com as diferenças de área entre aqueles temas. Isso ocorre porque esse método reconhece as áreas coincidentes dos polígonos gerados em cada mapa, aparando-as, e expondo as diferenças.

Esse método foi aplicado à unidade de uso e cobertura do solo Área Urbana dos mapas de 1985 e 1996, 1996 e 2007, e, também, 1985 e 2007. Como resultado dessa operação, foram gerados três mapas: um contendo a evolução urbana ocorrida entre 1985 e 1996, outro com a evolução urbana do período entre 1996 e 2007 e um terceiro com a evolução urbana que se processou no período compreendido entre 1985 e 2007.

4.2.3 Trabalho de campo

Com o objetivo de realizar com exatidão a interpretação visual das Imagens TM/Landsat-5 de 1985, 1996 e 2007 com vista a gerar os mapas de uso e cobertura do solo

das respectivas datas, foram realizadas várias visitas a campo para o reconhecimento visual da área de estudo. Além disso, foram feitos levantamentos de dados históricos em instituições públicas (SEINF, Secretaria das Cidades, Semace, Biblioteca Pública), trabalhos acadêmicos e *sites* oficiais visando identificar as edificações que surgiram no período e comprovar a evolução urbana local. Os dados históricos permitiram ainda identificar medidas governamentais de preservação da área como a criação do Parque Ecológico do Cocó que culminou na recuperação do mangue nas antigas salinas.

Nos dias 11 de abril de 2010 e 1 de março de 2011 foram realizadas as primeiras visitas na área estudo. Essas visitas antecederam o processamento das imagens e serviram para identificar, na medida do possível, os elementos ou alvos que compõem a paisagem a fim de que fossem definidas as unidades de uso e cobertura do solo.

Durante o processo de geração dos mapas foi realizada uma visita a área de estudo no dia 10 de julho de 2011. Essa atividade consistiu num processo de constatação do que estava sendo visualizado no momento de interpretação visual das imagens, ou seja, se os polígonos apontados como unidades de uso e cobertura correspondiam à realidade encontrada no campo.

No dia 30 de dezembro foi realizada outra visita a campo no intuito de eliminar quaisquer dúvidas e conseqüentemente realizar o fechamento dos mapas de uso e cobertura do solo.

A partir da verificação de campo e do levantamento de dados históricos foram identificados e corrigidos nos mapas os alvos incompatíveis com a realidade da área de estudo.

Além disso, em todas as atividades de campo, foram identificados e registrados, através de fotos, os impactos ambientais negativos ao longo do estuário. Durante os trabalhos de campo foram realizadas conversas informais com os moradores da área visitada no intuito de obter informações sobre o quadro pretérito e atual da intervenção humana sobre estuário.

Visando identificar indícios que comprovassem impactos da urbanização (materiais exógenos ao ambiente) no estuário do Rio Cocó foram realizadas coletas de sedimentos no seu leito em 11 estações. Para cada estação foi estabelecido dois pontos de coleta, um próximo a margem direita e outro próximo à margem esquerda, totalizando 22 pontos de coleta (Figura 19 e Tabela 16). A distância estabelecida entre cada estação foi em média de 1000 metros ao longo de 13 km que é a extensão do estuário. Entre as estações 9 - 10 e 10 - 11 houve um distanciamento superior a 2000 mil metros, tendo em vista que a coleta foi impossibilitada pela falta de acesso seja por terra, sem estradas ou trilhas, ou pelo rio, altamente eutrofizado nesses trechos, inviabilizando a navegação. Outro fator

determinante foi a falta de segurança, marcante na parte montante do estuário, sendo comuns assaltos nessa região.

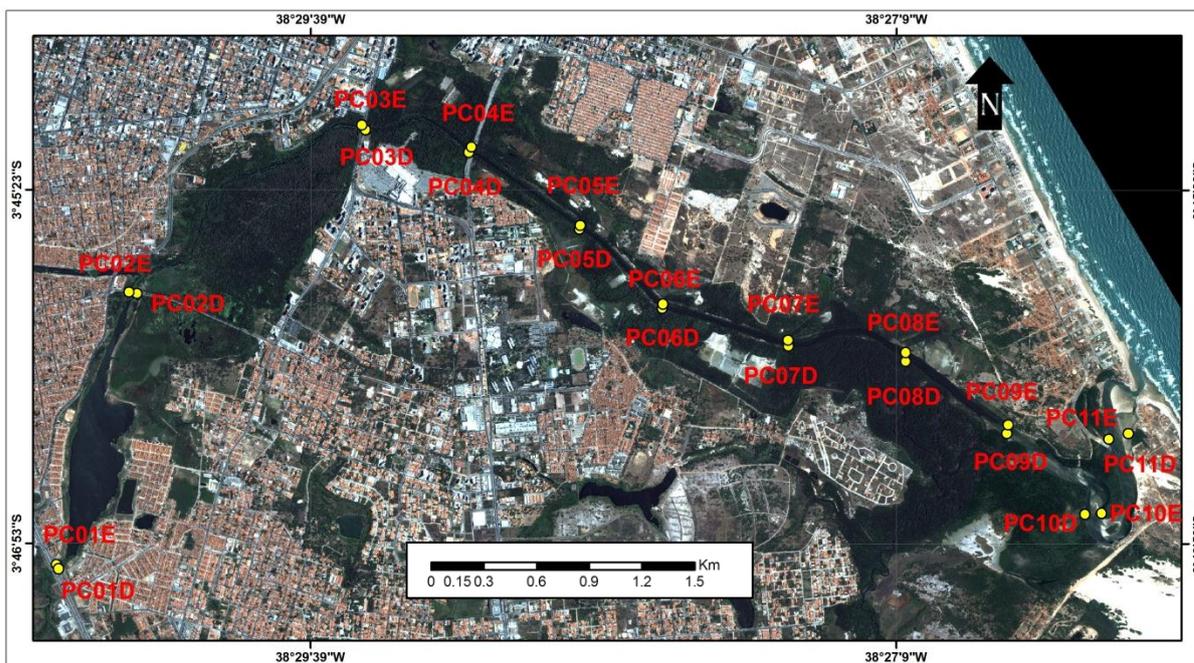


Figura 19 – Mapa de localização dos pontos de coleta.

Tabela 16 - Posição dos pontos de coletas de sedimentos

Estação	Margem direita		Margem esquerda	
	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude
01	s 03° 47' 00.0"	w 38° 30' 43.6"	s 03° 46' 58.9"	w 38° 30' 44.1"
02	s 03° 45' 49.3"	w 38° 30' 25.5"	s 03° 45' 49.6"	w 38° 30' 23.5"
03	s 03° 45' 07.7"	w 38° 29' 25.0"	s 03° 45' 06.5"	w 38° 29' 25.9"
04	s 03° 45' 13.5"	w 38° 28' 58.4"	s 03° 45' 12.1"	w 38° 28' 57.8"
05	s 03° 45' 33.1"	w 38° 28' 30.1"	s 03° 45' 32.2"	w 38° 28' 29.9"
06	s 03° 45' 53.3"	w 38° 28' 08.9"	s 03° 45' 52.2"	w 38° 28' 08.7"
07	s 03° 46' 03.0"	w 38° 27' 36.6"	s 03° 46' 01.5"	w 38° 27' 36.7"
08	s 03° 46' 06.9"	w 38° 27' 06.5"	s 03° 46' 04.5"	w 38° 27' 06.5"
09	s 03° 46' 25.3"	w 38° 26' 40.6"	s 03° 46' 23.1"	w 38° 26' 40.2"
10	s 03° 46' 45.3"	w 38° 26' 21.4"	s 03° 46' 45.6"	w 38° 26' 16.3"
11	s 03° 46' 25.3"	w 38° 26' 09.5"	s 03° 46' 26.7"	w 38° 26' 14.4"

As coletas das amostras foram realizadas, no período da tarde, nos dias 12 e 13 de Julho de 2011 em condições de maré de quadratura. No dia 12/07/2011, foi realizada a coleta dos sedimentos no trecho navegável do rio, que vai da Avenida Engenheiro Santana Júnior até sua foz, o que corresponde às estações de coletas de 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 11. Nesse trecho foi utilizado um barco motorizado da Companhia de Polícia Militar Ambiental, de onde foi operada uma draga busca fundo (draga de Van Veen) para a coleta de sedimentos (Figuras 20 e 21). Após coletados, os sedimentos foram acondicionados em sacos plásticos devidamente

identificados. Para o registro de localização dos pontos de coleta foi utilizado um Receptor GPS.



Figura 20 – Coleta de sedimentos com draga de Van Veen (Julho de 2011).



Figura 21 – Abertura da draga com sedimentos (Julho de 2011).

No dia 13/07/2011 ocorreu a coleta de amostras nas estações 1 e 2, que se deu por via terrestre. As coletas foram feitas com a draga de Van Veen operada de cima das pontes da BR-116 e da Avenida General Murilo Borges (Figura 22). Os sedimentos receberam os mesmos procedimentos dispensados nas estações anteriores.



Figura 22 – Coleta de sedimentos na estação 02 sobre a ponte da Avenida General Murilo Borges (julho de 2011).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Evolução de uso da cobertura do solo da área de entorno do estuário do Rio Cocó entre os anos de 1985, 1996 e 2007

Como pode ser observado na tabela 17, Fortaleza apresentou elevado crescimento populacional ao longo do período estudado. Entre 1985 e 1996 a população passou de 1.588.709 para 1.965.513, um incremento de 23,7% no número de habitantes no município. Entre 1996 e 2007 houve novamente um acréscimo de 23,7%, que conduziu a um contingente populacional de 2.431.415 moradores em Fortaleza.

Tabela 17– Evolução da população de Fortaleza no Período estudado.

Ano	População	% de crescimento
1985	1.588.709	
1996	1.965.513	23,7
2007	2.431.415	23,7

Fonte: Adaptado de Fortaleza (2009) e IBGE (2011).

Essa evolução da população implicou em significativas mudanças nas áreas da cidade onde ainda predominavam elementos naturais, como nas margens de rios e em campos de dunas. Muitas mudanças ocorreram provocadas pela situação de pobreza e miséria de uma parcela da população que sem ter como garantir uma moradia digna se aventuraram a ocupar as áreas de domínio público, muitas ditas de risco pela dinâmica ambiental e fragilidade que apresentam. Além disso, contribuiu sobremaneira para intensificar as mudanças ocorridas na paisagem, a forte especulação imobiliária que se deu em bairros nobres ou que se valorizaram no decorrer dos anos, e que foi responsável por alterações em áreas que inclusive são protegidas por ampla legislação ambiental, como áreas cobertas por manguezal.

Associado a esses processos soma-se o fato do aumento das necessidades de instrumentos urbanos na cidade a partir da elevação da demanda populacional, que passou exigir novas áreas de lazer, novas linhas de transporte coletivo e conseqüentemente novas vias de acesso, ou mesmo a canalização de rios para evitar inundações no período chuvoso.

No entorno do estuário do Rio Cocó podem ser verificadas todos esses tipos de intervenções, que se processaram ao longo dos anos e acarretaram alterações na cobertura do solo na área estudo. Como podem ser observados nos mapas de uso e cobertura do solo nas

Figuras 23, 24 e 25, houve muitas modificações na paisagem entre os anos de 1985 e 2007 promovidas pelo acelerado crescimento urbano ocorrido em Fortaleza.

O início dos anos 1980 se por um lado representou uma redução da pressão sobre o estuário a partir da desativação das salinas no final dos anos 1970, que foram responsáveis pela supressão de extensas áreas de mangue, assoreamento da calha fluvial e redução da biodiversidade local, por outro lado marcou a intensificação do processo de ocupação de suas margens pela população de baixa renda, por prédios residências e comerciais, e pela progressiva abertura de vias de acesso em seu entorno.

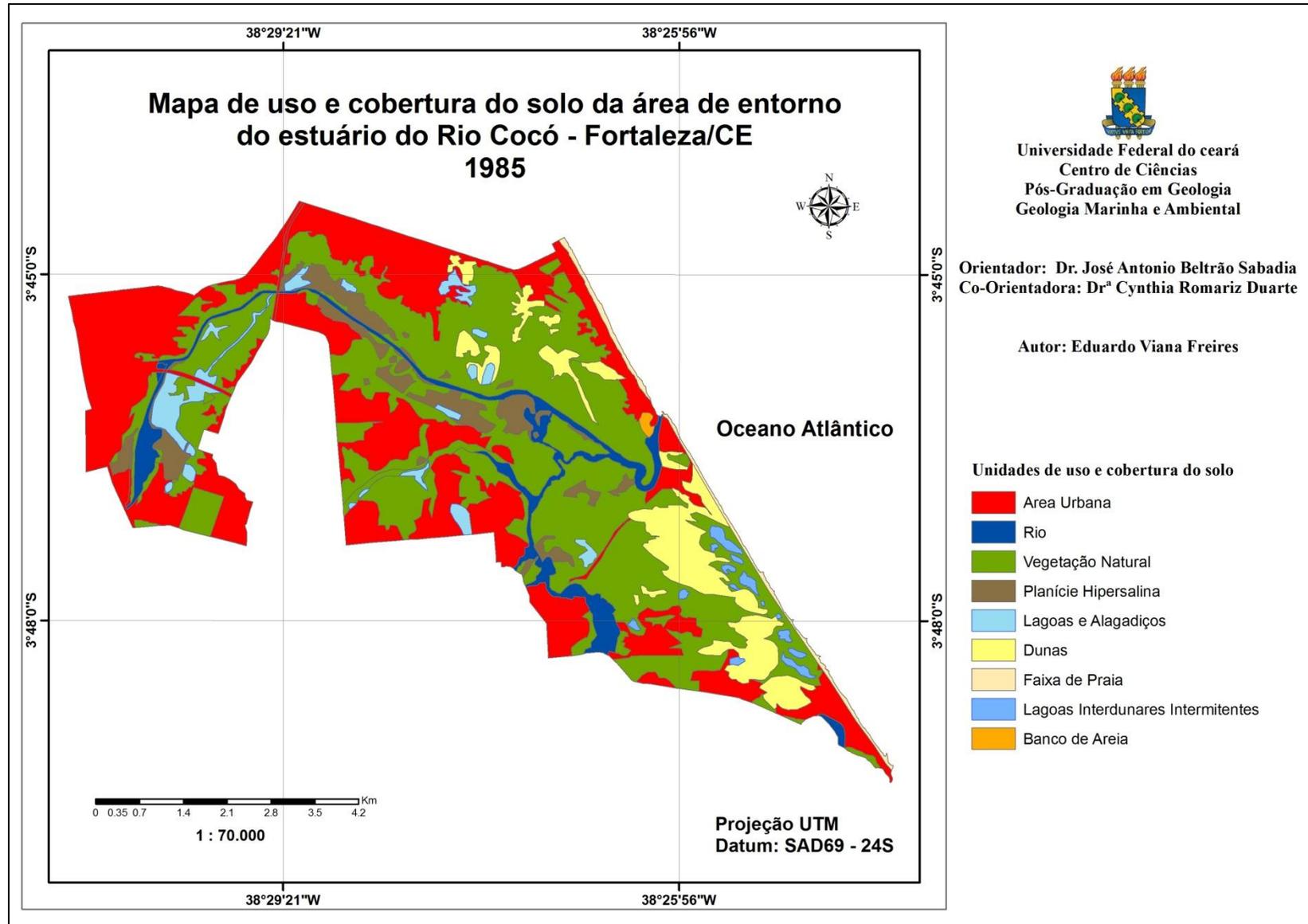


Figura 23 – Mapa de uso e cobertura do solo no ano de 1985.

