



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
CURSO DE DOUTORADO EM GEOGRAFIA**



LUANA SANTOS OLIVEIRA MOTA

**AVALIAÇÃO GEOECOLÓGICA E DOS RISCOS AMBIENTAIS NA PAISAGEM
COSTEIRA DE ARACAJU/SE.**

**SÃO CRISTÓVÃO – SE
2017**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
CURSO DE DOUTORADO EM GEOGRAFIA**



LUANA SANTOS OLIVEIRA MOTA

**AVALIAÇÃO GEOECOLÓGICA E DOS RISCOS AMBIENTAIS NA PAISAGEM
COSTEIRA DE ARACAJU/SE.**

Tese de Doutorado submetida à aprovação ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Sergipe, como requisito para obtenção do grau de Doutora em Geografia. Área de concentração: Organização e Dinâmica dos Espaços Agrários e Regionais. Linha de Pesquisa: Dinâmica Ambiental.

Orientadora: Prof^ª. Dr.^ª Rosemeri Melo e Souza.

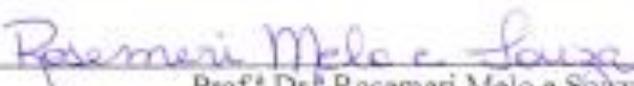
SÃO CRISTÓVÃO – SE
2017

LUANA SANTOS OLIVEIRA MOTA

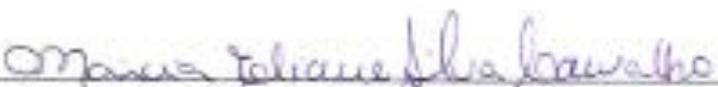
**AVALIAÇÃO GEOECOLÓGICA E DOS RISCOS AMBIENTAIS NA PAISAGEM
COSTEIRA DE ARACAJU/SE.**

Tese de Doutorado submetida à aprovação ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Sergipe, como requisito para obtenção do grau de Doutora em Geografia. Área de concentração: Organização e Dinâmica dos Espaços Agrários e Regionais. Linha de Pesquisa: Dinâmica Ambiental.

Tese de Doutorado apresentada e aprovada em 07 de abril de 2017.


Prof.ª Dr.ª Rosemeri Melo e Souza
Orientadora – Programa de Pós-graduação em Geografia/UFS


Prof.ª Dr.ª Josefa Eliane Santana de Siqueira Pinto
Membro Interno – Programa de Pós-graduação em Geografia/UFS


Prof.ª Dr.ª Márcia Eliane Silva Carvalho
Membro Externo - Departamento de Geografia/UFS


Prof.ª Dr.ª Neise Mare de Souza Alves
Membro Externo - Departamento de Geografia/UFS


Prof.ª Dr.ª Anízia Conceição de Assunção Oliveira
Membro Externo à Instituição – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia/IFBA

Cidade Universitária, Prof. José Aloísio de Campos.
São Cristóvão – SE, Abril de 2017.

Com amor e gratidão, dedico este trabalho aos meus pais, Luiz Carlos e Valci, e a minha irmã Laís, pessoas que são os pilares da minha vida e sempre estiveram ao meu lado, mesmo quando meus sonhos pareciam impossíveis.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força, paciência e por nunca ter permitido que eu me distanciasse daquilo que realmente é importante.

À Universidade Federal de Sergipe - UFS, minha segunda casa por onze anos.

À Prof.^a Dr.^a Rosemeri Melo e Souza, minha orientadora, por exercer com profissionalismo e humanidade a carreira de Professora. Sinto-me lisonjeada por ter me aceito como orientanda e me encorajado a seguir em frente, quando nem eu mesma acreditava que poderia. Serei eternamente grata! Será sempre uma inspiração.

Em especial aos meus pais, Luiz Carlos e Valci. Palavras nunca serão suficientes para agradecer o que vocês fizeram e fazem. Obrigada pelo esforço sobre-humano para possibilitar meus estudos, pela forma com a qual conduziram minha educação, pelos valores que me passaram, por toda a dedicação, pelas vezes que deixaram seus sonhos para seguir o meu, pelas ajudas diárias nos momentos mais difíceis e, principalmente, por sempre estarem comigo. Amo vocês.

Ao meu anjo mais novo, minha irmã, Laís. Não há como medir o quanto eu agradeço por você existir. Você foi a pessoa que mais estive ao meu lado nesses últimos anos, ouvindo e aconselhando, mas principalmente, se fazendo presente nos momentos em que eu mais me sentia só. Essa tese não existira sem você. Você foi a minha força. É a minha pessoa preferida no universo. Um “obrigada” jamais seria suficiente, amo você.

A Luís Abelardo, meu marido. Casamos no primeiro ano de doutorado e você resistiu a todas as intempéries, que não foram poucas, diga-se de passagem. Obrigada por ter sido meu sustentáculo, por nunca ter medido esforços para me auxiliar, por acreditar e insistir que as coisas são possíveis. Amo-te.

A todos os meus familiares, que souberam compreender a minha ausência nestes últimos anos, em especial, a minha madrinha Maria da Conceição pelos conselhos dados e, ao meu afilhado Guilherme, que apenas com lindos sorrisos ajudou-me a enfrentar esse desafio.

A Eduardo Fontes, por todo o “apoio tecnológico” e por ter sido tão solícito nos últimos anos. Pela quantidade de HDs queimados, pane no computador e tantos outros problemas nessa ordem ao longo dos últimos anos, esse trabalho não existira sem sua ajuda.

Aos meus colegas professores do Colégio Estadual Professor Abelardo Romero Dantas, pelo apoio. Aos meus queridos alunos e alunas, por cada “a senhora vai conseguir, professora”. Com vocês obtive os melhores sorrisos e os mais sábios aprendizados.

A todos os integrantes do grupo de pesquisa GEOPLAN, pelos bons momentos vividos e pela constante troca de conhecimento. Em especial a minha grande amiga Geisedrielly, parceira há mais de uma década, com quem pude dividir todas as dificuldades da vida pessoal e acadêmica; à Marília, com quem partilhei toda a angústia nesses anos relacionada à difícil missão de ser professora e estudante de doutorado; e a Felipe por toda a ajuda dada durante essa jornada.

À SONDA Engenheira pela disponibilização de recursos materiais para realização das sondagens do solo.

À secretaria, à coordenação e ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFS.

À Banca examinadora da tese, composta pelas professoras Dr.^a Josefa Eliane, Dr.^a Márcia Eliane, Dr.^a Neise Mare e Dr.^a Anízia Conceição pelo comprometimento e tempo dedicado à avaliação desta tese.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão de bolsa de doutorado.

Por fim, minha eterna gratidão a todos e a todas que acreditaram e me apoiaram em meio aos momentos mais críticos, não permitindo que eu fraquejasse. Um sincero MUITO OBRIGADA!

“Necessito do mar porque me ensina
não sei se aprendo música ou consciência
não sei se é onda só ou ser profundo
ou apenas rouca voz ou deslumbrante
suposição de peixes e navios.
O fato é que até quando adormecido
de algum modo magnético circulo
na universidade da marugem.
(...)
O que antes me ensinou resguardo! É ar,
incessante vento, água e areia (...).”

Pablo Neruda

RESUMO

A paisagem costeira constitui-se como um dos sistemas mais complexos em razão da convergência dos agentes atmosféricos, continentais e oceânicos. Sob essa composição biofísica frágil e dinâmica espacializam-se os sistemas antrópicos, manifestos nos mais diversos tipos de uso e ocupação. Associada a essa conjuntura destaca-se a paisagem costeira do município de Aracaju, litoral central e capital do estado de Sergipe, objeto de estudo da presente tese. A ocupação dessa área, intensificada no pós-década de 70, é decorrente da expansão urbana da cidade em direção à frente litorânea. Tal processo, conduzido notadamente pela ação conjunta entre capital privado e ação estatal, tem assumido contornos de um modelo predatório cuja implicação é a contínua supressão das feições naturais e interrupção das funções geoecológicas desempenhadas por estas. Diante da problemática exposta esta pesquisa teve por escopo avaliar os riscos associados à paisagem costeira do município de Aracaju alicerçada nos postulados da Geoecologia. O método adotado para compreensão do objeto de estudo foi a abordagem sistêmica, que pressupõe uma análise holística dos componentes da paisagem. A avaliação do risco englobou: a análise da ocupação da frente litorânea – responsável por evidenciar as fases, os padrões de assentamento e, sobretudo, indicar os agentes que influenciaram nesse processo; a avaliação geoecológica da paisagem – em que foram analisadas a composição, a estruturação, a evolução e a função exercida pelas unidades delimitadas (Terraço Marinho, Planície de Maré, Campo de Dunas e Ambientes de Sedimentação Recente), tal como o estado ambiental da paisagem e a vulnerabilidade biofísica das unidades; e, por fim, a delimitação das áreas de risco – mensurada a partir da interpolação dos indicadores de perigo (magnitude e suscetibilidade) e da vulnerabilidade das estruturas antrópicas. O que se conclui no âmbito desta tese é que os cenários de risco ambiental são produtos da combinação entre a elevada suscetibilidade natural das unidades geoecológicas e a redução da capacidade de resistência e resiliência dos componentes físicos diante dos perigos analisados – eventos pluviométricos intensos e erosão costeira. Esta limitação da capacidade de suporte provém de um padrão de expansão urbana que tem inviabilizado a manutenção de equilíbrio entre os elementos da paisagem. Como o próprio processo de ocupação ocorreu de forma desordenada, as estruturas antrópicas são deficitárias e não são capazes de absorver completamente os efeitos dos eventos perigosos, fato que acentua a vulnerabilidade. O resultado desta conjunção é que grande parte da área investigada está enquadrada nos graus mediano e elevado de risco, com destaque para o Terraço Marinho, principalmente quando associados aos baixios úmidos e lagoas, e os Depósitos Associados à Coalescência de Bancos Arenosos. Em uma análise dos cenários futuros, baseado na avaliação das tendências histórico-atuais, deduz-se que mediante a continuidade do processo aferido, há propensão evidente tanto da potencialização, quanto do agravamento dos cenários de risco.

Palavras-chave: Derivações Antropogênicas, Unidades Geoecológicas, Perigos Ambientais, Vulnerabilidade, Cenários.

ABSTRACT

The coastal landscape presents one of the most complex systems due to the convergence of atmospheric, continental and oceanic agents. Under this fragile and dynamic biophysical composition, anthropic systems, which are manifested in the most diverse types of use and occupation, are spatialized. Associated with such conjuncture, we highlight the coastal landscape of the municipality of Aracaju, central coast and capital of Sergipe state, which is the object of study of this thesis. The occupation of this area, intensified after the 70's, is a result of the urban expansion of the city towards the coastal front. This process has been notably led by the joint action between private capital and state action and assumed the shape of a predatory model whose implication is the continuous suppression of natural features and the interruption of geocological functions performed by them. In view of the problem that has been exposed, the scope of this research study has been to evaluate the risks associated with the coastal landscape of Aracaju, based on the postulates of Geoecology. The method adopted in order to comprehend the object of study was the systemic approach, which comprehends a holistic analysis of landscape components. The risk assessment included: the analysis of the coastal front occupation – responsible for evidencing phases, settlement patterns and, mainly, indicating the agents that have influenced this process; the geocological study of the landscape – in which we analyzed the composition, the structure, the evolution and the function exerted by the delimited units (Marine Terrace, Tidal Flat, Dune Field and Recent Sedimentation Environments), such as the environmental condition of the landscape and the biophysical vulnerability of the units; and, ultimately, the delimitation of risk areas – assessed by the interpolation of hazard indicators (magnitude and susceptibility) and by the vulnerability of anthropic structures. What has been concluded in the space of this thesis is that the environmental risk scenarios emerged from the combination of the high natural susceptibility of geocological units and the reduction of resistance and resilience of physical components in the face of the analyzed hazards – intense rainfall events and coastal erosion. This limitation of support capacity comes from a pattern of urban expansion that has not made the maintenance of balance between elements of the landscape feasible. As the occupation process itself has occurred in a disordered way, anthropic structures are deficient and unable to completely absorb the effects of hazardous events, a fact which accentuates vulnerability. The result of this conjunction is that much of the area investigated is framed in the medium and high risk degrees, with emphasis on the Marine Terrace, especially when associated with wet shoals and lagoons, and the Deposits Associated with Coalescence of Sand Banks. In an analysis of future scenarios, based on the evaluation of historical-current tendencies, it is deduced that in the face of the continuity of the assessed process, there is an evident propensity for both the increase and the aggravation of risk scenarios.

Keywords: Anthropogenic Derivations, Geocological Units, Environmental Hazard, Vulnerability, Scenarios.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| Figura 1 – Localização da área de estudo..... | 24 |
| Figura 2 – Caminho metodológico da pesquisa | 29 |
| Figura 3 – Distribuição dos pontos de coleta no bairro Coroa do Meio | 35 |
| Figura 4 – Matriz para o cálculo da vulnerabilidade biofísica | 38 |
| Figura 5 – Processos atuantes nos impactos ambientais na paisagem costeira | 40 |
| Figura 6 – Matriz de avaliação do risco para a zona costeira | 41 |
| Figura 7 – Análise dos Geossistemas | 61 |
| Figura 8 – Morfologia da costa e compartimentos da praia | 71 |
| Figura 9 – Troca bidirecional de sedimentos entre duna e praia | 74 |
| Figura 10 – Diagrama esquemático da formação dos cordões litorâneos | 78 |
| Figura 11 – Modelo de expansão da ocupação em cidades litorâneas | 81 |
| Figura 12 – Classificação dos riscos | 92 |
| Figura 13 – Relação entre os conceitos de Risco, Perigo e Desastre | 94 |
| Figura 14 – O espectro do “ <i>Hazard</i> ” | 96 |
| Figura 15 – Relação entre perigos naturais e a vulnerabilidade | 100 |
| Figura 16 – Relação entre perigo, probabilidade e risco. | 101 |
| Figura 17 – Carta Náutica de Aracaju para o ano de 1894 | 112 |
| Figura 18 – Carta Náutica de Aracaju para o ano de 1946 e 1960 | 114 |
| Figura 19 – Fases da ocupação da frente litorânea de Aracaju/SE | 116 |
| Figura 20 – Primeiros núcleos de ocupação no antigo “Povoado Atalaia Velha” | 117 |
| Figura 21 – Padrões de ocupação da cidade de Aracaju em 1984..... | 118 |
| Figura 22 – Fases de implantação do Projeto de Urbanização para Coroa do Meio | 120 |
| Figura 23 – Palafitas no bairro Coroa do Meio | 121 |
| Figura 24 – Plantas do Projeto de Reurbanização da Coroa do Meio | 123 |
| Figura 25 – Efetivação das obras de reurbanização da Coroa do Meio | 124 |
| Figura 26 – Eixos estruturantes da ocupação da Zona de Expansão de Aracaju | 126 |
| Figura 27 – Folder ilustrativo da propaganda da construção da rodovia José Sarney | 127 |
| Figura 28 – Evolução da verticalização na frente litorânea de Aracaju/SE | 128 |
| Figura 29 – Evolução da ocupação da paisagem costeira de Aracaju/SE | 131 |
| Figura 30 – Padrões de ocupação na paisagem costeira de Aracaju | 134 |
| Figura 31 – Modelos de loteamento estabelecidos para os bairros Coroa do Meio e Zona de Expansão | 136 |

| | |
|--|-----|
| Figura 32 – Alagamentos na Zona de Expansão de Aracaju | 138 |
| Figura 33 – Déficit de infraestrutura urbana na Zona de Expansão de Aracaju | 143 |
| Figura 34 – Constituição da paisagem investigada | 146 |
| Figura 35 – Mapa geológico de área de estudo | 148 |
| Figura 36 – Mapa geomorfológico de área de estudo | 149 |
| Figura 37 – Mapa de solos da área de estudo..... | 152 |
| Figura 38 – Modelos conceituais de evolução das desembocaduras associados ao <i>bypassing</i> de sedimentos..... | 155 |
| Figura 39 – Evolução da desembocadura do rio Sergipe entre 1823 e 1946..... | 158 |
| Figura 40 – Evolução da desembocadura do rio Sergipe comparado ao modelo “Quebra do Delta de Maré-Vazante”..... | 159 |
| Figura 41 – Configuração da Coroa do Meio em 1978..... | 161 |
| Figura 42 – Configuração atual da desembocadura do rio Sergipe | 163 |
| Figura 43 – Evolução da desembocadura do rio Vaza-Barris entre 1868 e 2013 | 164 |
| Figura 44 – Evolução da desembocadura do rio Vaza-Barris comparado ao modelo “spit plataforma beaching”..... | 165 |
| Figura 45 – Tipos de vegetação da área de estudo | 166 |
| Figura 46 – Unidades Geoecológicas da Paisagem Costeira em 1965..... | 170 |
| Figura 47 – Unidades Geoecológicas da Paisagem Costeira em 1986..... | 172 |
| Figura 48 – Unidades Geoecológicas da Paisagem Costeira em 2014 | 174 |
| Figura 49 – Perfis verticais das unidades geoecológicas de paisagem | 180 |
| Figura 50 – Subunidades do Terraço Marinho | 183 |
| Figura 51 – Baixios úmidos associados a períodos chuvosos e secos | 184 |
| Figura 52 – Evolução Paleogeográfica Quaternária da costa de Sergipe com ênfase para a costa de Aracaju | 186 |
| Figura 53 – Alteração das feições naturais na frente litorânea de Aracaju | 188 |
| Figura 54 – Unidade Geoecológica do Campo de Dunas | 189 |
| Figura 55 – Aspectos gerais das subunidades do Campo de Dunas | 191 |
| Figura 56 – Dunas associadas aos cordões litorâneos | 192 |
| Figura 57 – Intervenção antrópica no Campo de Dunas | 193 |
| Figura 58 – Subunidades da Planície de Maré | 195 |
| Figura 59 – Evolução da Planície de Maré associada a margem direita da desembocadura do rio Sergipe entre 1965 e 2014..... | 196 |