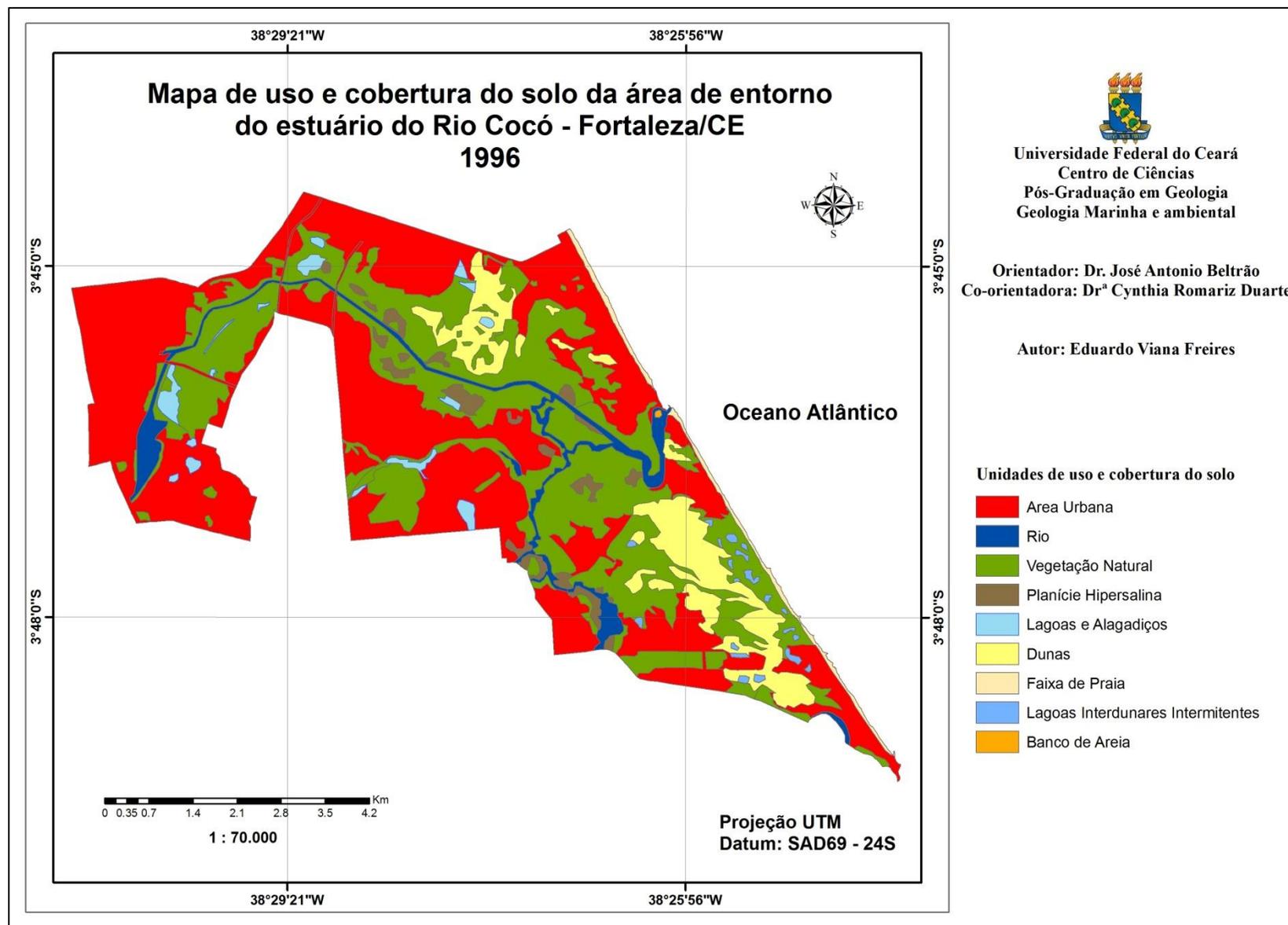


Figura 24 - Mapa de uso e cobertura do solo no ano de 1996.

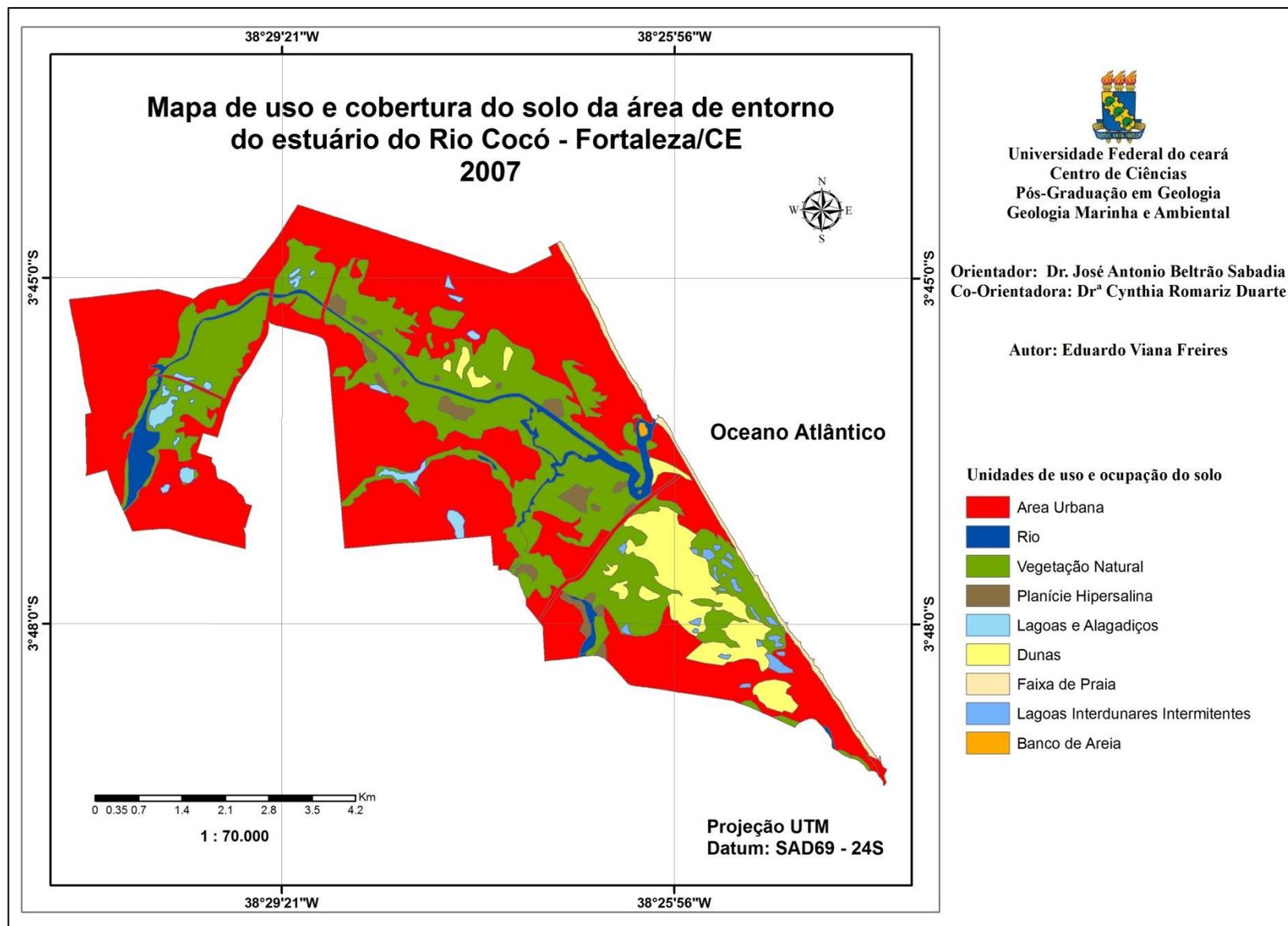


Figura 25 - Mapa de uso e cobertura do solo no ano de 2007.

Uma das maiores intervenções na planície fluviomarinha do Rio Cocó foi a construção do Shopping Center Iguatemi, localizado entre as Avenidas Sebastião de Abreu e Engenheiro Santana Júnior no Bairro Edson Queiroz, como pode ser observado na Figura 26. Sua edificação não só implicou no aterramento de uma ampla área da planície de inundação com mangue, como também estimulou a ocupação de outros prédios comerciais e residenciais, que necessitaram de obras de infraestrutura urbana, como vias de acesso, acarretando, dessa forma, maior pressão sobre o meio ambiente nas últimas décadas.

Segundo o site do Shopping Center Iguatemi (2011), esse empreendimento foi inaugurado em 02 de abril de 1982 e continuou a ter sua área ampliada ao longo dos anos para construção de novas lojas e estacionamento, visando atender uma demanda crescente.

Essa obra veio somar à Universidade de Fortaleza, inaugurada na década de 1970, no Bairro Edson Queiroz, como fator dinamizador da ocupação na área, uma vez que a cidade de Fortaleza apresentava forte carência desses serviços.



Figura 26 – Foto aérea de trecho do Rio Cocó, onde parte do seu manguezal foi aterrado para edificação do Shopping Center Iguatemi e de seu estacionamento.
Fonte: Fortaleza – Guia Digital, 2001.

As modificações que ocorreram no entorno do estuário do Rio Cocó podem ser constatadas a partir das mudanças nas áreas das unidades de uso e cobertura do solo nos anos de 1985, 1996 e 2007, que se encontram expressas na tabela 18 e comparados no gráfico 01.

Tabela 18 – Comparação das unidades de uso e cobertura do solo para os anos de 1985, 1996 e 2007.

Unidades de uso e cobertura do solo	ANO					
	1985		1996		2007	
	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%
Área Urbana	15,44	34,18	21,29	47,13	25,13	55,62
Rio	2,34	5,17	1,93	4,26	1,56	3,45
Vegetação Natural	19,21	42,7	15,48	34,26	13,46	29,79
Planície Hipersalina	2,34	5,17	1,10	2,43	0,77	1,70
Lagoas e Alagadiços	1,30	2,87	0,70	1,54	0,54	1,19
Dunas	3,64	8,05	3,94	8,71	2,86	6,32
Faixa de Praia	0,50	1,10	0,50	1,10	0,55	1,21
Lagoas Interdunares Intermitentes	0,37	0,81	0,25	0,55	0,31	0,68
Banco de Areia	0,06	0,13	0,01	0,02	0,02	0,04
TOTAL	45,20	100,00	45,20	100,00	45,20	100,00

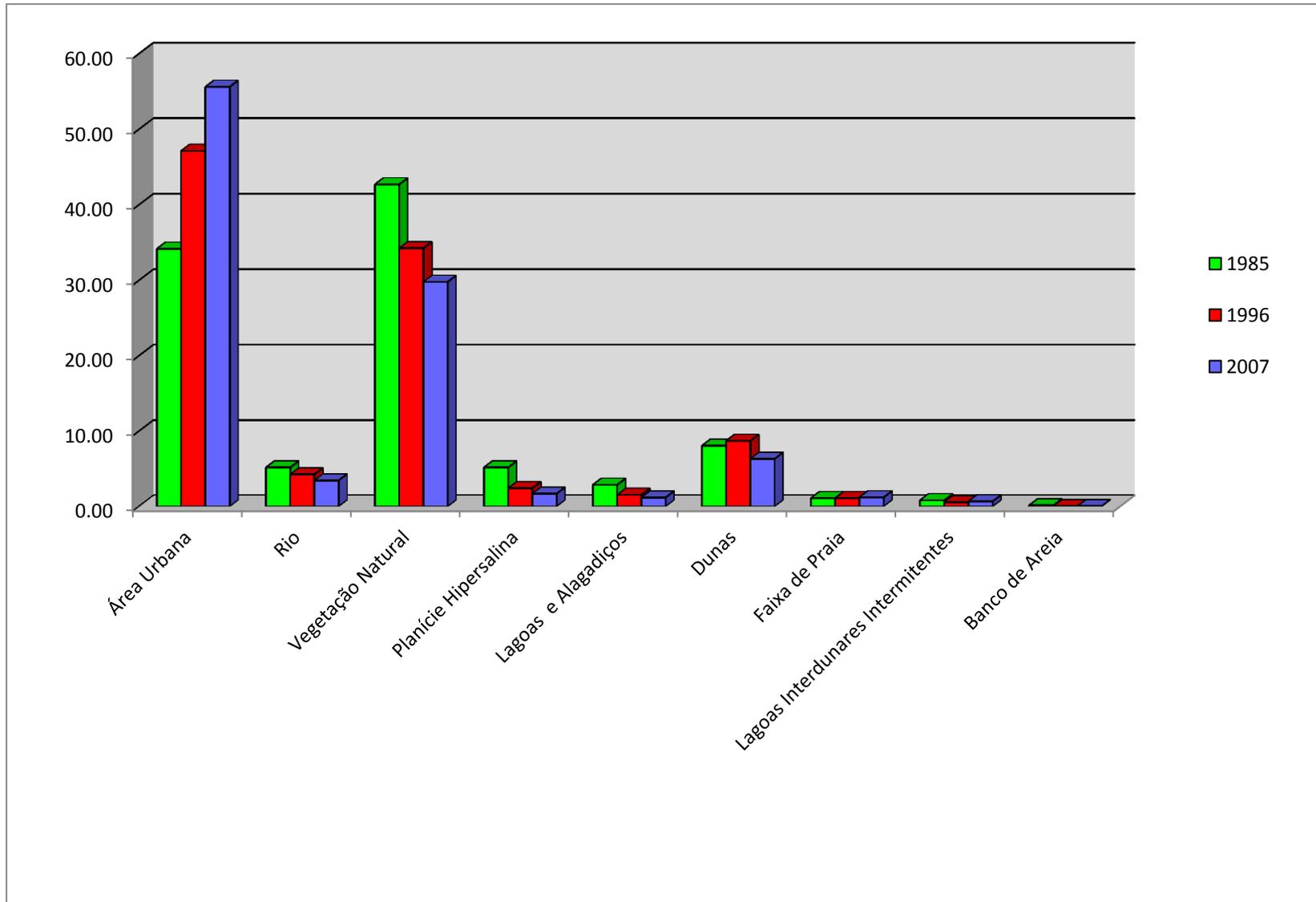


Gráfico 01 – Evolução das unidades de uso e cobertura do solo nos anos de 1985, 1996 e 2007.

A Área Urbana foi a unidade que apresentou a mudança mais expressiva entre 1985 e 2007. Entre 1985 e 1996 houve um crescimento de 12,95% (5,85 Km²) em sua área, enquanto no período entre 1996 e 2007 o seu avanço continuou e apresentou um incremento de 8.49% (3,84 Km²). Durante o período analisado a malha urbana cresceu 9,69 Km². A ampliação da Área Urbana se deu a partir de seu avanço sobre as demais unidades de uso e cobertura do solo, como Vegetação Natural, Rio, Planície Hipersalina, Lagoas e Alagadiços, Dunas.

Essa evolução esteve associada à construção de importantes avenidas, como a Sebastião de Abreu (figura 27) e a Governador Raul Barbosa (Figura 28), ao aumento de prédios residenciais e comerciais no entorno do estuário como resultado da especulação imobiliária, à construção de conjuntos habitacionais, e também a partir das ocupações irregulares na planície de inundação do Rio Cocó e nas dunas dos bairros Sabiaguaba, Manoel Dias Branco e Praia do Futuro.



Figura 27 - Avenidas Engenheiro Santana Júnior, Sebastião de Abreu e Shopping Center Iguatemi.
Fonte: Programa Google Earth.



Figura 28 - Avenidas Governador Raul Barbosa e Murilo Borges.
Fonte: Programa Google Earth.

Para a construção das Avenidas citadas anteriormente houve supressão da vegetação do mangue e forte acréscimo de materiais exógenos para um aterramento que oferecesse sustentação as obras, como relata Silva (2003) sobre a Avenida Sebastião de Abreu edificada em 1992 transversalmente ao estuário do Rio Cocó (figura 29).

“Para a construção da avenida, o projeto mostra que em alguns trechos do trajeto, a camada de solos moles – o solo de manguezal – foi retirada numa espessura de 2,5 metros sendo substituída por areias de dunas. Nos trechos de solo mole, foram feitos drenos verticais com 30 cm de diâmetro e espaçamento de 3 em 3 metros. Sobre as areias de dunas foram depositadas argilas originadas da Formação Barreiras e depois de compactada, recebeu asfalto. A rodovia foi construída praticamente sobre aterro, buscando aproveitar ao máximo os traçados das vias já existentes para minimizar as indenizações”.



Figura 29 – Ponte da Avenida Sebastião de Abreu sobre o estuário do Rio Cocó, entre os bairros Cocó e Edson Queiroz (março de 2011).

A Avenida Governador Raul Barbosa, segundo o Engenheiro Assis Bezerra, da Secretaria de Infraestrutura de Fortaleza (SEINF), foi construída entre 1992 e 1993 com uma extensão de aproximadamente três quilômetros, com três sentidos Norte-Sul e três Sul-Norte. Para edificação dessa avenida foi utilizada no pavimento pedra tosca, assentada sobre piçarra e areia de duna, e posteriormente revestida por asfalto. Essa Avenida se estende paralelamente a margem esquerda do estuário do Rio Cocó (Figura 30), nos bairros Aerolândia, Alto da Balança e São João do Tauape.



Figura 30 – Avenida Governador Raul Barbosa, no bairro Aerolândia (Abril de 2010).

A construção dessas avenidas significou não só uma modificação imediata da paisagem, como também, implicou ao longo do tempo numa alteração no padrão de drenagem da planície fluvio-marinha e na dinâmica hídrica e sedimentológica do estuário.

Conforme Silva (2003), as avenidas que foram edificadas transversalmente ao Rio Cocó, passaram a funcionar como uma barragem ao dificultar a passagem livre para o oceano das águas drenadas da bacia hidrográfica, alterando a energia da corrente, que entre outras consequências, favorece uma deposição anormal de sedimentos nas porções anteriores às obras, sobretudo, na região montante do estuário, antes da Avenida Murilo Borges, onde ocorre o soterramento dos pneumatóforos do mangue e ocasiona a morte das árvores por asfixia. Além disso, essa avenida funciona como dique impedindo a entrada de águas marinhas na parte montante do estuário, essencial para o desenvolvimento do mangue.

De acordo com Silva (2003), “as avenidas e o aterros hidráulicos feitos para as mesmas, pressionam de forma crônica o ecossistema, uma vez que não há a menor chance de as mesmas serem retiradas do meio que afetam”.

No decorrer do período analisado surgiram vários conjuntos habitacionais na área de estudo, como podem ser observados na figura 31.

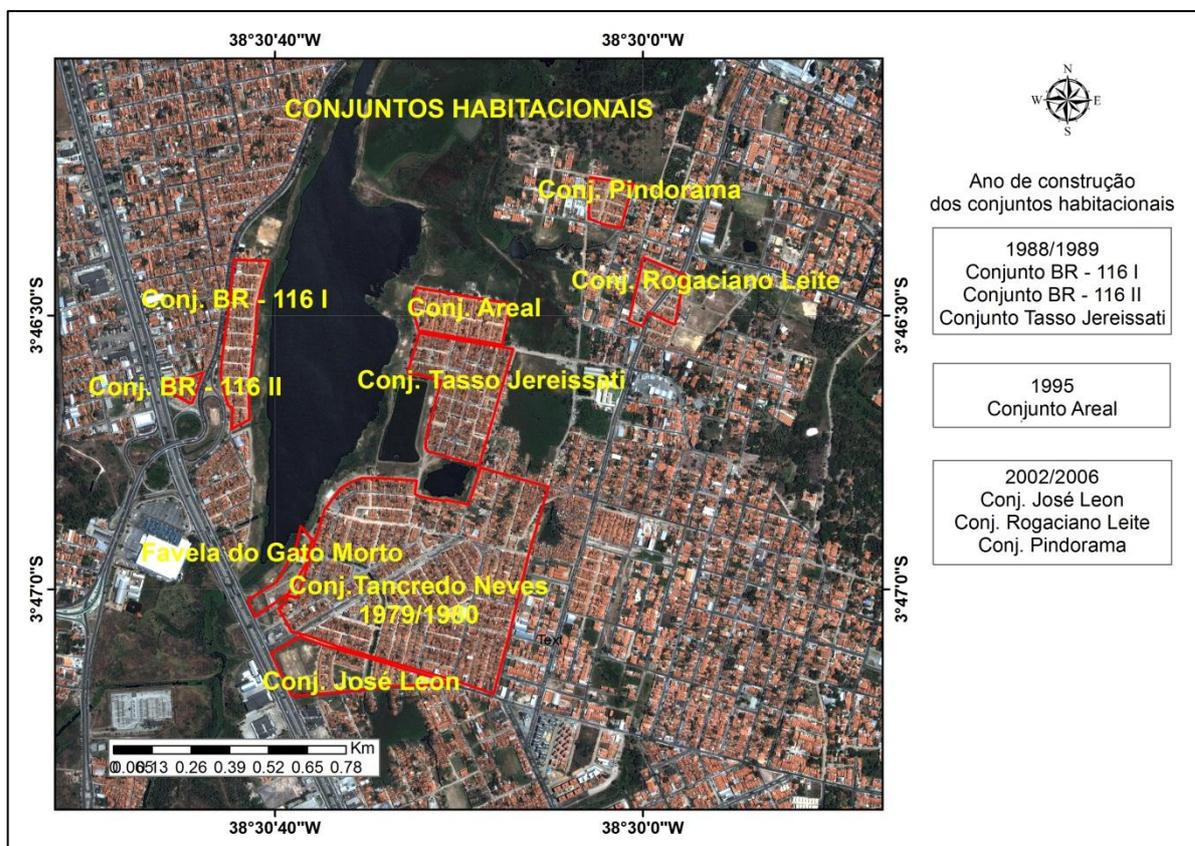


Figura 31 – Conjuntos habitacionais construídos no entorno do estuário do Rio Cocó.
Fonte: Coordenadoria de Habitação, Secretaria das Cidades.

Entre 1988 e 1989 foram construídos os conjuntos habitacionais BR-116 I, BR-116 II, próximo à margem esquerda do Rio Cocó, e Conjunto Tasso Jereissati próximo a margem direita do Rio. Em 1995 foi construído, próximo a margem direita do Rio Cocó, o Conjunto Areal, assim denominado por ter sido necessário forte aterramento da área com areia de duna para eliminar os alagadiços e evitar inundações no período chuvoso.

No período entre 2002 e 2006 o Governo do Estado do Ceará, através de recursos do Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID, realizou o reassentamento dos moradores da Favela do Gato Morto (Figura 32), localizada às margens do Rio Cocó, próxima ao Conjunto Tancredo Neves e a BR-116. Para a transferência da população foram construídos os conjuntos José Leon, que abrigou 198 famílias, Rogaciano Leite, para 324 famílias e Pindorama, que comportou 215 famílias.



Figura 32 – Favela do Gato Morto durante estação chuvosa em Fortaleza, 2001.
Fonte: Coordenadoria de Habitação, Secretaria das Cidades.

A área anteriormente ocupada pela Favela do Gato Morto foi urbanizada com o Pólo de Lazer Tancredo Neves (Figura 33), comportando quadras esportivas, campo de futebol, calçadão, ancoradouro e playgrounds. De acordo com José Wilson, engenheiro civil da Coordenadoria de Habitação da Secretaria das Cidades do Estado do Ceará, mesmo tal ação tendo recebido críticas por parte de ambientalistas, por se tratar de área de APP, essa medida foi imprescindível para evitar que o espaço fosse novamente ocupado por habitações insalubres.



Figura 33- Área do Pólo de Lazer do Tancredo Neves, 2007.
Fonte: Lima, 2007.

Em 1997 foi Inaugurado no Bairro Edson Queiroz, ao lado da Unifor (Universidade de Fortaleza), a sede do Fórum Clóvis Beviláqua. Conforme o *site* do Tribunal de Justiça do Ceará (2012), “o prédio tem 75 mil metros quadrados de área construída e extensão horizontal de 330 metros, o que lhe confere o status de maior edifício público da América Latina”. Essa obra juntamente com a oferta dos serviços prestados contribuiu para ampliação da especulação imobiliária e para intensificação do fluxo de pessoas na região.

Entre 1996 e 2007 destacam-se duas obras de ampliação realizadas no Shopping Center Iguatemi: uma em 1999, para receber o Hipermercado Extra e mais duas áreas de estacionamento, e outra em 2001, para construção de um edifício garagem que acrescentou mais treze mil metros quadrados de área construída.

Em 2010 foi efetivada a mais recente expansão do Shopping, com a construção do Edifício Iguatemi Empresarial (Figura 34), que se deu em meio a amplo debate e protestos acerca de possíveis danos ao ecossistema e à legalidade para que a obra fosse implementada.



Figura 34 – Torre Iguatemi empresarial, construída sobre o mangue, dentro do Parque Ecológico do Cocó, ao lado do Shopping Center Iguatemi (em abril de 2010).

De acordo com o Ministério Público Federal (*Apud* Rocha, Frota e Meireles 2008), esse novo empreendimento trata-se de uma “torre, totalizando uma área construída de 22.539,16 m², distribuídos em um subsolo, sobre este existindo dois pavimentos identificados como garagens 01 e 02 e, a partir destes, 12 pavimentos destinados a salas comerciais e respectivas estruturas de apoio”.

Contrariando as determinações legais que protegem o ambiente em questão, foi concedida licença ambiental para execução da obra pela Secretaria Municipal de Meio

Ambiente (SEMAM), o que significou uma derrota para todos aqueles que ao longo dos anos vêm se empenhando na luta pela preservação do Parque Ecológico do Cocó.

De acordo com Rocha, Frota e Meireles (2008) naquela ocasião foi questionada a competência da SEMAM para realização de licenciamento ambiental, tendo em vista a obra se encontrar dentro de área de marinha e conseqüentemente ser bem da União. Porém o IBAMA se manteve inerte quanto à decisão do órgão municipal.

Conforme o site da Iguatemi Empresa de Shopping Center S.A (2011), o Shopping Center Iguatemi apresenta uma área total de mais de 120.000 m² em um terreno de 24 hectares. A área particular do Shopping sugere que novas expansões poderão ocorrer nos próximos anos caso aumente a demanda pelos seus serviços e haja por parte do poder público novamente o consentimento através de licença ambiental para execução da obra.

A partir de 2006, o carnaval fora de época em Fortaleza (Fortal), que ocorria na Avenida Beira Mar no mês de julho, foi transferido para uma arena, denominada Cidade Fortal, no bairro Manoel Dias Branco, próximo ao estuário do Rio Cocó. De acordo com o *site* oficial do Fortal (2012), a Cidade Fortal apresenta mais de 200 mil metros quadrados e está preparada para receber mais de 80 mil pessoas por dia. Esse evento contribui para o aumento da especulação imobiliária na área e conseqüentemente para ampliação dos impactos negativos no local.

No ano de 2009 foi iniciada a construção do Centro de Eventos do Ceará nas proximidades do estuário do Rio Cocó no Bairro Edson Queiroz. Conforme a seção Formadores de Opinião (2012) do Jornal Diário do Nordeste, o Centro de Eventos é o segundo maior da América Latina e pode comportar até 30 mil pessoas em um único evento. Destaca ainda que esse empreendimento apresenta 176 mil metros quadrados de área construída em um terreno de 17 hectares. A previsão de conclusão da obra é no primeiro semestre de 2012. Esse empreendimento vai somar-se aos demais já destacados na pressão sobre o estuário.

Associado à evolução urbana e ao crescimento populacional vem ocorrendo os mais variados impactos negativos ao meio ambiente e a dinâmica do Rio Cocó.

É comum nas imediações do estuário o descarte de lixo e entulho de construção (Figura 35), mesmo havendo coleta domiciliar. De acordo com Márcia Palácio, secretária da Diretoria de Limpeza Urbana (DLU) da EMLURB (Empresa Municipal de Limpeza Urbana de Fortaleza) a coleta de lixo domiciliar ocorre três vezes por semana em todos os bairros de Fortaleza. Informação corroborada por Jaderson Castro, analista de logística da empresa Ecofor Ambiental S/A, responsável pela coleta de lixo residencial em toda cidade.

Essa situação revela a baixa escolaridade de uma parcela da população que vive no entorno do rio e a baixa difusão de educação ambiental, seja numa perspectiva formal, dentro das escolas, ou informal, promovida por ONGs ou associações. A grande ocorrência de lixo é verificada, sobretudo, na porção montante do estuário, exatamente nos bairros onde estão os piores indicadores de escolaridade e de renda ao longo da área de estudo.

Enquanto a fiscalização não ocorre de forma eficaz e a população não é educada para ter uma relação mais harmoniosa com o meio, o lixo verte para o rio e se transforma em obstáculos que provocam perda de eficiência do fluxo de água, dificultando o transporte sedimentar, gerando por sua vez assoreamento da calha fluvial.



Figura 35 – Descarte de lixo no entorno do Rio Cocó – Na margem esquerda, (A) pólo de lazer na Av. Raul Barbosa e (B) ponte do Canal do Lagamar, que deságua no Rio Cocó. Na margem direita, (C e D) nos Conjuntos Habitacionais Tancredo Neves e Tasso Jereissati, respectivamente (março de 2011).

Além do lixo, outro problema crítico, é o despejo clandestino de esgotos diretamente no Rio Cocó, que ocorre, sobretudo pela carência do serviço de rede de esgoto ofertado na cidade que, segundo Fortaleza (2009), só atende 42,04% das habitações.

Os esgotos têm origem não só nas habitações de baixa renda, mas, também, são lançados de prédios comerciais, condomínios de luxo e casas de alto padrão. Esse problema é de difícil resolução, uma vez que, após colocados os emissários de esgotos em direção ao Rio e ao mangue, fica difícil identificá-los. Muitas residências, por exemplo, utilizam as galerias

de escoamento de águas pluviais para direcionar os esgotos domésticos, como pode ser observado na figura 36.



Figura 36 - Galeria de águas pluviais que verte para o Rio Cocó na Rua Monsenhor Salazar no Bairro São João do Tauape (março de 2011).

Vale salientar ainda, como já destacado, que grande parte da carga de poluentes que chega ao Cocó é originada na porção noroeste da cidade, sendo carregada até lá através do Riacho Tauape, um de seus afluentes. Contribui também para o atual quadro do rio, a poluição gerada na parte montante do Cocó, na porção sudeste de Fortaleza, em razão do grande adensamento humano próximo às suas margens. Ademais, os Municípios de Pacatuba e Maracanaú, localizados na Região Metropolitana de Fortaleza, contribuem para a poluição das águas fluviais em destaque.