| | |
|--|-----|
| Figura 60 – Evolução da Planície de Maré associada à margem esquerda da desembocadura do rio Vaza-Barris | 197 |
| Figura 61 – Proposta de classificação genética integrada de tipos de superfície tecnogênica..... | 200 |
| Figura 62 – Aterro da Planície de Maré no bairro Coroa do Meio | 201 |
| Figura 63 – Caracterização dos Depósitos Tecnogênicos do bairro Coroa do Meio | 204 |
| Figura 64 – Processos tecnogênicos no bairro Coroa do Meio | 205 |
| Figura 65 – Unidade dos Ambientes de Sedimentação Recente (Holoceno Tardio) | 207 |
| Figura 66 – Evolução do Pontal Arenoso na margem esquerda da desembocadura do rio Vaza-Barris..... | 209 |
| Figura 67 – Variações no delta de maré-vazante e crescimento do pontal arenoso entre 1984 e 2002 | 210 |
| Figura 68 - Posicionamento dos bancos arenosos na desembocadura do rio Vaza-Barris entre 1965 e 2014 | 212 |
| Figura 69 – Conflitos ambientais e processos atuantes por Unidade Geoecológica | 215 |
| Figura 70 – Vulnerabilidade biofísica a partir da perspectiva Geoecológica | 217 |
| Figura 71 – Perfil biofísico da paisagem costeira de Aracaju | 218 |
| Figura 72 – Vulnerabilidade biofísica das unidades geoecológicas da Paisagem Costeira de Aracaju/SE | 224 |
| Figura 73 – Unidades geoecológicas sob pressão antropogênica | 227 |
| Figura 74 – Variações no posicionamento da linha de costa entre os anos de 1965 e 2014 .. | 233 |
| Figura 75 – Avanço da linha de costa na praia de Atalaia/Aracaju-SE | 234 |
| Figura 76 - Intervenções antrópicas na linha de costa nas adjacências da desembocadura do rio Sergipe | 235 |
| Figura 77 – Caracterização das praias de Aracaju/SE a partir dos geoindicadores da linha de costa | 238 |
| Figura 78 – Evidências de progradação/erosão no setor I | 239 |
| Figura 79 – Geoindicadores de tendência à estabilidade no Setor II | 240 |
| Figura 80 – Geoindicadores de tendência à erosão no Setor III | 241 |
| Figura 81 – Geoindicadores de tendência à erosão no Setor III (pontal arenoso)..... | 241 |
| Figura 82 – Presença das dunas frontais na área de estudo | 243 |
| Figura 83 – Relação entre dunas frontais e erosão costeira | 244 |
| Figura 84 – Suscetibilidade à erosão costeira da frente litorânea de Aracaju/SE | 246 |
| Figura 85 – Erosão e recuperação da praia da Atalaia, Aracaju/SE | 248 |

| | |
|--|-----|
| Figura 86 – Topografia e direção do fluxo do escoamento da planície costeira de Aracaju/SE..... | 254 |
| Figura 87 – Suscetibilidade a alagamentos da planície costeira de Aracaju/SE | 258 |
| Figura 88 – Vulnerabilidade das ocupações à erosão costeira em Aracaju/SE | 262 |
| Figura 89 – Rede de macrodrenagem e proposta de construção de novos canais para Aracaju/SE | 266 |
| Figura 90 – Delimitação das áreas de risco para a planície costeira de Aracaju | 269 |
| Figura 91 – Riscos associados à erosão costeira para Aracaju/SE | 272 |
| Figura 92 – Delimitação das áreas de risco a alagamentos para a planície costeira de Aracaju/SE | 275 |
| Figura 93 – Relação entre o Estado do Sistema e o Risco | 278 |
| Figura 94 – Cenários de riscos/danos para a planície costeira de Aracaju | 282 |
| Figura 95 – Fatos históricos influentes na construção do cenário atual da planície costeira de Aracaju | 287 |
| Figura 96 – Cenário atual da planície costeira de Aracaju | 289 |
| Figura 97 – Cenário futuro tendencial I para a paisagem costeira de Aracaju/SE | 293 |
| Figura 98 – Cenário previsto pelo projeto urbanístico para Zona de Expansão de Aracaju .. | 295 |
| Figura 99 – Eixos do projeto urbanístico para Zona de Expansão de Aracaju | 296 |
| Figura 100 – Intervenções prevista para Zona de Expansão | 299 |
| Figura 101 – Cenário recomendado para planície costeira de Aracaju | 305 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|-----|
| Tabela 1 – Mensuração da vulnerabilidade biofísica | 37 |
| Tabela 2 – Mensuração da suscetibilidade à erosão costeira | 44 |
| Tabela 3 – Indicadores para mensuração da suscetibilidade a alagamentos | 46 |
| Tabela 4 – Mensuração da vulnerabilidade das ocupações à erosão costeira | 47 |
| Tabela 5 – Mensuração da vulnerabilidade a eventos perigosos | 48 |
| Tabela 6 – Mensuração do risco associado à erosão costeira e aos alagamentos | 50 |
| Tabela 7 – Evolução da população nos bairros costeiros de Aracaju entre os anos de 2000 e 2010..... | 132 |
| Tabela 8 – Identificação dos meses secos de Aracaju/SE | 151 |
| Tabela 9 – Área das Unidades Geocológicas da Paisagem Costeira em 1965 | 171 |
| Tabela 10 – Área das Unidades Geocológicas da Paisagem Costeira em 1986 | 173 |
| Tabela 11 – Área das Unidades Geocológicas da Paisagem Costeira em 2014 | 175 |
| Tabela 12 – Valores de vulnerabilidade para o fator vegetação | 220 |
| Tabela 13 – Valores de vulnerabilidade para o fator geologia | 221 |
| Tabela 14 – Valores de vulnerabilidade para o fator geomorfologia | 222 |
| Tabela 15 – Valores da vulnerabilidade biofísica das unidades Geocológicas | 223 |
| Tabela 16 – Mensuração da suscetibilidade à erosão costeira | 245 |
| Tabela 17 – Suscetibilidade a alagamentos relacionada à pedologia | 251 |
| Tabela 18 – Suscetibilidade a alagamentos relacionada à geomorfologia | 253 |
| Tabela 19 – Suscetibilidade a alagamentos relacionada à cobertura do solo | 256 |
| Tabela 20 – Mensuração da suscetibilidade a alagamentos | 257 |
| Tabela 21 - Mensuração da vulnerabilidade das ocupações à erosão costeira em Aracaju/SE..... | 261 |
| Tabela 22 – Vulnerabilidade a alagamentos dos bairros costeiros de Aracaju/SE | 267 |
| Tabela 23 – Mensuração do risco associado à erosão costeira para Aracaju/SE | 271 |
| Tabela 24 – Mensuração do risco a alagamentos para Aracaju/SE | 274 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|-----|
| Quadro 1 - Estruturação da tese | 25 |
| Quadro 2 - Dados cartográficos utilizados na pesquisa | 30 |
| Quadro 3 - Parâmetros para delimitação das unidades geológicas | 33 |
| Quadro 4 - Características analisadas para avaliar a vulnerabilidade biofísica das unidades geológicas | 37 |
| Quadro 5 - Composição dos cenários futuros..... | 51 |
| Quadro 6 - Causas e fatores naturais associados às variações na linha de costa | 72 |
| Quadro 7 - Classificação das Dunas | 74 |
| Quadro 8 - Conceitos para Risco | 90 |
| Quadro 9 - A evolução do paradigma dos perigos ambientais | 97 |
| Quadro 10 - Fórmulas para o cálculo do risco | 106 |
| Quadro 11 - Estado ambiental das unidades geológicas da paisagem costeira de Aracaju/SE | 214 |
| Quadro 12 - Avaliação qualitativa dos riscos ambientais da paisagem costeira de Aracaju/SE..... | 277 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|--|-----|
| Gráfico 1 - Evolução da intervenção antrópica entre 1971 e 2014 | 132 |
| Gráfico 2 - Climograma do município de Aracaju/SE | 150 |
| Gráfico 3 - Evolução das unidades Geoecológicas entre 1965 e 2014 | 176 |
| Gráfico 4 - Estrutura espacial da paisagem costeira de Aracaju | 177 |
| Gráfico 5 - Intervenção Antrópica nas Unidades Geoecológicas da Paisagem Costeira de Aracaju/SE em 2014 | 178 |
| Gráfico 6 - Precipitação média mensal do município de Aracaju/SE entre 1961 e 2015 | 250 |
| Gráfico 7 - Rendimento mensal médio familiar dos bairros costeiros de Aracaju/SE | 264 |
| Gráfico 8 - Tipo de esgotamento dos bairros costeiros de Aracaju/SE | 267 |
| Gráfico 9 - Evolução e projeção de população e da área ocupada para planície costeira de Aracaju entre 1965 e 2050 | 290 |