Toda essa carga de poluentes tem causado graves problemas para o Rio Cocó e para o ecossistema local. Consequentemente suas águas não se encontram em condições de balneabilidade, sendo comum no seu entorno doenças de veiculação hídrica.

O Rio encontra-se eutrofizado e é marcante a presença de aguapés em seu espelho d'água (figura 37), que se desenvolvem rapidamente em decorrência da grande quantidade de matéria orgânica lançada pelos esgotos. Tais algas, por sua vez, impedem a navegabilidade, provocam a morte da fauna aquática e dificultam o transporte sedimentar e ação da cunha salina no estuário.



Figura 37 - Eutrofização do Rio Cocó no Bairro Aerolândia (março de 2011).

O grau de poluição no Rio Cocó ficou mais evidente em julho de 2011, quando os meios de comunicações noticiaram que árvores do mangue no Parque Ecológico do Rio Cocó estariam morrendo, supostamente pela péssima qualidade da água. Na ocasião, o presidente do Conselho de Políticas e Gestão do Meio Ambiente do Ceará (CONPAM), Paulo Henrique Lustosa, em entrevista, relatou que a SEMACE estava realizando análise da água para descobrir a possível causa, e destacou a necessidade de identificar os esgotos clandestinos.

Assim, no dia seis de agosto de 2011, foi divulgado no Jornal Diário do Nordeste o resultado da análise das águas do Cocó realizada pela SEMACE. De acordo com Girão (2011), as águas do Cocó têm dezesseis vezes mais presença de coliformes fecais do que o tolerável pela Resolução do CONAMA 357/05, que estipula um valor máximo de 1000 NMP/100ml. Ressalta, ainda, que para o fósforo o valor aceitável seria menor ou igual a 0,1 mg/l e o Cocó possui 7 mg/l. Além disso, a Demanda Bioquímica de Oxigênio está em 216 mg/l, quarenta e três vezes superior ao limite tolerável que é igual ou menor a 5mg/l; em alguns pontos do Rio, o oxigênio dissolvido está ausente.

O chefe da Gerência de Análise e Monitoramento (Geamo) da SEMACE, Lincon Davi Mendes, na mesma edição, afirmou que a causa para a queda das árvores do Cocó é a grande quantidade de óleo e graxa presente na água, que estaria formando uma grossa crosta nas raízes das plantas e impedindo a absorção de nutrientes. A análise identificou 278 mg/l de óleo e graxa, que inclusive compromete a fauna local, uma vez que, pela Resolução do CONAMA 357/05, o ideal é a ausência dessas substâncias.

Lincon Davi Mendes destacou ainda os fortes ventos e as ocupações irregulares no entorno do Parque como fatores responsáveis pela queda das árvores.

Após divulgação desses dados, o presidente do CONPAM, ainda no Diário, de seis de agosto de 2011, fez o seguinte pronunciamento: “do jeito que está, com tanta poluição, mais árvores vão morrer. Não adianta nada fazer replantio, elas não vão crescer mesmo. Não sabemos o que fazer, como vamos parar e reverter este quadro, não é nada fácil”.

O citado desabafo revela a gravidade do problema e o ceticismo quanto a identificação e controle das cargas poluentes.

Quanto à evolução da área do rio, foi verificado que houve queda ao longo dos 22 anos analisados. Em 1985 a área da unidade Rio representava 5,17% (2,34 Km²), em 1996 4,26% (1,93 Km²) e em 2007 correspondia a 3,45% (1,56 Km²), uma diminuição de 1,72% (0,78 Km²) no período. Além do avanço da área urbana, como as pontes sobre o Rio Cocó, essa redução pode ser explicada pela regeneração do mangue e da mata ciliar, cujas copas das árvores e os arbustos convergem em direção ao rio reduzindo a área de reflectância do espelho d'água. E ainda, devido a variação no volume de chuvas ocorrido em cada ano de obtenção das imagens.

Outro problema muito comum na área de estudo é o aterramento de lagoas e alagadiços com entulho para ampliação da área edificável, como pode ser observado na figura 38. Tal fato contribuiu para que no decorrer do período analisado a Unidade Lagoas e Alagadiços apresentasse uma redução no percentual de sua área ao passar de 2,87% (1,30 Km²) em 1985 para 1,19% (0,54 Km²) em 2007, ou seja, uma queda de 1,68% (0,76 Km²). Essa diminuição também está relacionada a recolonização da vegetação em alguns trechos da planície fluviomarinha a partir do fim da atividade salineira, o que mostra a capacidade de recuperação do mangue.

A prática do aterramento no decorrer dos anos vem produzindo o chamado efeito borda, onde os alagadiços e o mangue cedem espaço a expansão urbana e às ocupações irregulares que convergem da periferia para o centro do Parque. Grandes extensões de mangue foram e estão sendo aterrados para construções de casas, condomínios, prédios comerciais e estradas.

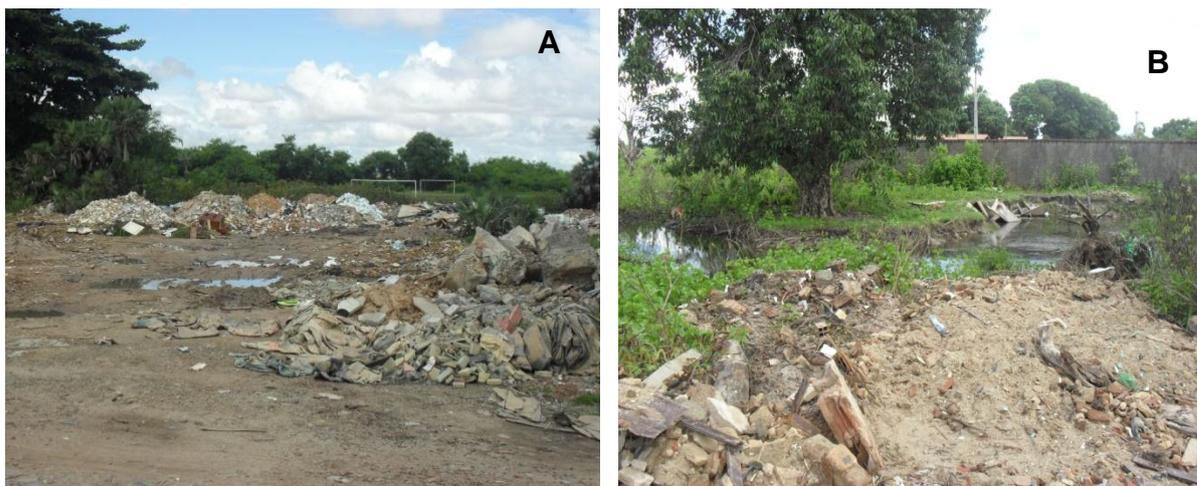


Figura 38 – Aterramentos do mangue para edificações. (A) Aterramento para habitações no bairro Jardim das Oliveiras, (B) Aterramento para edificações no Bairro Salinas (março de 2011).

Inclusive o próprio Governo do Estado realiza tais práticas nas obras de infraestrutura urbana, como o aterro para urbanização das margens do Rio Cocó, recentemente concluído, e que fizeram questão de registrar na placa de execução da obra (Figura 39).

Essas obras são responsáveis não só pela supressão da vegetação como também destroem o habitat de diversas espécies da fauna local, comprometendo as reações ecológicas que se dão no ecossistema. Além disso, provocam a impermeabilização do solo que reduz a recarga hídrica para o subsolo e para o Rio Cocó, e acarretam por sua vez os constantes alagamentos que são verificados no entorno no rio no período chuvoso.

Tais aterros contribuem ainda para o assoreamento do rio, tendo em vista a carga de sedimentos carreados para o canal fluvial.



Figura 39 – Obra de urbanização das margens do Rio Cocó realizada pelo Governo do Estado no Bairro Aerolândia. (A) Placa de execução de obra pelo Governo, (B) Aterramento para urbanização da margem do Rio Cocó no bairro Aerolândia (março de 2011).

A unidade Planície Hipersalina também apresentou uma redução no período. Entre 1985 e 1996, passou de 5,17% (2,34 Km²) a 2,43% (1,10 Km²). No ano de 2007 essa unidade representava apenas 1,70% (0,77 Km²) do total das unidades de uso e cobertura do solo. A diminuição de 1,57 Km² (67%) em sua área durante todo período analisado está associada à regeneração do mangue nas antigas salinas e ao avanço da área urbana.

A Vegetação Natural foi a unidade que apresentou a maior perda em sua área, com um decréscimo de 5,75 Km² (12,91%), no decorrer do período. Entre 1985 e 1996 a vegetação passou de 42,7% (19,21 Km²) para 34,26% (15,48 Km²), uma queda de 8,44% (3,73 km²) em sua área. Em 2007 houve novamente um recuo e atingiu 29,79% (13,46 Km²), totalizando uma perda de 4,47% (2,02 km²). Essa redução seu deu a partir da expansão da malha urbana, com abertura de loteamentos, construção de conjuntos habitacionais e condomínios residenciais, ocupações irregulares, construção de prédios institucionais e realização de obras de mobilidade urbana.

A vegetação de dunas e Psamófila foram as que apresentaram maiores perdas. Esta constatação fica clara quando é observado nos mapas o avanço da área urbana, sobretudo, nos bairros Manoel Dias Branco, Praia do Futuro, Edson Queiroz e Sabiaguaba, áreas de ocorrência dessas vegetações.

A vegetação paludosa marítima de mangue apresentou significativa recuperação a partir do fim da atividade salineira no estuário do Rio Cocó. Com a redução da pressão sobre o mangue muitos trechos desmatados foram recolonizados. Mesmo ao longo do período sendo perceptível a regeneração de mangue sobre áreas degradadas, o processo não foi suficiente para garantir maior abrangência dessa unidade, uma vez que a supressão do mangue continuou a ocorrer em outros trechos da planície fluvio-marinha a partir da expansão urbana.

Foi fundamental para que houvesse a recuperação da Vegetação Paludosa Marítima de Mangue nesses 22 anos, a criação do Parque Ecológico do Cocó em 05 de setembro de 1989, e ampliado em 08 de junho 1993. Embora com o monitoramento deficitário do Parque, a partir do seu estabelecimento houve significativa recuperação do mangue, sobretudo no trecho jusante do estuário, a partir da Avenida Engenheiro Santana, onde se encontra a trilha do Parque Ecológico.

As ações humanas sobre a Vegetação Paludosa Marítima de Mangue podem ser verificadas não só no entorno da planície Fluvio-marinha, como também às margens do Rio Cocó. São encontradas várias ocupações irregulares ao longo do seu trajeto, como podem ser observadas na figura 40.

Essas ocupações são responsáveis pela retirada da mata ciliar, que desempenha importante função para o equilíbrio do rio ao estabilizar suas margens contra o efeito da corrente.

Uma vez eliminada essa vegetação, as margens do rio ficam expostas e são constantemente erodidas pela dinâmica fluvial, promovendo assim o assoreamento que reflete uma alteração no padrão sedimentológico, tendo em vista a contaminação por sedimentos que normalmente não seriam transportados.



Figura 40 – Ocupações à margem do Rio Cocó no bairro Manoel Dias Branco (Julho de 2011).

O extrativismo vegetal, realizado pela população ribeirinha, contribui para agravar o quadro de degradação local visto que ao suprimir a cobertura vegetal o solo fica exposto à ação dos agentes erosivos aumentando o fluxo de sedimentos em direção ao rio.

A população de baixa renda tem como uma de suas principais fontes de renda e, muitas vezes, como única fonte de energia para o preparo de alimentos, o carvão vegetal, obtido através da derrubada e queima de árvores do mangue.

Essa atividade pôde ser constatada em trabalho de campo, quando, juntamente com policiais da CPMA, encontramos uma espécie de forno improvisado para queima da vegetação e produção de carvão(Figura 41).

Além de tal ação predatória, é comum a produção de fogueiras por determinadas pessoas para preparação de alimentos na região, tornando propício a deflagração de incêndios no Parque, como o que foi verificado entre os dias 15 e 18 de novembro de 2010, que conforme Moscoso *et al* (2010), resultou na queima de pelo menos 10 hectares de vegetação.

Conforme o PDPFor (2009), no zoneamento ambiental de Fortaleza, o Parque Ecológico do Cocó faz parte da Zona de Preservação Ambiental I (faixa de preservação permanente dos recursos hídricos), sendo permitido apenas o uso indireto dos recursos naturais presentes ali. O uso indireto é definido como aquele que não envolve consumo, coleta ou destruição desses recursos.

Os problemas que ocorrem no Parque são de difícil identificação tendo em vista o baixo efetivo de homens para fiscalizar toda área. Segundo Moscoso *et al* (2010), para fiscalizar o referido Parque a CPMA dispõe de setenta homens armados distribuídos em viaturas, barcos, motos e bicicletas. Considerando a extensão do Parque de 1.155 hectares, cada policial deverá fiscalizar uma área de 16,5 hectares. Todavia, como informou o tenente-coronel da CPMA Jonh Roseveelt Rogério Alencar, a Companhia é responsável apenas pelo trecho do Parque que compreendem as avenidas Sebastião de Abreu e a Murilo Borges. Sendo de sua competência a fiscalização das trilhas, e a orientação quanto a proibição do uso cigarros, de se fazer fogueira, e da abertura de novas trilhas.

Essa declaração aponta pra fragilidade da fiscalização que não ocorre em toda a extensão do Parque e favorece as constantes intervenções nos trechos não monitorados.



Figura 41 – Forno improvisado para a queima de vegetação de mangue para produção de carvão, no bairro Edson Queiroz (julho de 2011).

Na foz do Rio Cocó, a ocupação de suas margens pelas barracas de praia (Figura 42) é o fator determinante dos impactos locais. O grande fluxo de pessoas que converge para essa área devido aos serviços oferecidos pelas barracas é responsável por grande descarte de lixo. Além disso, essas barracas não são servidas com rede de esgoto e muitos proprietários não dão destinação correta aos entulhos gerados pelas reformas em seus estabelecimentos, que

vão se acumulando no entorno da foz, como pode observado na figura 43. Em muitos casos esses entulhos são usados na proteção das barracas contra os efeitos da maré.



Figura 42 – Barraca de praia próxima a foz do Rio (Julho de 2011).



Figura 43 - Entulho descartado à margem da foz (Julho de 2011).

As ocupações irregulares na foz rio foram responsáveis também pela retirada da vegetação que protegiam as margens e as dunas acarretando na intensificação do processo de deflação eólica que culmina numa maior contribuição de sedimentos ao leito fluvial. Como consequência a foz encontra-se assoreada tendo e vista pouca capacidade da corrente para transportar os sedimentos mais grosseiros que são ali depositados.

A unidade Banco de Areia, que se encontra na foz do Rio Cocó, apresentou uma variação negativa no período. Em 1985 o percentual da área do Banco de areia era de 0,13% (0,06 Km²), o que se explica pela forte degradação da mata ciliar causada pela atividade salineira até o final da década de 1970. Até 1996 houve uma recuperação da vegetação em vários pontos degradados, reduzindo a contribuição de sedimentos ao leito fluvial e consequente a extensão do Banco de Areia que atingiu 0,02% (0,01Km²). Em 2007 o Banco de Areia voltou a ter sua área ampliada, passando a representar 0,04% (0,02 Km²), o que pode está associado a intensificação da urbanização, sobretudo as obras de construção da ponte de Sabiaguaba (Figura 44), construída transversalmente a foz do Rio Cocó ligando a Praia do Futuro à Praia de Sabiaguaba. A construção da ponte de Sabiaguaba teve início em dezembro de 2002 e prosseguiu até agosto de 2004, quando teve suas obras paralisadas. Em julho de 2009 a construção foi reiniciada e finalmente pôde ser inaugurada em junho de 2010.