LISTA DE SIGLAS

| | |
|-----------|--|
| ADEMA | Administração Estadual de Meio Ambiente |
| ANA | Agência Nacional de Águas |
| BID | Banco Interamericano de Desenvolvimento |
| CECMA | Conselho Estadual do Meio Ambiente |
| CEF | Caixa Econômica Federal |
| CPRM | Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais |
| CPTEC | Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos |
| DESO | Companhia de Saneamento do Estado de Sergipe |
| DHN | Diretoria de Hidrografia e Navegação |
| DNIT | Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte |
| EMBRAPA | Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária |
| EMURB | Empresa Municipal de Obras e Urbanização |
| EPA | Environmental Protection Agency |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| INCRA | Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária |
| INMET | Instituto Nacional de Meteorologia |
| INPE | Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais |
| IPH | Instituto de pesquisas hidráulicas |
| ITPS | Instituto de Tecnologia e Pesquisas do Estado de Sergipe |
| MPE | Ministério Público do Estado de Sergipe |
| MPF | Ministério Público Federal |
| OAB | Ordem dos Advogados do Brasil |
| PDDU | Plano Diretor de Desenvolvimento Urbanístico (PDDU) |
| PETROBRAS | Petróleo Brasileiro S.A |
| PMA | Prefeitura Municipal de Aracaju |
| PNGC | Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro |
| PRODETUR | Programa de Desenvolvimento do Turismo no Nordeste |
| SEMARH | Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos de Sergipe |
| SEPLAG | Secretaria de Planejamento Orçamento e Gestão |
| SPU | Secretária de Patrimônio da União |
| UNDP | United Nations Development Programme |
| UNDRO | United Nations Disaster Relief Organization |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----|
| INTRODUÇÃO | 21 |
| OBJETIVO GERAL E ESPECÍFICOS | 26 |
| HIPÓTESE | 26 |
| O DELINEAMENTO METODOLÓGICO DA PESQUISA..... | 27 |
| | |
| CAPÍTULO I | |
| GEOECOLOGIA E A PAISAGEM COSTEIRA: DIMENSÕES CONCEITUAIS, HISTÓRICO-ANALÍTICAS E METODOLÓGICAS | 52 |
| 1.1. Paisagem: categoria de análise para os estudos geográficos | 53 |
| 1.2. Análise sistêmica e os estudos da paisagem..... | 57 |
| 1.3. O Estudo dos Geossistemas | 59 |
| 1.3.1. A Análise Geossistêmica no Brasil | 62 |
| 1.4. Da ecologia da paisagem à geoeologia: fundamentos teórico-metodológicos ... | 64 |
| 1.4.1. Enfoques analíticos da Geoeologia da Paisagem..... | 65 |
| 1.4.2. Cartografia Geoeológica: forma, função e processos nos mapas | 58 |
| 1.5. O sistema costeiro: a dinâmica biofísica e antrópica da paisagem | 70 |
| 1.5.1. O ambiente praias | 70 |
| 1.5.2. Dunas costeiras | 72 |
| 1.5.3. A planície de maré e seus subambientes | 75 |
| 1.5.4. Terraços marinhos e cordões litorâneos | 77 |
| 1.5.5. Derivações Antropogênicas da Paisagem Costeira | 79 |
| | |
| CAPÍTULO II | |
| RISCOS: PRODUÇÃO, CONCEITUALIZAÇÃO E TIPOLOGIAS | 83 |
| 2.1. Historicidade e a produção do risco | 84 |
| 2.2. Risco: Conceitualização e tipologias | 87 |
| 2.3. Perigo (<i>hazard</i>): componente no estudo do risco | 92 |
| 2.4. Vulnerabilidade: a outra face do estudo do risco | 102 |
| 2.5. A quantificação do risco | 105 |

CAPÍTULO III

| | |
|---|-----|
| PROCESSO DE OCUPAÇÃO DA FRENTE LITORÂNEA DE ARACAJU: CARACTERÍSTICAS E CONFLITOS | 109 |
| 3.1. Aracaju no contexto nordestino | 110 |
| 3.2. Evolução e fases da ocupação da frente litorânea de Aracaju | 112 |
| 3.3. Formas de ocupação da paisagem costeira | 132 |
| 3.4. Legislação urbanística e entraves da ocupação | 136 |

CAPÍTULO IV

| | |
|--|-----|
| A ANÁLISE INTEGRADA DA PAISAGEM COSTEIRA DE ARACAJU SOB O PRISMA DA GEOECOLOGIA | 146 |
| 4.1. Fatores geocológicos de formação da paisagem | 147 |
| 4.1.1. Fatores Geológicos e Geomorfológicos | 147 |
| 4.1.2. Fatores Climáticos | 149 |
| 4.1.3. Fatores Pedológicos | 151 |
| 4.1.4. Fatores Hidro-Oceanográficos | 153 |
| 4.1.5. Fatores Bióticos | 164 |
| 4.2. Delimitação das unidades geocológicas e o enfoque dinâmico-evolutivo da paisagem. | 166 |

CAPÍTULO V

| | |
|--|-----|
| UNIDADES GEOECOLÓGICAS DA PAISAGEM COSTEIRA DE ARACAJU: ENFOQUES ANALÍTICOS, ESTADO AMBIENTAL E A VULNERABILIDADE BIOFÍSICA | 182 |
| 5.1. Enfoque funcional e estrutural das unidades geocológicas | 182 |
| 5.1.1. Unidade Geocológica do Terraço Marinho | 182 |
| 5.1.2. Unidade Geocológica do Campo de Dunas | 188 |
| 5.1.3. Unidade Geocológica da Planície de Maré | 193 |
| 5.1.3.1. Depósitos Tecnogênicos: derivações antrópicas da paisagem..... | 198 |
| 5.1.4. Unidade Geocológica dos Ambientes de Sedimentação Recente (Holoceno Tardio) | 206 |
| 5.2. Processos geocológicos derivativos e o estado ambiental da paisagem | 213 |
| 5.3. Vulnerabilidade biofísica das unidades geocológicas | 216 |

CAPÍTULO VI

| | |
|---|-----|
| AVALIAÇÃO DO RISCO PARA A PAISAGEM COSTEIRA DE ARACAJU/SE | 229 |
| 6.1. Os perigos associados à planície costeira de Aracaju | 229 |
| 6.1.1. Probabilidade de ocorrência, intensidade e suscetibilidade à erosão costeira | 229 |
| 6.1.1.1. Os geoindicadores e a avaliação da suscetibilidade à erosão costeira | 232 |
| 6.1.2. Probabilidade de ocorrência, intensidade e suscetibilidade a alagamentos. | 249 |
| 6.2. Vulnerabilidade a eventos perigosos na planície costeira de Aracaju | 259 |
| 6.2.1. Vulnerabilidade das ocupações à erosão costeira | 260 |
| 6.2.2. Vulnerabilidade a alagamentos dos bairros costeiros de Aracaju/SE .. | 263 |
| 6.3. Delimitação das áreas de risco para a planície costeira de Aracaju/SE | 268 |
| 6.4. A produção dos cenários de riscos ambientais da planície costeira de Aracaju .. | 278 |

CAPÍTULO VII

| | |
|---|-----|
| CENÁRIOS FUTUROS PARA A PLANÍCIE COSTEIRA DE ARACAJU E A POTENCIALIZAÇÃO DOS RISCOS | 285 |
| 7.1. Constituição do cenário atual | 286 |
| 7.2. Cenário futuro tendencial I - continuidade das tendências atuais | 290 |
| 7.3. Cenário futuro tendencial II (relacionado à Zona de Expansão) – concretização do projeto urbanístico | 294 |
| 7.4. Cenário recomendado - projeto urbanístico com respeito à composição biofísica da paisagem | 302 |
| CONCLUSÕES | 308 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 313 |
| APÊNDICE | 330 |



INTRODUÇÃO

A concretude das ações humanas no espaço revela-se na paisagem, categoria de análise geográfica cujo escopo transpõe a simples descrição da estruturação de um conjunto de objetos e formas naturais. Ao investigar uma paisagem vislumbra-se temporalidades distintas – o tempo da ação humana e o tempo da natureza, que se entrelaçam e dão origem a um sistema complexo.

Nessa concepção, a paisagem funciona como um espelho que reflete o presente, através da materialidade dos elementos, orientado para o passado, já que o cenário atual é, na verdade, uma sucessão de estados. Assim, a essência da análise da paisagem geográfica está propriamente no desvelamento dos diversos agentes que desencadeiam o seu processo evolutivo, sejam eles naturais ou antrópicos. Portanto, apesar de estática do ponto de vista do observador, o movimento e a dinamicidade são inerentes à paisagem.

As intensas transformações guiadas pelo componente antrópico nos sistemas nesses últimos séculos obstaculizam a manutenção de uma situação de equilíbrio, o que tem acarretado uma miríade de impactos nas mais diversas escalas.

Em uma análise elementar dessa relação, considerando que o planeta terra tem aproximadamente 4,6 bilhões de anos e a presença humana cerca de 195.000 mil, a atuação do agente antrópico perfaz apenas 0,004% da história terrestre. Levando em consideração que a intervenção efetiva, capaz de engendrar grandes mudanças, deu-se apenas na era moderna devido à ascensão do capitalismo, com ênfase para o pós-revolução industrial, esse período é reduzido a cerca de 500 anos, o que representa 0,00001% da idade terrestre.

Uma presença que se aparenta irrelevante sob o prisma da dimensão temporal da terra não o é na dimensão espacial. Cinco séculos foram o bastante para que o agente humano promovesse mudanças consideráveis, algumas irreversíveis, na superfície, na subsuperfície e na atmosfera terrestre. Ainda que os sistemas naturais possuam regras que ultrapassam a capacidade humana de influência, a exemplo dos agentes internos/estruturantes do relevo, a alteração do equilíbrio dos sistemas naturais é manifesta principalmente na meso e micro escala.

É desse contexto que emerge o tema central da presente pesquisa – o risco. Partindo da lógica sistêmica, que constitui o método que norteou a tese, apreende-se que determinados cenários de riscos são resultantes da ruptura de uma situação de equilíbrio. Como este é entendido no âmago da relação entre o meio físico e antrópico, optou-se, em função do conjunto de procedimentos oferecidos, pela Geocologia como sustentáculo para sua avaliação e mensuração. A esta cabe a interpretação da paisagem em suas dimensões

horizontal e vertical, propiciando o entendimento do arranjo estrutural e funcional, a qual dentre tantos desígnios, auxilia na determinação do estado ambiental da paisagem.

O emprego dos pressupostos até aqui apresentados estendeu-se à paisagem costeira, elegida por se caracterizar como um dos ambientes mais dinâmicos da terra e que concentra grande parte da população mundial. As dinâmicas associadas a essa paisagem perpassam pelos elementos físicos que a constituem e modelam - a ação das ondas, das correntes costeiras, marés e ventos; e pelos socioeconômicos, que despontam nos mais diversos usos.

Em razão da crescente ocupação da faixa litorânea, fruto da grande valorização e exploração imobiliária da orla marítima, ampla parte da paisagem costeira brasileira apresenta alto grau de derivação antropogênica. Por essa razão é um ambiente que se encontra em constante modificação, seja pela atuação dos agentes naturais que lhe conferem grande dinamicidade, seja pelas demandas socioeconômicas que imprimem na paisagem um traçado que por vezes não coincide sua estruturação natural, situação esta que tem potencializado sobremaneira os cenários de risco.

Toda essa conjuntura vem sendo observada no litoral sergipano, em especial na cidade de Aracaju, litoral central do estado. O município tem sido alvo de intensa especulação imobiliária, fato que está provocando um reordenamento da ocupação da frente litorânea associado a grandes transformações nas estruturas naturais.

Essa problemática motivou a escolha do objeto de estudo da presente tese - a paisagem costeira do referido município. Este é delimitado a Norte pela desembocadura do rio Sergipe, a Sul pela desembocadura do rio Vaza-Barris, a Oeste pelo oceano atlântico e a Leste pelo bairro e canal Santa Maria (Figura 1).

Aracaju possui uma população estimada de 641.523 habitantes (IBGE, 2015), uma área de 181.857 km² e encontra-se dividido em 40 bairros. Dentro das demarcações estabelecidas pelo Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro – PNGC, e pelas características biofísicas visualizadas, todo o município está associado ao que se entende por paisagem costeira. No entanto, para os fins objetivos desta tese, o recorte realizado abrangeu os bairros localizados defronte ao mar: Coroa do Meio, Atalaia e Zona de Expansão.

O município em estudo não possuía ocupação efetiva na orla costeira até meados da década de 1960. Nesse período, a maior concentração populacional se encontrava na região estuarina do Rio Sergipe. O processo de ocupação começou a ser guiado para a frente litorânea na história recente de Aracaju, em direção inicialmente aos bairros de Atalaia e Coroa do Meio, este originário da anexação de bancos arenosos à costa. Após a fixação de aparatos urbanísticos e da população nessas localidades, inaugurou-se nova fase de ocupação

reconduzida para o restante da costa aracajuana – a Zona de Expansão, que permaneceu praticamente inabitada até a década de 1980.

Todo o processo descrito foi orientado pela ação conjunta entre poder público e privado, cujas ações foram pautadas na crescente valorização do solo nos bairros costeiros e na exploração dos seus valores paisagísticos. A julgar pelo intenso processo de ocupação e pelos impactos já causados, evidencia-se a preocupação com a capacidade do ambiente costeiro em suportar tal intervenção sem ter todas as suas características suprimidas.

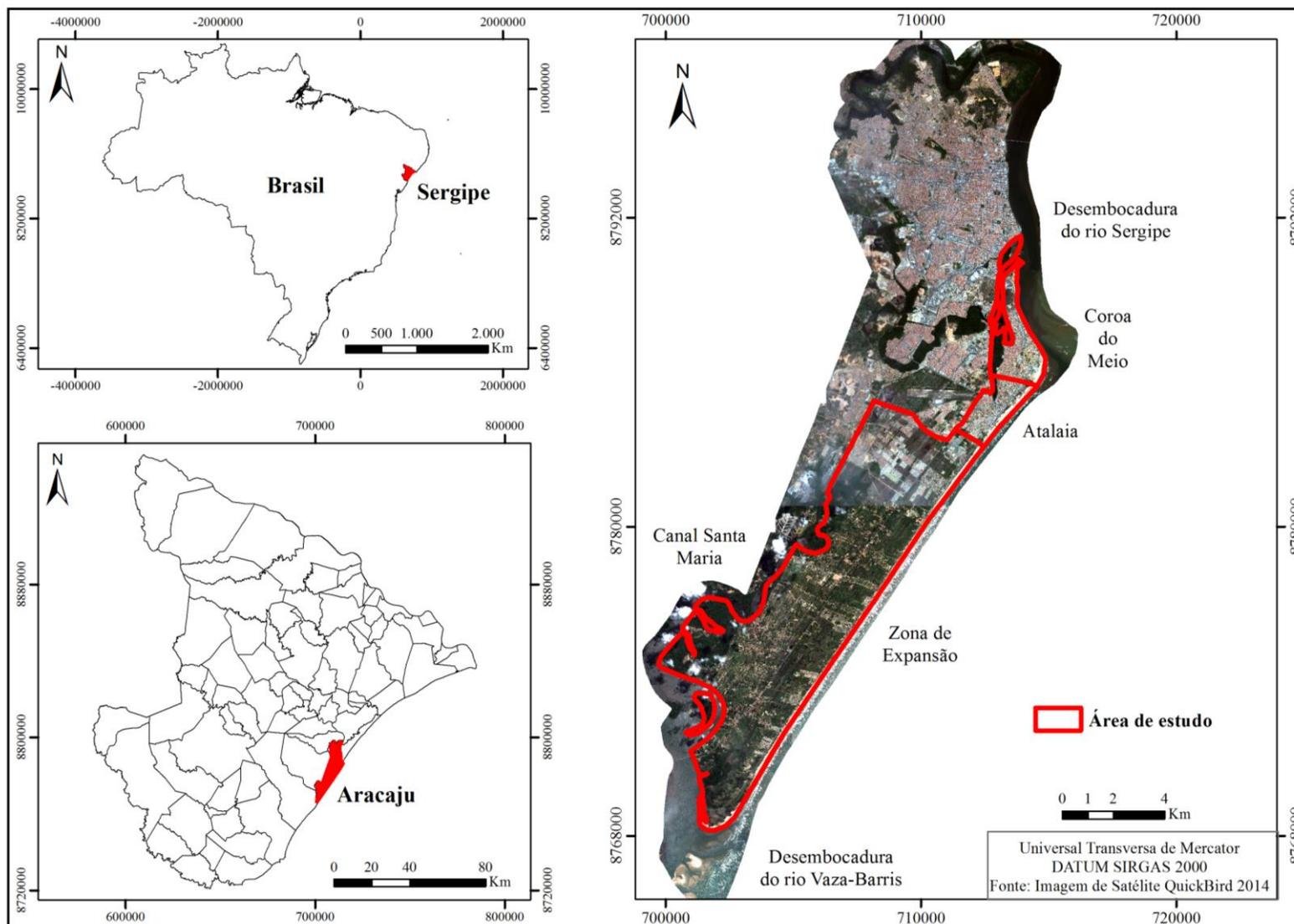
Quanto à composição biofísica, a paisagem costeira de Aracaju é composta por feições geomorfológicas extremamente frágeis, a exemplo do terraço marinho, dos cordões litorâneos, das dunas, dos manguezais e das lagoas. Acrescenta-se ainda a este ambiente a dinâmica das desembocaduras do rio Sergipe e Vaza-Barris, localizadas ao Norte e ao Sul do município, respectivamente. A análise da dinâmica fluviomarinha é de fundamental importância, pois são inúmeros os processos a que estão sujeitas as áreas contíguas às margens fluviais.