Figura 44 – Ponte da Sabiaguaba (julho de 2011).

A unidade Lagoas Interdunares Intermitentes apresentou uma oscilação nos anos analisados. Em 1985 representava 0,81% (0,37 km²) do total da área mapeada; em 1996 apresentou uma redução e atingiu 0,55% (0,25 km²); e em 2007 apresentou uma ampliação totalizando 0,68% (0,31 km²). Essa variação pode está associada a diferença no volume de chuvas em cada ano de obtenção das imagens.

A unidade Dunas apresentou entre 1985 e 2007 um decréscimo de sua área em 1,73% (0,78 Km²). Fato resultante da expansão urbana nos bairros Manoel Dias Branco, Praia do Futuro e Sabiaguaba.

A variação positiva da área da unidade Faixa de Praia (crescimento de 0,11%) pode está associada à forte dinâmica do local, submetido a fortes ventos, vagas e variação do nível da maré, além das ações humanas.

Como pôde ser observado, entre as 09 unidades de uso e cobertura do solo mapeadas entre 1985 e 2007 a Área Urbana foi a única que apresentou crescimento. O incremento verificado na área urbana se deu à custa da redução nas áreas das demais unidades. No gráfico abaixo pode ser observado o crescimento da Área Urbana em relação às outras unidades no decorrer do período analisado.

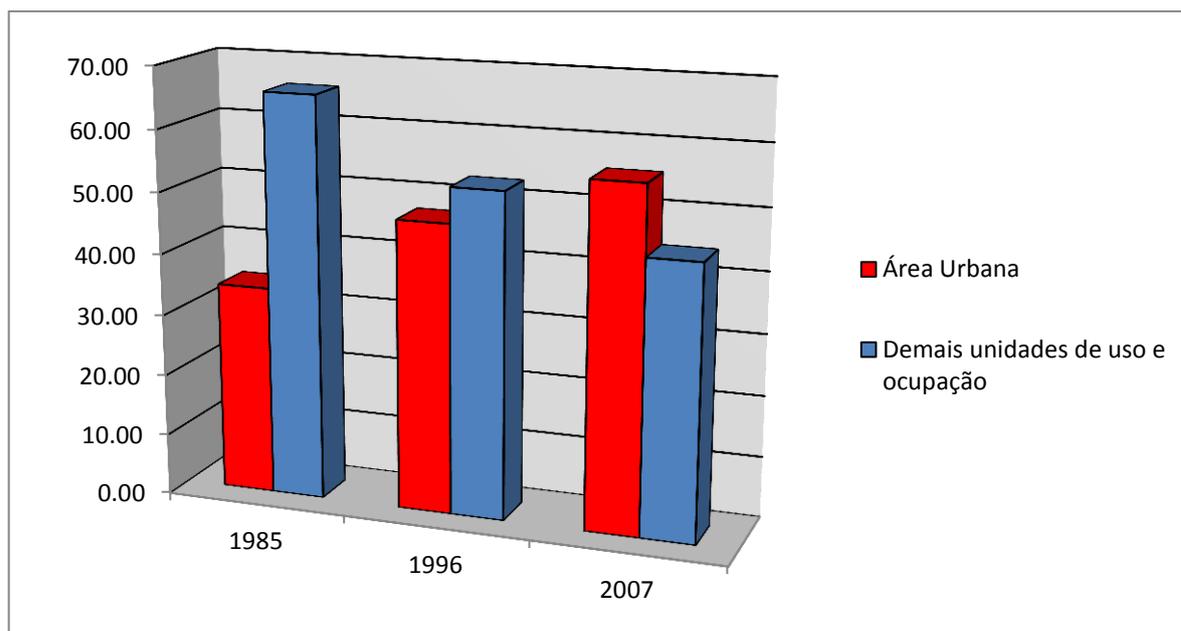


Gráfico 02 – Comparação entre a evolução da área urbana e das demais unidades de uso e cobertura do solo.

5.2 Evolução Urbana no entorno do estuário do Rio Cocó ocorrida nos períodos de 1985/1996, 1996/2007 e 1985/2007.

A identificação da evolução urbana que se processou na área de estudo no decorrer do período analisado se deu a partir do cruzamento dos mapas de uso e cobertura do solo de 1985, 1996 e 2007 através da função diferença do programa TERRA VIEW.

As figuras 45, 46 e 47 são resultados do cruzamento da Área Urbana dos mapas de uso e cobertura do solo de 1985 e 2007 (22 anos), 1985 e 1996 (11 anos) e 1996 e 2007 (11 anos). Os mapas representam as diferenças ou o incremento urbano verificado em cada período.

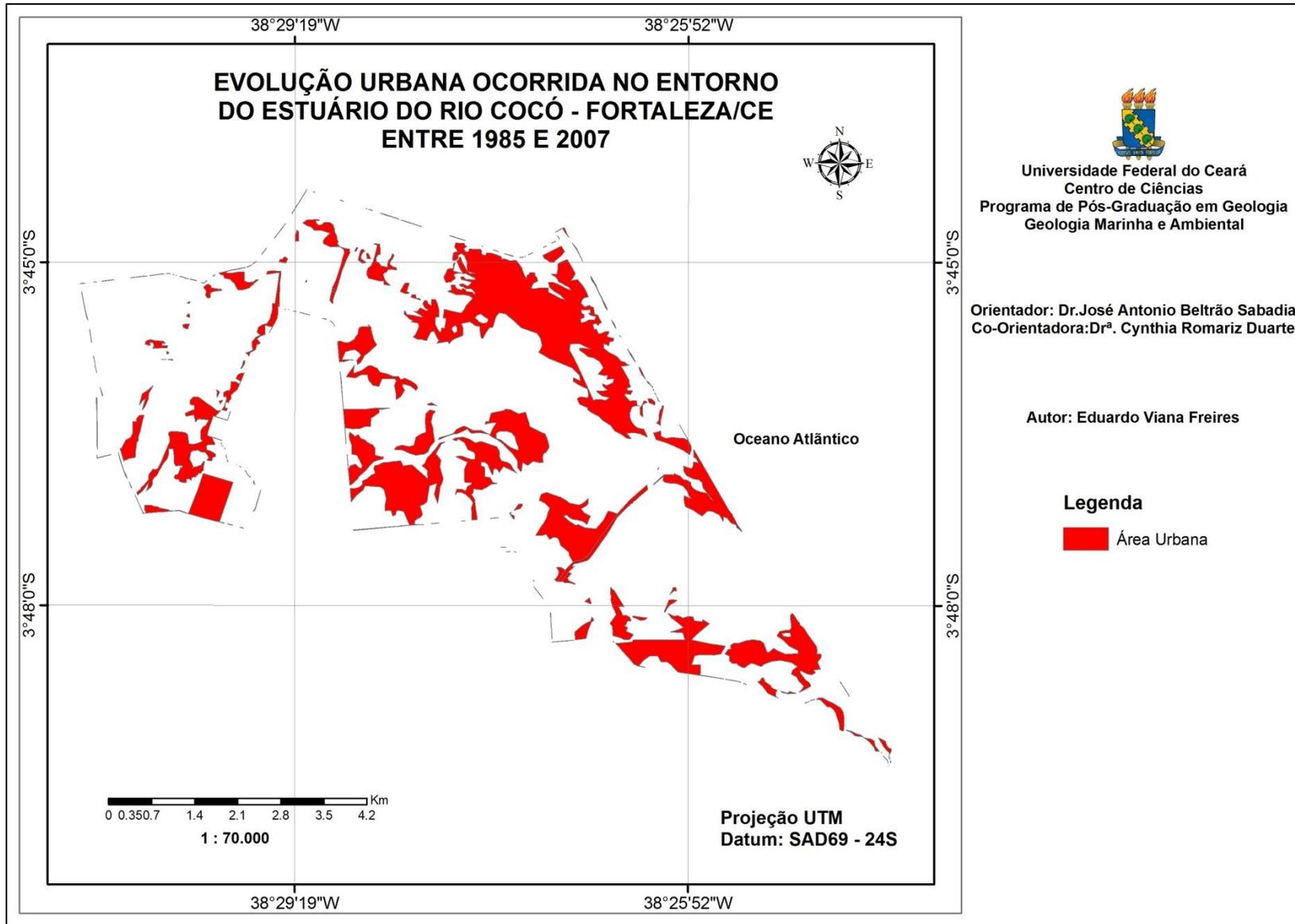


Figura 45 – Mapa contendo acréscimo de área urbana no período entre 1985 e 2007.

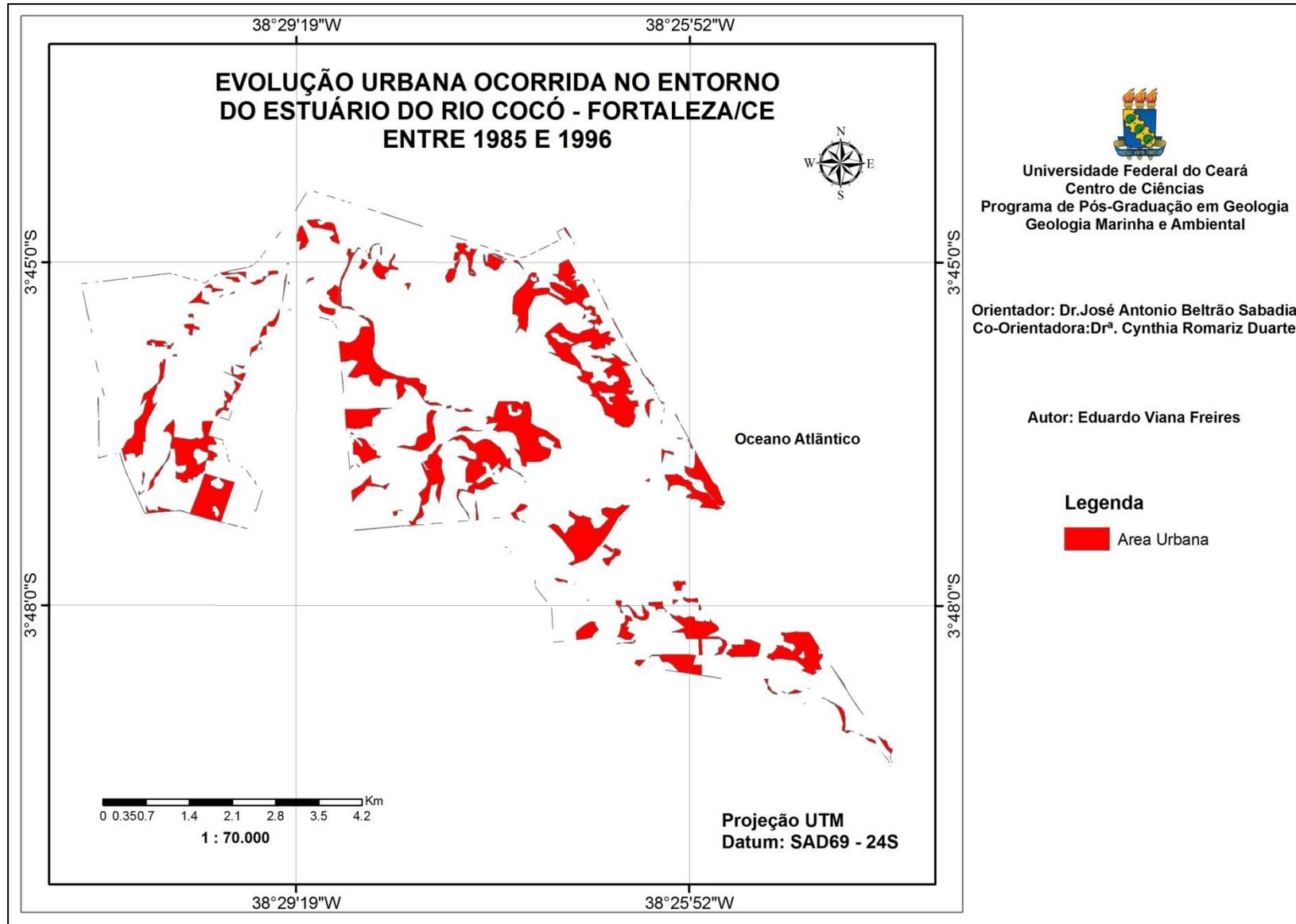


Figura 46 – Mapa contendo acréscimo de área urbana no período entre 1985 e 1996.

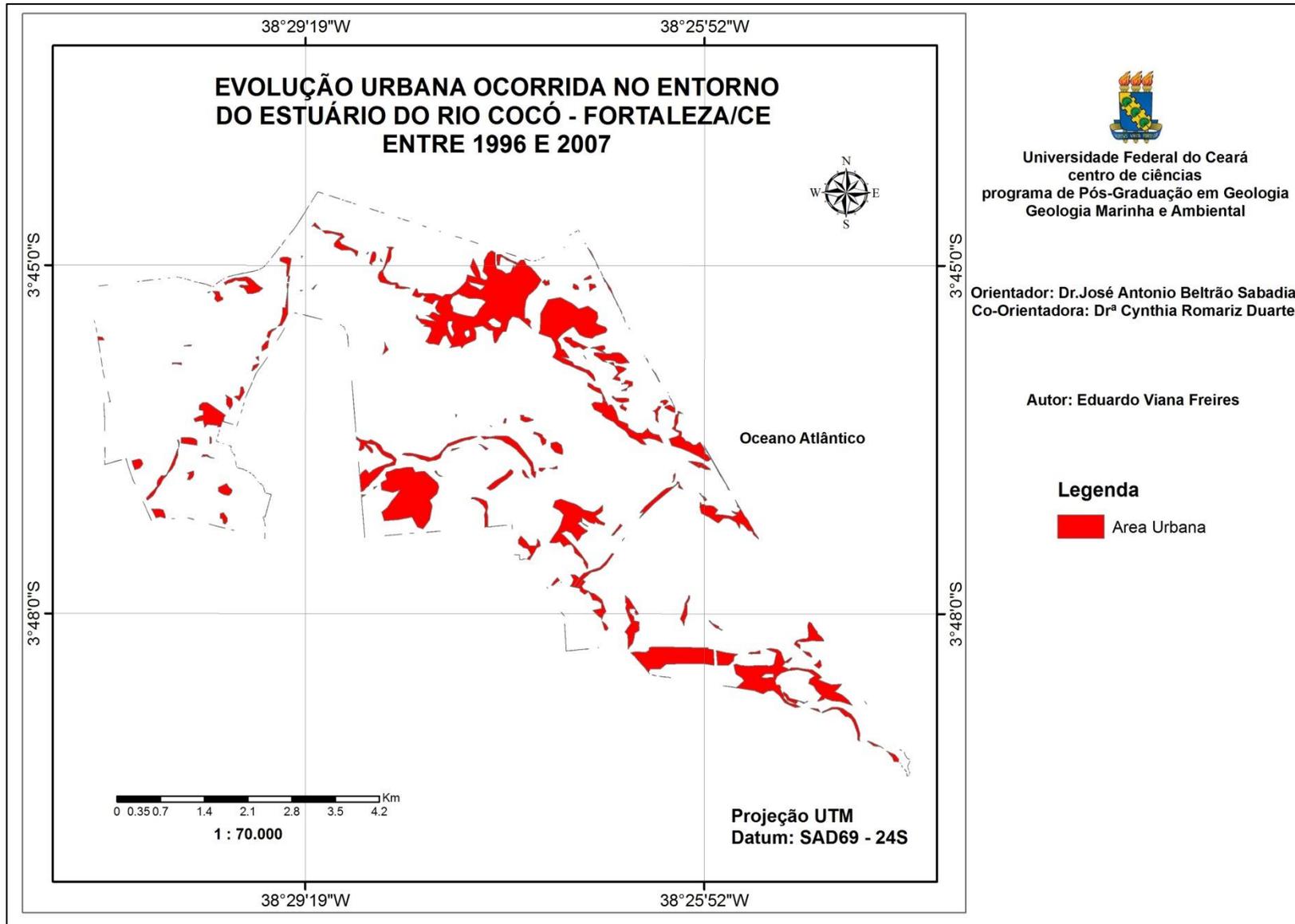


Figura 47 – Mapa contendo acréscimo de área urbana no período entre 1996 e 2007.

Ao longo dos 22 anos analisados (1985-2007) a Área Urbana passou de 15,44 km² para 25,13 Km², um aumento de 9,69 Km² na malha urbana. Conforme pode ser observado no gráfico 03, do total da área urbana ampliada, o primeiro período (1985-1996) representou 60,37% (5,85 Km²) enquanto o período posterior (1996-2007) totalizou 39,63% (3,84 Km²).

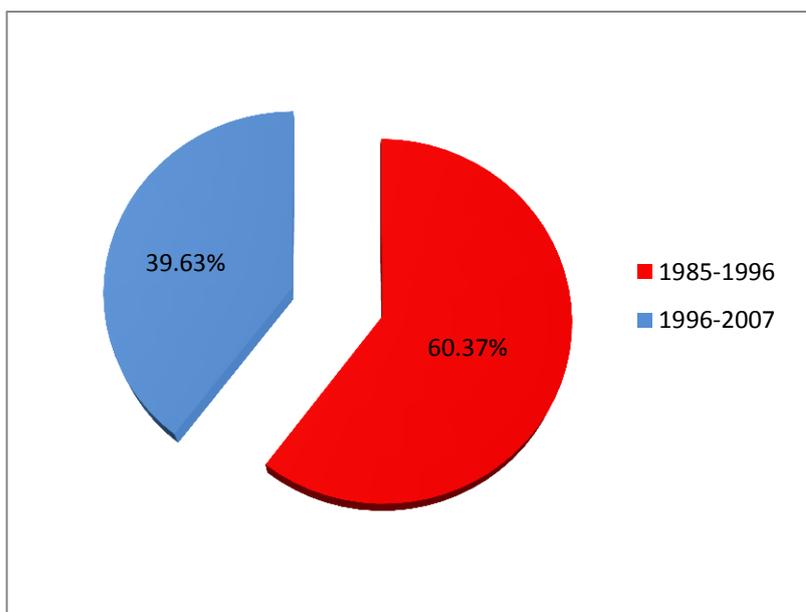


Gráfico 03 – Percentuais de crescimento da área urbana verificado nos períodos 1985/1996 e 1996/2007.

Essa diferença pode ser explicada pelo fato de no período entre 1985 e 1996 ter ocorrido intervenções mais significativas por parte do poder público na área (conjuntos habitacionais, avenidas, etc.), ao mesmo tempo em que se dava a ampliação do setor de comércio e serviços, que atraía mais moradores para o local. No período seguinte (1996-2007) o crescimento da malha urbana foi limitado pela redução dos espaços passíveis de ocupação e pela valorização das terras em alguns bairros da área de estudo. Aliado a esses fatores, soma-se a criação do Parque Ecológico do Cocó em 1989, e posterior ampliação em 1993, que garantiu, através dos órgãos ambientais, um maior controle e monitoramento, embora deficitários, da expansão urbana dentro de seus limites.

5.3. Análise dos sedimentos coletados no leito do Rio Cocó

A partir dos sedimentos coletados no leito do estuário do Rio Cocó foi possível constatar a relação da urbanização com os impactos negativos no local. Nas Estações de Coleta onde a urbanização foi mais intensa foram verificados materiais exógenos presentes em algumas amostras coletadas, sobretudo nas estações 1, 2, 3,4. Foi justamente na porção do

estuário compreendida por essas estações onde, no decorrer do período estudado, foram edificadas pontes, avenidas, conjuntos habitacionais, e as obras de ampliação do Shopping Center Iguatemi.

A estação 1, localizada próxima à ponte da BR-116, apresentou nas amostras coletadas materiais que provavelmente foram descartados ali em forma de entulho, como pedaços de tijolo e telha, e até mesmo lixo (Figura 48). Esse material pode estar associado aos aterramentos do mangue para construções de habitações pela população de baixa renda, que outrora vivia ali na Favela do Gato Morto, ou mesmo, ser resultante das obras do Pólo de Lazer do Tancredo Neves, construído na área da extinta Favela do Gato Morto.

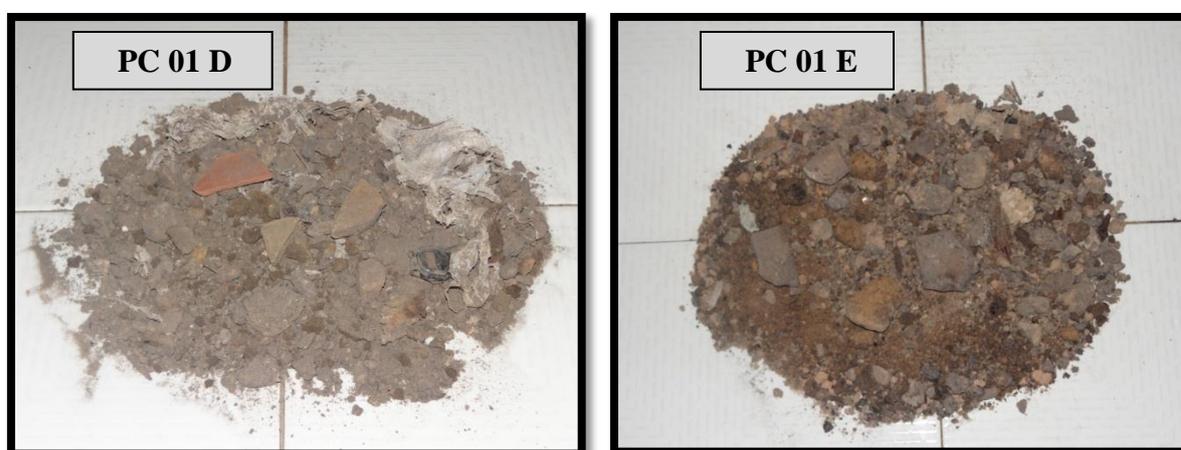


Figura 48 – Sedimentos coletados na Estação de Coleta 01. PC 01 D, margem direita, PC 01 E, Margem esquerda.

Na estação 2, estabelecida próxima a ponte da Avenida General Murilo Borges, foi encontrado na amostra PC 2 E, recolhida próxima da margem esquerda do Rio Cocó, uma grande concentração de piçarra (Figura 49). Esse material, provavelmente, é resultado do aterramento do mangue, que foi necessário para edificação da Avenida General Murilo Borges.

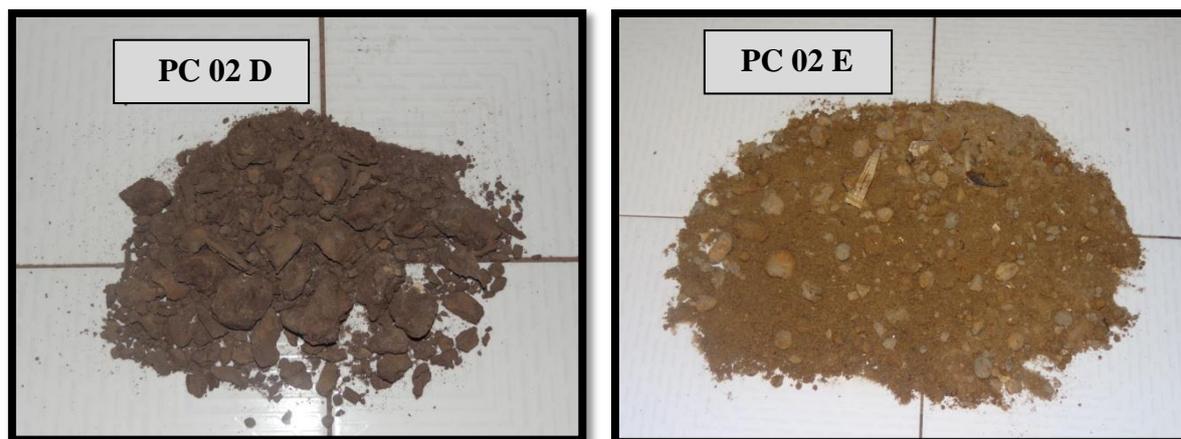


Figura 49 – Sedimentos coletados na Estação de Coleta 02. PC 02 D, margem direita, PC 02 E, Margem esquerda.

Nas estações 3 e 4, posicionadas próximas às Avenidas Engenheiro Santana Júnior e Sebastião de Abreu, as amostras coletadas apresentaram grande quantidade de resíduos de obras da construção civil e lixo. Podem ser observados pedaços de tijolos e torrões de cimento nessas amostras (Figuras 50 e 51). Nas amostras do ponto de coleta 03 E, recolhida próxima a margem esquerda, e do ponto de coleta 04 D, recolhida próxima a margem direita, pode ser observado também piçarra, material utilizado para o aterramento do mangue visando a construção das citadas avenidas.

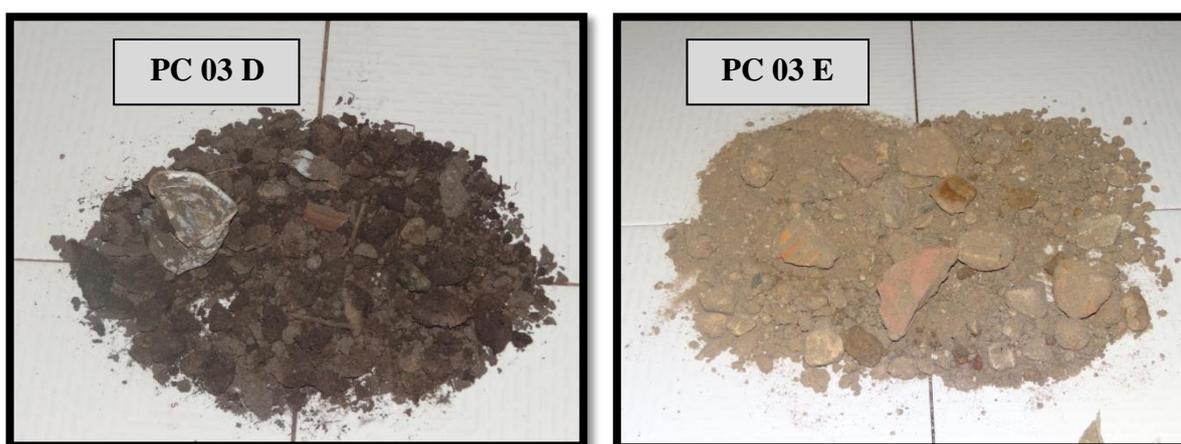


Figura 50 – Sedimentos coletados na Estação de Coleta 03. PC 03 D, margem direita, PC 03 E, Margem esquerda.

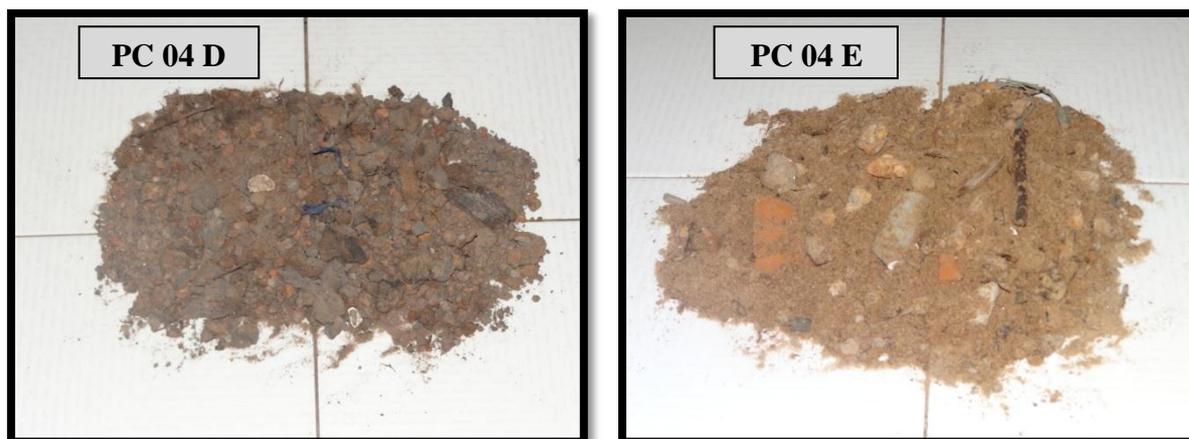


Figura 51 – Sedimentos coletados na Estação de Coleta 04. PC 04 D, margem direita, PC 04 E, Margem esquerda.

Da estação 5 à estação 8, as amostras não apresentaram presença de materiais exógenos ao ambiente local (Figuras 52, 53, 54 e 55). Isso se explica pelo fato dessas estações de coleta se localizarem em trechos pouco impactados pelas intervenções humanas, sendo observada uma melhor condição da mata ciliar que no trecho anterior (figura 56). Ao longo desse trajeto é possível observar pontos de ocupação e desmatamento, porém de forma bem dispersa.

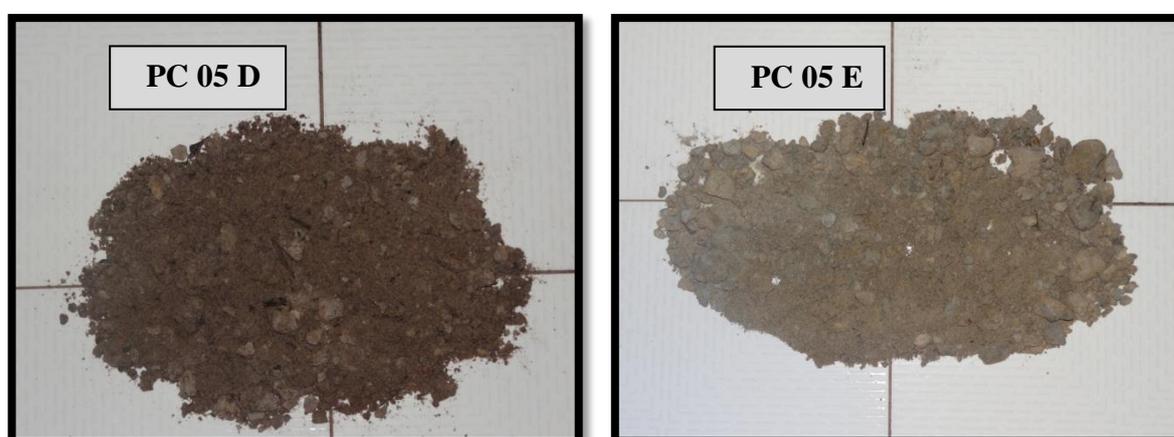


Figura 52 – Sedimentos coletados na Estação de Coleta 05. PC 05 D, margem direita, PC 05 E, Margem esquerda.