É sobre essa base biofísica, cuja análise geoecológica revela fragilidade e elevada variabilidade natural, que está ocorrendo o contínuo aumento populacional. Por conseguinte, esse complexo conjunto de inter-relações entre meio biofísico e as derivações antropogênicas tem alargado consideravelmente os riscos, estes associados à ocupação desmedida e não planejada de grande parte das unidades naturais do ambiente costeiro aracajuano. Para além desse diagnóstico, há o prognóstico para os cenários futuros os quais apontam para a continuidade da tendência estabelecida nos dias atuais.

O panorama descrito despertou os seguintes questionamentos, que nortearam a elaboração da tese:

- Quais foram os fatores naturais responsáveis pela composição da paisagem investigada?
- Quais são as unidades geoecológicas presentes na área de estudo? Como se deu o processo evolutivo nas últimas décadas? Como elas estão estruturadas? Quais as funções desempenhadas? Como a ocupação está espacializada? Quais as unidades geoecológicas mais impactadas pela intervenção antrópica?
- Qual a vulnerabilidade biofísica das unidades geoecológicas diante da intervenção antrópica?

Figura 1 – Localização da área de estudo.



Fonte: Elaboração da Autora.

- Quais os perigos associados à paisagem costeira?
- Qual a vulnerabilidade das ocupações em face dos perigos elencados?
- Quais os riscos associados à ocupação quando confrontados com os indicadores de perigo e vulnerabilidade?
- Quais os cenários futuros para a paisagem costeira do município estudado?

Respalda em nesses questionamentos, a tese foi estruturada em sete capítulos cujos objetivos estão expostos no quadro 1.

Quadro 1 – Estruturação da tese.

| Capítulos | Objetivos |
|---------------------|--|
| Capítulo I | Traz uma discussão inicial em torno da paisagem, com ênfase para a conceitualização, o estabelecimento do conceito dentro da ciência geográfica e os pressupostos teórico-metodológicos de análise. Dentre estes, destaque especial foi dado à Geoecologia e aos enfoques analíticos da paisagem. Por fim é discorrido sobre a estruturação da paisagem costeira, objeto de estudo da presente tese, alicerçado nos seus componentes físicos e antrópicos. |
| Capítulo II | Apresenta em sua tessitura uma análise holística sobre a produção do risco perante diferentes perspectivas, assentado na sistematização das principais definições e metodologias de avaliação. Enquanto componentes do estudo do risco, enfatizou-se o perigo (<i>hazard</i>) e a vulnerabilidade. |
| Capítulo III | Remete ao processo de ocupação da frente litorânea de Aracaju, com o propósito de destacar os principais fatos históricos, as fases que compuseram o processo evolutivo da ocupação, os principais padrões de assentamento e os conflitos resultantes deste processo. Além disso, é trazido um debate sobre a legislação que regulamenta a ocupação do município. |
| Capítulo IV | Retoma a discussão da Geoecologia das Paisagem cujos fundamentos foram aplicados à área investigada. Inicialmente são destacados os fatores responsáveis pela formação da paisagem, a partir dos quais encaminhou-se à análise das dimensões horizontal e vertical da paisagem, alicerçada na delimitação das unidades geoecológicas. |
| Capítulo V | Encarrega-se de delinear os principais atributos das unidades geoecológicas delimitadas, assentados nos enfoques analíticos da paisagem. As propriedades observadas permitiram a avaliação dos graus de vulnerabilidade biofísica das unidades e a determinação do estado da paisagem. |
| Capítulo VI | Incumbe-se de mensurar os riscos associados à ocupação para planície costeira de Aracaju, com base nos indicadores de perigo (probabilidade/magnitude/suscetibilidade) e vulnerabilidade. Respalda na delimitação das áreas de risco, o capítulo é finalizado com a análise dos agentes produtores dos cenários de risco para a área estudada. |
| Capítulo VII | Ao último capítulo da tese compete a construção de cenários futuros para a planície costeira de Aracaju, mediante as tendências históricas, atuais e os atores envolvidos, com objetivo central de vislumbrar os possíveis cenários de risco mediante a concretização das tendências avaliadas. |

Fonte: Elaboração da autora.

OBJETIVO GERAL E ESPECÍFICOS

▪ Objetivo geral

A tese tem por escopo analisar a paisagem costeira do município de Aracaju/SE sob a ótica da Geoecologia, visando à avaliação dos riscos associados ao atual e futuro cenários de ocupação.

▪ Objetivos específicos

- Caracterizar o processo de ocupação da frente litorânea de Aracaju a partir da delimitação histórica das fases, classificação dos padrões de assentamento e avaliação dos principais conflitos;
- Realizar estudo geocológico da paisagem costeira assentado na delimitação das unidades e subunidades, com ênfase para os enfoques funcional, estrutural, antropogênico e dinâmico-evolutivo;
- Determinar os índices de vulnerabilidade biofísica das unidades geocológicas e o estado ambiental da paisagem em face das derivações antropogênicas;
- Avaliar os riscos associados à ocupação com fundamento nos indicadores de perigo e vulnerabilidade;
- Construir cenários futuros para a planície costeira de Aracaju em face da tendência histórica e atual, com destaque para os atores envolvidos.

HIPÓTESE

A produção do risco na paisagem costeira está associada à desregulação do sistema decorrente das derivações antropogênicas. Os atores envolvidos nesse processo engendram diferentes cenários de uso e ocupação, predominantemente associados a um modelo exploratório da paisagem, tendo em vista os recursos e atrativos pertencentes ao ambiente costeiro.

O contínuo esforço antrópico imposto a uma paisagem que se apresenta como a mais dinâmica e frágil resulta em alterações nas suas dimensões vertical e horizontal, com ênfase para esta por efeito da supressão das unidades. Como consequência manifesta, tem-se a

ruptura da estruturação da paisagem cujo principal óbice é o decaimento do potencial de resistência e resiliência das unidades naturais frente a determinados perigos e, conseqüentemente, variação da capacidade de suporte e do estado ambiental.

Assim, o risco deve ser vislumbrado numa lógica sistêmica que perpassa pela compreensão dos componentes biofísicos, os quais darão respaldo à avaliação do perigo e suscetibilidade, bem como do meio antrópico, de onde se extrai a vulnerabilidade. É na intersecção dessas variáveis, quando o meio físico e/ou antrópico encontram-se em dissonância no arranjo estrutural do sistema, que o risco se revela.

O DELINEAMENTO METODOLÓGICO DA PESQUISA

O desenvolvimento inicial do presente trabalho foi alicerçado na escolha do método e na definição da categoria de análise, sequenciados da elaboração da proposta metodológica, delimitação da base teórica e estabelecimento dos procedimentos metodológicos. Com a pretensão de ilustrar o esboço metodológico da pesquisa, estão expostos na figura 2 os caminhos seguidos ao longo da construção da tese.

A princípio é evidenciado o método de análise que deu suporte a esta pesquisa – a Análise Sistêmica. O principal pressuposto do método adotado, quando associado a estudos de cunho ambiental, é a visão integrada dos componentes de um sistema. Como destaca Tricart (1976, p.19), a análise sistêmica “é o melhor instrumento lógico de que dispomos para estudar os problemas do meio ambiente [...], pois permite adotar uma atitude dialética entre a necessidade de análise [...] e a necessidade, contrária, de uma visão de conjunto, capaz de ensejar uma atuação eficaz sobre esse meio ambiente”. De tal modo, cabe ao pesquisador avaliar as partes que compõe um sistema, sem perder de vista a interpretação do todo.

Em se tratando dos estudos ambientais, o referido método reveste-se de importância ao proporcionar uma avaliação conjunta, nas mais diversas escalas, entre o componente antrópico e o biofísico de um dado sistema, atentando-se, primordialmente, ao estabelecimento de situações de equilíbrio/desequilíbrio fruto da interação entre os elementos constituintes.

A categoria de análise dentro da Ciência Geográfica que melhor contempla o método escolhido, dentro das propostas elencadas para o presente trabalho, é a paisagem. Como esta se apresenta como o resultado material da junção entre o meio natural e o meio antrópico (BERTRAND, 1972; BOLOS, 1992; INGEGNOLI, 2002; RODRIGUEZ, *et al* 2004,

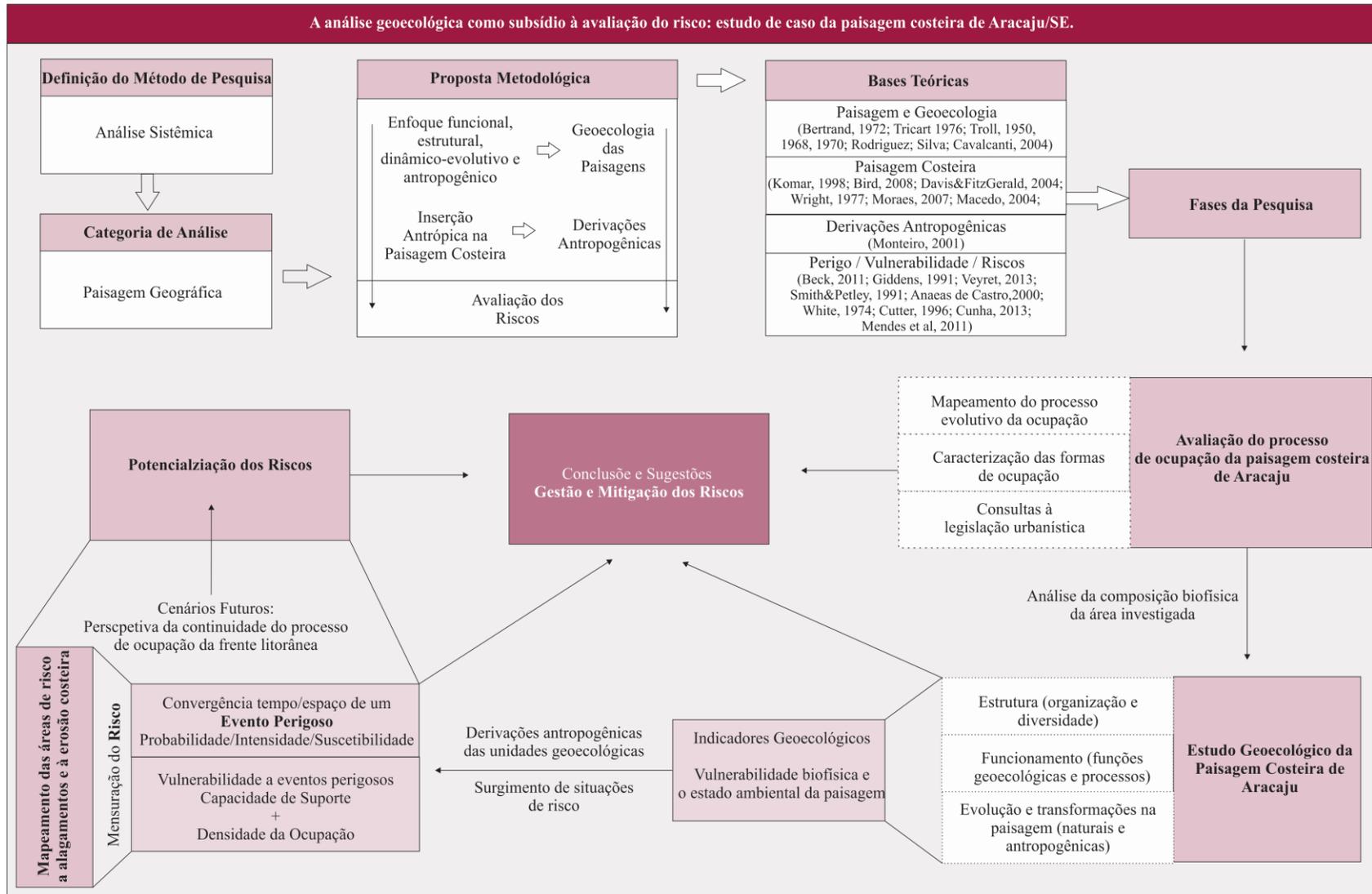
TRICART, 1976), é o conceito que mais se aproxima da concepção sistêmica haja vista primar não só pela análise integrada, mas também pela inter-relação entre seus componentes.

Ato contínuo à definição do método e categoria analítica, foi delimitada a proposta metodológica da pesquisa. Esta consiste no emprego da Geoecologia das Paisagens enquanto sustentáculo para a avaliação do risco. A apreensão da paisagem nas suas dimensões vertical, horizontal e temporal, proporcionado pela geoecologia, permite a compreensão do complexo mosaico originado pela relação entre dinâmica natural e antrópica na paisagem costeira. Parte-se do pressuposto básico de que o surgimento de um cenário de risco está relacionado a alterações na capacidade de resistência e resiliência das unidades, fruto das derivações antropogênicas da paisagem.

Para a operacionalização das fases de pesquisa propostas optou-se por apontar os procedimentos metodológicos utilizados a partir dos objetivos delimitados. Ressalta-se que em todos os objetivos está contida a etapa do levantamento bibliográfico, o qual permeará todas as fases da pesquisa.

Para a pesquisa foram considerados trabalhos científicos que compreendem a temática e a área estudada. Foram consultados os periódicos da CAPES (online), Scielo (online) e Biblioteca (UFS). Já para a coleta dos dados históricos, políticas públicas, projetos e leis referentes à área estudada, realizou-se pesquisas bibliográficas, assim como a visita a órgãos municipais e estaduais.

Figura 2 – Caminho metodológico da pesquisa.



Fonte: Elaboração da autora.

O levantamento dos dados cartográficos (fotografias aéreas, imagens de satélite, cartas náuticas etc.) foi realizado junto aos órgãos governamentais. A especificação da base cartográfica utilizada em todas as etapas da pesquisa está evidenciada no quadro 2.

Quadro 2 – Dados cartográficos utilizados na pesquisa.

| Documento/Ano | Escala da Fotografia Aérea/Resolução Espacial da Imagem de Satélite | Órgão |
|--|--|--|
| Cartas Náuticas | - | Diretoria de Hidrografia e Navegação |
| Linha de preamar de 1831 | 1:2.000 | Secretária de Patrimônio da União (SPU) - DPU/SE |
| Fotografia Área de 1965 | 1:60.000 | SACS/PETROBRAS |
| Fotografia Área de 1971 | 1:18.000 | SEPLAG/SE |
| Fotografia Área de 1975 | 1:18.000 | SEPLAG/SE |
| Fotografia Área de 1986 | 1:25.000 | SEPLAG/SE |
| Imagem de Satélite QuickBird 2003 | 0,60 cm | SEPLAG/ARACAJU-SE |
| Fotografia Aérea de 2004 | 1:25.000 | SEPLAG/ARACAJU-SE |
| Ortofoto de 2004 | 1:10.000 | SEPLAG/ARACAJU-SE |
| Ortofoto de 2008 | 1:8.000 | Secretária de Patrimônio da União (SPU) - DPU/SE |
| Imagem de Satélite QuickBird 2008, 2010 e 2014. | 0,60 cm | EMURB/ARACAJU-SE |
| ASTER GDEM (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer Global Digital Elevation Model)/ 1999) | 15 m | INCRA-SE |
| TOPODATA | 30 m | INPE |
| LANDSAT 5 (1984, 1985, 1987, 1990, 1992, 1996, 1998, 2002. | 30 m | INPE |

Fonte: Organização da autora.