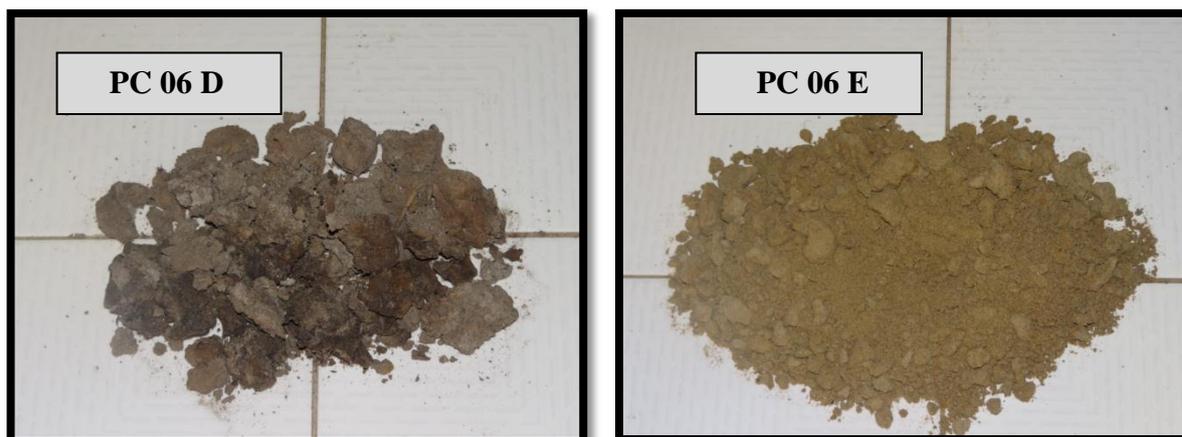


Figura 53 – Sedimentos coletados na estação de Coleta 06. PC 06 D, margem direita, PC 06 E, Margem esquerda.

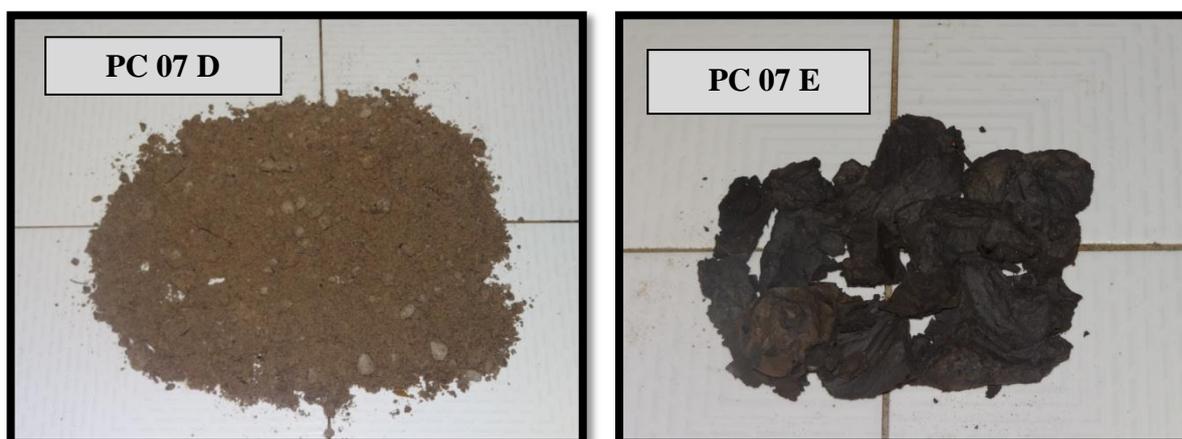


Figura 54 – Sedimentos coletados na Estação de Coleta 07. PC 07 D, margem direita, PC 07 E, Margem esquerda.

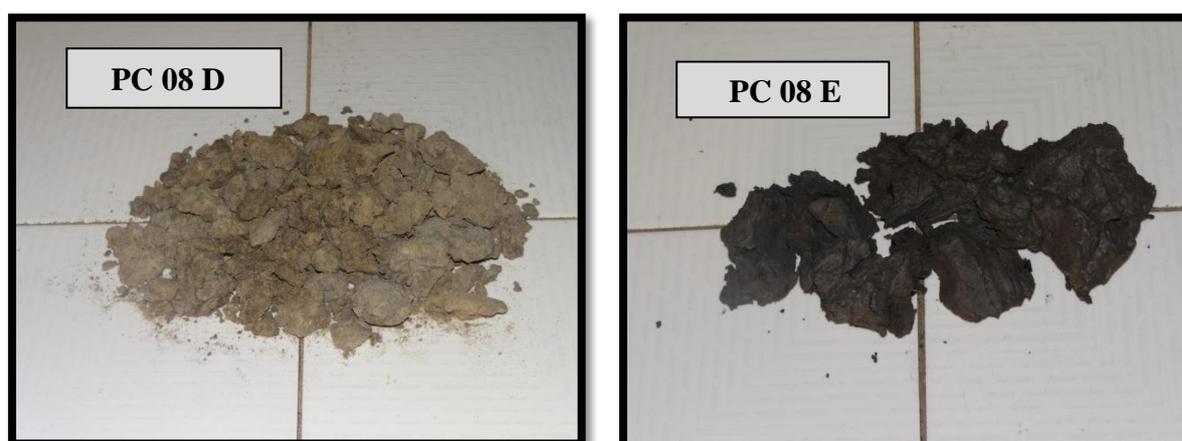


Figura 55 – Sedimentos coletados na Estação de Coleta 08. PC 08 D, margem direita, PC 08 E, Margem esquerda.



Figura 56 – Estação 08(A), margem esquerda do Rio Cocó, Estação 07(B), margem esquerda do Rio Cocó (Julho de 2011).

Na estação 9, no ponto de Coleta 09 E (Figura 57), foi encontrado novamente resíduos de tijolos, de cimento e piçarra. Essa ocorrência está associado ao descarte de entulho e aterramentos no local para construções de casas próximas as margens do Rio Cocó como pode ser observado na figura 58.

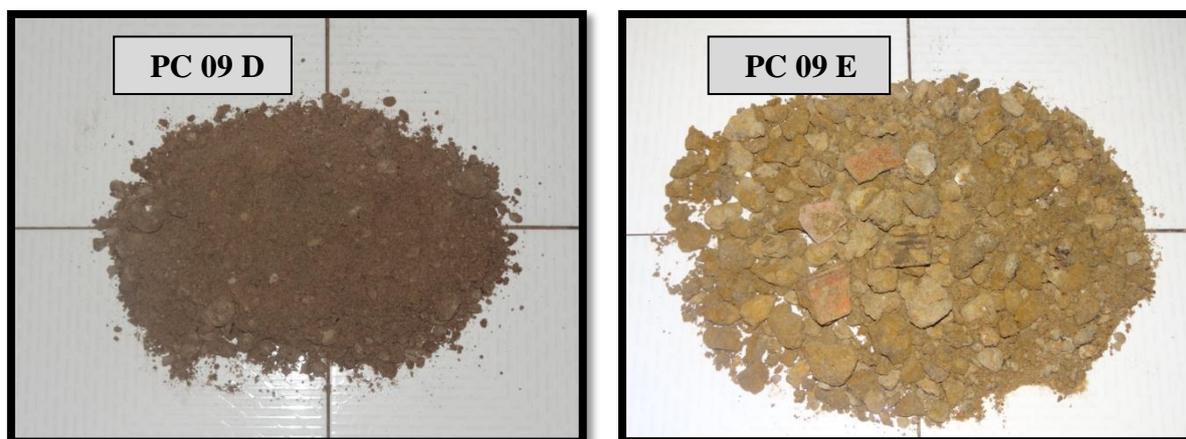


Figura 57 – Sedimentos coletados na Estação de Coleta 09. PC 09 D, margem direita, PC 09 E, Margem esquerda.



Figura 58 – Estação 09, margem esquerda (Julho de 2011).

Nas estações 10 e 11 (Figuras 59 e 60), as amostras coletadas não apresentaram ocorrência de materiais que indicassem alterações ou impactos negativos nesses locais. Nessas amostras predominam sedimentos arenosos quartzosos, que decorrem da remobilização dos sedimentos marinhos em direção a foz pela ação da maré e da contribuição de sedimentos das dunas que são transportadas até a foz do rio por ação eólica. Processo este que vem se intensificando a partir das ocupações irregulares nas dunas.

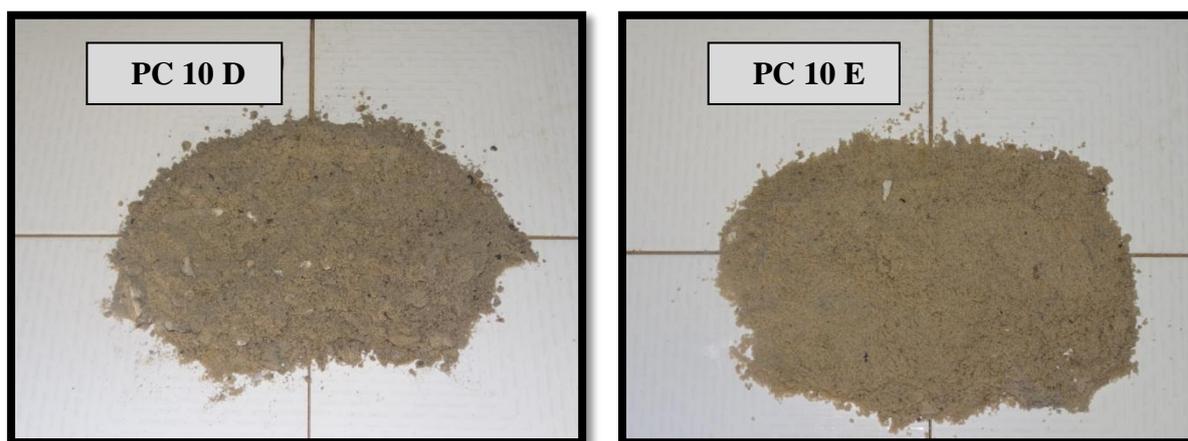


Figura 59 – Sedimentos coletados na Estação de coleta 10. PC 10 D, margem direita, PC 10 E, Margem esquerda.



Figura 60 – Sedimentos coletados na Estação de Coleta 11. PC 11 D, margem direita, PC 12 E, Margem esquerda.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A partir da análise dos mapas de evolução urbana e dos sedimentos coletados no estuário do Rio Cocó é possível verificar que houve significativas alterações e impactos negativos na área de estudo entre 1985 e 2007.

A planície fluvio-marinha do Rio Cocó mesmo apresentando a condição de Parque Ecológico, desde cinco de setembro de 1989, conforme Decreto Estadual nº 20.253, não deixou de sofrer as mais variadas intervenções antrópicas, contribuindo para um quadro de degradação de elevada proporção, que pôde ser constatado nas atividades de campo. Inclusive as áreas mais próximas das margens do rio não são poupadas da ocupação e dos impactos, desrespeitando o Código Florestal (Lei nº 4.771/1965) que determina áreas mínimas de preservação segundo a largura do rio.

Além disso, de acordo com a Resolução do CONAMA nº 303/2002 (Brasil, 2007), que dispõe sobre parâmetros, definições e limites de áreas de preservação permanente, uma área situada “em manguezal, em toda sua extensão” (art. 3º, X, *idem*), deve ser considerada área de preservação permanente. Porém, é flagrante o descaso do poder público com a área em questão.

Apesar de protegida, por ampla legislação, essa área não tem recebido a atenção merecida. O que fica evidente pela inexistência de um plano de manejo para o Parque Ecológico do Cocó e ainda pelo não enquadramento do rio, que é fundamental para adequar a qualidade da água aos usos futuros pretendidos, conforme a resolução do CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2007), que dispõe sobre as diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

Como se não bastasse, conforme o movimento ambiental SOS Cocó (2010), a SEMACE em janeiro de 2010 sugeriu a redução da poligonal da área do Parque Ecológico do Cocó para 799,85 hectares visando diminuir os custos de desapropriação dos imóveis que avançaram para dentro do mangue.

Os órgãos ambientais fiscalizadores, apesar dos esforços empregados, não vêm conseguindo evitar, no decorrer dos anos, que novas ocupações e intervenções ocorram na área e nem mesmo disciplinar o uso desse espaço. Dois fatos favorecem a ocupação humana da planície fluvio-marinha e que, conseqüentemente, vêm impactando sobremaneira o estuário do Rio Cocó.

O primeiro diz respeito ao desemprego e ao *déficit* habitacional na Cidade de Fortaleza, que impele uma parcela da população a ocupar áreas como essa, ditas de risco,

sujeitas a cheias do rio no período chuvoso, mas que se tornam, muitas vezes, a única opção para quem não dispõe de condições financeiras suficiente para o aluguel ou para aquisição de uma moradia digna.

O segundo está relacionado à própria criação do Parque Ecológico do Cocó, uma das poucas áreas verdes da cidade aparelhada, e a infraestrutura urbana e de serviços oferecida em alguns bairros em seu entorno, que favoreceu a especulação imobiliária e atraiu mais moradores para essa região.

Somam-se a esses fatores no processo de degradação do ambiente as diversas intervenções realizadas pelo poder público estadual e municipal ao construir pontes e avenidas transversalmente e paralelamente ao estuário, além de conjuntos habitacionais e áreas de lazer na planície de inundação do rio.

Através da análise multitemporal realizada a partir das imagens Landsat-5 de 1985, 1996 e 2007 foi possível constatar a evolução urbana ocorrida nos bairros localizados no entorno do estuário do Rio Cocó no decorrer de 22 anos. Pôde ser observado ao longo do período analisado, que entre as 09 unidades de uso e cobertura do solo mapeadas (Área Urbana; Rio; Vegetação Natural; Planície Hipersalina; Lagoas e alagadiços; Dunas; Faixa de Praia; lagoas Interdunares Intermitentes; Bancos de Areia), a única que apresentou crescimento foi a Área Urbana, com um incremento de 21,44% (9,69 Km²).

Considerando a área urbana acrescida nesses 22 anos, o período compreendido entre 1985 e 1996 representou 60,37% (5,85 km²) da expansão urbana, enquanto o intervalo entre 1996 e 2007 representou 39,63% (3,84 Km²) do total (9,69 Km²). Isso se explica pelo fato de no primeiro período ter havido intervenções mais significativas por parte do poder público através de obras de infraestrutura que, associadas à dinamização do setor de comércio e serviços, atraiu mais moradores para área. Enquanto no período seguinte, foi observada uma redução gradativa das áreas passíveis de ocupação e uma grande valorização da terra em muitos bairros da região, reduzindo, também, a taxa de expansão da malha urbana. Além disso, a partir da criação do Parque Ecológico do Cocó em 1989, e de sua ampliação em 1993, houve uma maior atenção para expansão urbana em sua área.

Associados a urbanização foram constatados a partir das atividades de campo os mais variados impactos negativos ao meio ambiente e a dinâmica do rio, como: descarte de lixo e entulho, despejos de esgotos, aterramentos do mangue e alagadiços, assoreamento do rio, desmatamento, incêndios etc.

A partir das 22 coletas de sedimentos realizadas em 11 estações no leito do Rio Cocó foi possível constatar os efeitos da urbanização no estuário. Nos sedimentos coletados

nas estações 01, 02, 03 e 04 e na margem esquerda da estação 09 as amostras apresentaram a ocorrência de resíduos da construção civil e lixo. Indicativos das diversas intervenções no rio e do frequente descarte de lixo que ocorre nas imediações do estuário.

Os resultados apresentados apontam para necessidade de um monitoramento sistemático da expansão urbana na área de estudo pelos órgãos competentes, à medida que as ocupações continuam convergindo em direção à planície fluviomarina e ao Parque Ecológico do Cocó. É necessária a identificação e o tratamento das cargas poluentes de origem doméstica e comercial que chegam até o Rio Cocó de forma clandestina, bem como, a promoção da educação ambiental para população que vive em seu entorno.

Faz-se urgente ainda o aumento do efetivo de policiais da Companhia de Polícia Militar Ambiental e da ampliação da área de ação desses servidores dentro do Parque Ecológico Cocó, uma vez que o déficit na fiscalização vem favorecendo as mais variadas intervenções no local.

É premente a adequação do Parque Ecológico do Cocó ao Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC, conforme a Lei Federal nº 9985 de julho de 2000, garantindo ao poder público através do órgão ambiental responsável não só o manejo do Parque e seus recursos naturais, mas propiciando aos diversos setores da sociedade a participação nesse processo para que não gere conflitos sociais que possam protelar a preservação dessa almejada unidade de conservação.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F.G.; PEREIRA, L.F.M. **O papel da distribuição e da gestão dos recursos hídricos no ordenamento territorial brasileiro.** In: ALMEIDA, F.G.; SOARES, L.A.A. Ordenamento Territorial. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. 85-113

ARAÚJO, H.M.P. **Estuário do Rio Sergipe: Importância e vulnerabilidade.** In: ALVES, J.P.H. Rio Sergipe: Importância, vulnerabilidade e preservação. São Cristóvão: Editora UFS, 2006. 65 – 86.

BERTONI, J. ; LOMBARDI, F. Neto. **Conservação do solo.** 4ª ed. São Paulo: Ícone, 1999.

BRANDÃO, R.L et al. **Diagnóstico Geoambiental e os principais problemas de ocupação do meio físico da Região Metropolitana de Fortaleza.** In: Projeto SINFOR – Sistema de Informações para a Gestão e administração Territorial da Região Metropolitana de Fortaleza. Fortaleza: CPRM, 1995.

BRASIL, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 27 fev. 2011.

_____, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estatísticas do século XX.** Disponível em: http://www.ibge.gov.br/seculox/arquivos_pdf/populacao.shtm. Acesso em: 15 de ago. 2011.

BRASIL, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **SPRING 5.0.6** São José dos Campos, 2005. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/SPRING/portugues/download.phpl>. Acesso em Janeiro, 2011.

_____, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **TERRAVIEW 3.3.0** São José dos Campos, 2005. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/terraview/portugues/download.phpl>. Acesso em Janeiro, 2011.

_____, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **Catálogo de Imagens.** São José dos Campos, 2005. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>. Acesso em abril, 2011.

BRASIL, **Legislação de direito ambiental:** Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, que institui o novo Código Florestal. Organização: Luis Paulo Sirvinskask Ed. São Paulo: Rideel, 2007 (Coleção de leis Rideel. Série compacta).

_____, **Legislação de direito ambiental:** Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação e dá outras providências. Organização: Luis Paulo Sirvinskask Ed. São Paulo: Rideel, 2007 (Coleção de leis Rideel. Série compacta).

_____, **Legislação de direito ambiental:** Resolução do CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Organização: Luis Paulo Sirvinskask Ed. São Paulo: Rideel, 2007 (Coleção de leis Rideel. Série compacta).

_____, **Legislação de direito ambiental**: Resolução do CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002, que dispõe sobre parâmetros, definições e limites de áreas de preservação permanente. Organização: Luis Paulo Sirvinskas Ed. São Paulo: Rideel, 2007 (Coleção de leis Rideel. Série compacta).

_____, Resolução do Conama nº 001, de 23 de janeiro de 1986, que estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da política Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: http://www.cati.sp.gov.br/Cati/_servicos/dcaa/legislacao_ambiental/Resolu%c3%a7%c3%a3o%20CONAMA%20001_1986%20com%20altera%c3%a7%c3%a3o%20Res%20CONAMA%20011_1986.pdf. Acesso em 20 de setembro de 2011.

BRITO, R.N.R.; ASP, N.E.; BEASLEY, C.R.; SANTOS, H.S.S. **Características Sedimentares Fluviais Associadas ao Grau de Preservação da Mata Ciliar - Rio Urumajó, Nordeste Paraense**. Acta Amazonica. Ano 2009/ vol. 39. Brasil, 2009. p. 173 – 180.

CARLOS, A.F.A. **A cidade**. 8ª Ed. São Paulo: Contexto, 2007.

CARVALHO, F.C. de. **Sustentabilidade de sistemas Agroflorestais pecuários em ambientes semi-áridos**. In: Sobrinho, J.F.; Falcão, C.L.C. Semi-Árido: diversidades, fragilidades e potencialidades. Sobral: Sobral Gráfica, 2006. 71 – 107.

CEARÁ, Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Ceará (Semace). **Parque Ecológico do Rio Cocó**. Disponível em: <http://www.semace.ce.gov.br/2010/12/paque-ecologico-do-rio-coco/>. Acessado em 17 de dezembro de 2010.

_____, Sistema de Informações dos Recursos Hídricos do Ceará (SIRH-CE). <http://atlas.srh.ce.gov.br/>. Acesso em julho de 2011.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial**. Vol.1. São Paulo: Edgar Blücher, 1981.

COELHO, Maria Célia Nunes. **Impactos ambientais em áreas urbanas – Teorias, conceitos e métodos de pesquisa**. In: Guerra, A.J.T; CUNHA,S.B. Impactos ambientais urbanos, 4ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. 19-45.

COSTA, F.P.S. **Evolução urbana e da cobertura vegetal de Piracicaba – SP (1940 – 2000)**. 2004. 82p. Dissertação (mestrado em ecologia de agrossistemas) – Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004.

CUNHA, S.B. **Geomorfologia fluvial**. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. Geomorfologia – Uma atualização de bases e conceitos. 6ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. 211 – 252.

_____. **Mudanças da rede de drenagem urbana de Teresópolis (Rio de Janeiro)**. In: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. Impactos ambientais urbanos no Brasil. 4ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. 111-145.

DECLARAÇÃO UNIVERSAL DOS DIREITOS HUMANOS, Adotada e proclamada pela resolução 217 A (III) da Assembléia Geral das Nações Unidas em 10 de dezembro de 1948. Disponível em: http://portal.mj.gov.br/sedh/ct/legis_intern/ddh_bib_inter_universal.htm. Acesso: 10 de abril de 2012.

DIOS, C.B; MARÇAL, M.S. **Legislação ambiental e a gestão de unidades de conservação: o caso do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba-RJ**. In: GUERRA, A.J.T.; COELHO, M.C.N. Unidades de conservação: abordagens e características geográficas. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. 173 – 199.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro:EMBRAPA-SPI, 2009. 367 p.

FREIRES, E.V. **Deteção de mudanças na cobertura vegetal no município de Maracanaú/Ce, através de imagens Landsat-5 e SIG**. 2009, 81p. Monografia (Especialização em geoprocessamento aplicado a análise ambiental e recursos hídricos). Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza, 2009.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de textos, 2002.

_____. **Sensoriamento Remoto para geomorfologia**. In: FLORENZANO, T.G. (org.). Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de textos, 2008. 36 -71.

FORMADORES DE OPINIÃO. **Centro de eventos com pauta de visita mensal**. Diário do Nordeste, Fortaleza, p.3, 02 fev.2012.

FORTALEZA, Prefeitura Municipal de Fortaleza. **Fortaleza em números**. Fortaleza: Prefeitura municipal de Fortaleza, 2009. 366p.

FORTALEZA – **Guia Digital**. Ceará: Aerofoto Nordestes Ltda, [2001]. 1 CDROM.Windows 2001.

GIRÃO, I. **Conpam diz que não sabe como salvar árvores**. Diário do Nordeste, Fortaleza, p.10, 06 ago. 2011.

GRIGIO, A.M. **Aplicação de sensoriamento remoto e sistema de informação geográfica na determinação da vulnerabilidade natural e ambiental do município de Guamaré (RN): simulação de risco às atividades da indústria petrolífera**. 2003. 222p. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Geodinâmica e Geofísica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2003.

GUERRA, A.J.T; CUNHA, S.B. **Degradação Ambiental**. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. Geomorfologia e meio ambiente. 5ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. 337 – 379.

<http://iguatemifortaleza.com.br/iguatemi-institucional.php>. Acesso em 13 de agosto de 2011.

<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>. Acesso em 15 de novembro de 2011.

<http://www.fortal.com.br>. Acesso em 12 de fevereiro de 2012.

<http://www.iguatemiempresarial.com.br/realizacao.htm>. Acesso em 13 de agosto de 2011.

<http://www.soscoco.com.br/>. Acesso em dezembro de 2011.

http://www.tjce.jus.br/forum_clovis/forum_institucional.asp. Acesso em 11 de fevereiro de 2012.

JACINTHO, Luis Roberto de Campos. **Geoprocessamento e sensoriamento remoto como ferramentas na gestão ambiental de unidades de conservação: o caso da Área de Proteção Ambiental (APA) do Capivari – Monos, São Paulo – SP**. 2003. 110p. Dissertação (Mestrado em recursos minerais e hidrogeologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

JUNIOR, A.B.M.; SOUSA, C.J. da S.. **Deteção de mudanças na cobertura vegetal, através da subtração de imagem NDVI, no Parque Estadual do Bacanga – São Luis – MA**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13., 2007, Florianópolis. Anais. São José dos Campos. INPE, 2007. p 4013-4020.

LIMA, F.J.F. **Sociedade e natureza na primeira etapa do Parque do Cocó e entorno – Fortaleza/CE**. 2007 199p. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Ceará. Fortaleza 2007.

MIRANDA, L. B.; CASTRO, B. M.; KJERFVE, B. **Princípios de oceanografia física de estuários**. São Paulo: EDUSP, 2002, 414 p.

MOLISANI, M.M; CRUZ, A.L.V. **Estimativas da descarga fluvial para os principais estuários do estado do Ceará**. Programa: Zoneamento ecológico e econômico (ZEE) da zona costeira do estado do Ceará. Fortaleza, 2005. 25p.

MORAIS, J.O. **Compartimentação territorial evolutiva da zona costeira**. In: LIMA, L.C; MORAIS, J.O; SOUZA, M.J.N. **Compartimentação Territorial e Gestão Regional do Ceará**. Fortaleza: FUNECE, 2000.

MOSCOSO, L; PEIXOTO, M.; PETRUCCI, J. **Incêndio no Cocó foi criminoso: extensão da área dificulta fiscalização efetiva**. Diário do Nordeste, Fortaleza, p.11, 18 nov. 2010.

NASA - National Aeronautics and Space Administration. **GeoCover LANDSAT mosaics**. California, 2004. ETM+/LANDSAT-7. Tile: S-24-00_2000. Disponível em: <http://www.zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/mrsid.pl>. Acesso em: abril, 2010.

PALMIERI, F.; LARACH, J.O.I. **Pedologia e geomorfologia**. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Bapstita da. **Geomorfologia e meio ambiente**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. 59 – 122.

PDPFor, **Plano Diretor Participativo de Fortaleza**. Fortaleza: Prefeitura municipal de Fortaleza, 2009. 520p.

PEDROSA, A.A. **Agentes de degradação do baixo curso do Rio Cocó.** 1995, 51p. Monografia – Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza, 1995.

PESSOA, E.V. **Estudo do “standing-crop” da água do estuário do Rio Cocó (Ceará-Brasil), como indicador das modificações físico-químicas do meio.** 2002, 141p. Dissertação (PRODEMA – Programa de Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2002.

RIBEIRO, C.A.N. **Análise sócio-ambiental do baixo curso do Rio Cocó: Uma proposta de educação ambiental.** 2010, 124p. Monografia (Especialização em Metodologia do Ensino de Geografia) - Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza, 2010.

ROCHA, D.A. ; FROTA, H.B. ; MEIRELES, A. J. A. **Ecosistema manguezal do rio Cocó e o licenciamento ambiental do Iguatemi Empresarial, em Fortaleza/CE.** In: Congresso latino-americano de direitos humanos e pluralismo jurídico, 2008, Florianópolis. Anais, 1.,2008 Ago. 20-22:Florianópolis, SC. Florianópolis : Editora Dom Quixote, 2008. v. 1. p. 1-18.

ROSS, J.L.S. **Geomorfologia aplicada aos EIAs-RIMA.** In:GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Bapstita da. Geomorfologia e meio ambiente. 5ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. 291 - 335.

SÁNCHEZ, Luis Enrique. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos.** São Paulo: Oficina de Textos, 2006, 496p.

SANTOS, Jader de Oliveira. **Vulnerabilidade Ambiental e Áreas de Risco da Bacia Hidrográfica do Rio Cocó - Região Metropolitana de Fortaleza - Ceará.** 2006, 218p. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Geografia) - Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza, 2006.

SANTOS, Milton. **A urbanização Brasileira.** 5ª ed. São Paulo: edusp, 2005

SERAFIM, C.F.S; HAZIN, F. **O ecossistema costeiro.** In: SERAFIM, C.F.S; CHAVES, P.T. O mar no espaço geográfico brasileiro. Vol 8. Brasília: Ministério da educação, 2006. 101 - 131.

SILVA, E.V.; RODRIGUES, J.M.M. **Educação ambiental com subsídio ao planejamento integrado de bacias hidrográficas.** In: MATOS, K.S.A.L. Educação ambiental e sustentabilidade II. Fortaleza: Edições UFC, 2010. 25-34

SILVA, Carlos Salvato. **A degradação do manguezal do Rio Cocó: uma análise das causas.** 2003, 238p. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Geografia) - Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza, 2003.

SILVA, Jorge Xavier da. **Geoprocessamento para a análise Ambiental.** Rio de Janeiro: J. Xavier Silva, 2001.

SOUZA, M.J.N. **Bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do estado do Ceará.** In: LIMA, L.C; MORAIS, J.O; SOUZA, M.J.N. Compartimentação Territorial e Gestão Regional do Ceará. Fortaleza: FUNECE, 2000.

SOUZA, M.J.N; NETO, J.M; SANTOS, J.O; GONDIM, M.S. **Diagnóstico Geoambiental do Município de Fortaleza: subsídio ao macrozoneamento ambiental e à revisão do Plano Diretor Participativo- PDPFor**. Fortaleza: Prefeitura Municipal de Fortaleza, 2009.

SUGUIO, K.; BIGARELLA, J.J. **Ambiente fluvial**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná e Associação de Defesa e Educação Ambiental, 1979. 183p.

TRICART, Jean. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1977.

TUNDISE, José Galisia. **Águas no Século XXI: Enfrentando a Escassez**, 2ª ed. São Carlos: RIMA, 2005.

VANNUCCI, Marta. **Os Manguezais e Nós: Uma Síntese de Percepções**; versão em português Denise Navas-Pereira. 2ª ed. São Paulo: Edusp, 2002.