Todas as fotografias aéreas e imagens de satélite usadas foram georreferenciadas com auxílio do programa GLOBAL MAPPER 11, tomando por base as ortofotos de 2004. Utilizou-se o sistema de projeção Universal Transversa de Mercator - UTM e o *datum* SIRGAS BRASIL 2000 para o georreferenciamento e posterior confecção dos mosaicos multitemporais da área de estudo. Este mesmo sistema de projeção foi utilizado para confecção de todas os mapas temáticos apresentados na tese.

A seguir, a discriminação dos objetivos e respectivas etapas metodológicas:

➤ **Objetivo 1 - Caracterizar o processo de ocupação da frente litorânea de Aracaju a partir da delimitação histórica das fases, classificação dos padrões de assentamento e avaliação dos principais conflitos**

A evolução e as fases do processo de ocupação da frente litorânea de Aracaju foram avaliadas dentro de um lapso temporal de aproximadamente 130 anos (1894-2016). Esta análise foi respaldada no estado da arte realizado, tal como baseada na interpretação de cartas náuticas, fotografias aéreas e imagens de satélite. Os resultados obtidos a partir da investigação foram confrontados com o modelo elaborado por Lundgren (1974), intitulado “fases da expansão urbana/zonas de recreação”, a fim de compreender o processo de espacialização da ocupação.

Com auxílio do programa de geoprocessamento ArcGIS 10.2.1, mapeou-se a área ocupada para os anos de 1971, 1975, 1986, 2003, 2008 e 2014, a partir de fotografias aéreas (1971, 1975, 1986) e imagens de satélite QuickBird (2003, 2008 e 2014), com o propósito de compreender o processo evolutivo. Nestas cartas temáticas foram ressaltadas as seguintes classes: as áreas efetivamente ocupadas, as áreas loteadas (identificadas pelos recortes quadricular/retangular da paisagem) e as vias de ligação. Após o processo de vetorização procedeu-se ao cálculo de área ocupada e loteada para cada ano observado, o qual fora realizado com a ferramenta *Calculate Geometry* do ArcGIS. Os dados obtidos foram convertidos para o formato “xls.”(ferramenta *Conversion Tools* do ArcToolbox) e exportados para o programa Microsoft Excel, com o qual se elaboraram os gráficos apresentados.

Também foram colhidos dados secundários da evolução da população para os anos de 2000 e 2010 no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, na plataforma online SIDRA.

Quanto às formas e características da ocupação, foram definidos padrões de assentamento apoiado na obra de Macedo (2004), o qual delimitou os diferentes padrões urbanísticos para a zona costeira (configuração horizontal e vertical), tal como o papel dos loteamentos (clássicos e contemporâneos).

Por fim, sucedeu-se consulta à legislação urbanística e ambiental vigentes, nas esferas municipal, estadual e federal, tal como aos autos de processos judiciais em curso envolvendo a área investigada. Dentre as leis utilizadas destacam-se o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro – PNGC – e o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbanístico do município de Aracaju – PDDU.

➤ **Objetivo 2 - Realizar estudo geocológico da paisagem costeira assentado na delimitação das unidades e subunidades, com ênfase para os enfoques funcional, estrutural, antropogênico e dinâmico-evolutivo**

O estudo da paisagem costeira de Aracaju foi alicerçado nos preceitos trazidos pela Geoecologia, cujos princípios metodológicos estão relacionados à análise síncrona entre dinâmica natural e dinâmica da produção social, as quais determinam a dinâmica e a evolução geral das paisagens.

Dentre o esquema metodológico proposto por Mateo (1998) para análise geocológica, enfatizam-se no âmbito desta pesquisa:

- O estudo da organização paisagística e classificação, conhecimento dos fatores que formam e transformam a paisagem, que incluem os enfoques estrutural, funcional e histórico-genético;
- Cálculo do papel do fator antrópico e dos impactos geocológicos decorrentes - o enfoque antropogênico;
- Análise de planificação e proteção das paisagens, tendo por base a prognose.

O entendimento da estrutura espacial da paisagem fundamentou-se na análise pormenorizada das suas dimensões horizontal e vertical. Partindo da inferência que a dimensão horizontal da paisagem abarca o mosaico de unidades que a compõe, realizou-se a individualização das unidades geocológicas, tendo-se por princípio básico a diferenciação tipológica e morfológica.

De acordo com Rodriguez *et al* (2004), o procedimento científico de tipificação fundamenta-se na determinação da divisão territorial dos objetos semelhantes em função de traços em comum. Assim, para os referidos autores, a tipologia físico-geográfica ou geocológica tem por objetivo analisar, classificar e cartografar os “complexos físico-geográficos tipológicos” tanto naturais quanto modificados pela ação humana. Aplicando-se tais concepções à área de estudo, considerou-se na delimitação das unidades os aspectos geológicos, geomorfológicos, bióticos e antrópicos.

Quadro 3 - Parâmetros para delimitação das unidades geocológicas.

| Unidades Geocológicas | Subunidades | Descrição |
|--|--|--|
| Terraço Marinho | Terraço Marinho a Cordões Litorâneos | Modelado de acumulação marinha de superfície levemente ondulada, caracterizado pela presença de cordões litorâneos lineares. |
| | Terraço Marinho associadas a baixios úmidos/lagoas | Baixios úmidos: porções que que entremeiam os cordões litorâneos, identificados pela coloração escura. Lagoas: corpos hídricos de forma circular e/ou alongada. |
| Campo de Dunas | Dunas | Modelado de acumulação eólica caracterizado pela morfologia fortemente ondulada. |
| | Dunas associadas aos cordões litorâneos | Modelado de acumulação eólica sobreposto aos cordões litorâneos, identificados pela sequência linear apresentado por esta feição. |
| | Depressões interdunares | Terras baixas situadas entre as dunas. Algumas associadas a baixios úmidos. |
| | Dunas Frontais/Lençóis de Areia | As dunas frontais: modelado de acumulação eólica, inserida no perfil praia/duna, identificadas como uma crista linear paralela à praia. Os lençóis de areia: não apresentam formas dunares, constituindo-se como um acúmulo de sedimentos eólicos e planos. |
| Ambientes de Sedimentação Recente (Holoceno Tardio) | Praia/Pós-Praia | Faixa de areia compreendida entre a linha d'água e a base de escarpas, dunas ou ocupação. |
| | Pontal Arenoso | Feição arenosa que pode apresentar forma de gancho associado as adjacências das desembocaduras fluviais. |
| | Bancos Arenosos | Acumulação de sedimentos defronte às desembocaduras. |
| Planície de Maré | Intermaré (Manguezal) | Zona sujeita às oscilações da diárias da maré, que bordejam canais de maré e rios, identificada pela presença de sedimentos lamosos recobertos pela vegetação de mangue. |
| | Supramaré (Apicum) | Zona arenosa e hipersalina que ocorre principalmente na porção mais interna do manguezal. |
| | Inframaré | Porção subaquosa identificada pela presença de sedimentos lamosos não recoberto pela vegetação. |
| Depósito associado à coalescência de bancos arenosos | Identificado a partir de fotografias aéreas antigas e cartas náuticas, em razão da migração e posterior anexação de bancos arenosos à costa. | |
| Depósitos Tecnogênicos | Identificado em razão da existência de aterros, visualizados em fotografias aéreas antigas. | |
| Áreas Ocupadas/ Loteamentos (Entremeiam todas as unidades geocológicas) | Área ocupada: alta densidade de ocupação, identificadas por conjuntos habitacionais, casas, condomínios, bares e restaurantes, que normalmente apresentam formas retangulares; Loteamentos: áreas loteadas cuja ocupação é incipiente, mas que demarcam áreas que provavelmente terão ocupação efetiva. Estas áreas são identificadas a partir do padrão retangular, separado por vias ou não, que diferem das áreas do seu entorno; Vias de Ligação. | |

Fonte: Elaboração da Autora.

Como o propósito fundamental da investigação da paisagem sob a ótica da Geoeologia e a sua diferenciação, classificação e cartografia, a representação da paisagem em mapas é de fundamental importância (RODRIGUEZ, SILVA, CAVALCANTI, 2004). De tal modo, para construção dos mapas temáticos empregaram-se os preceitos estabelecidos pela cartografia geoeológica, que visam à identificação da dinâmica, função e estrutura das unidades geoeológicas.

Com relação à escala, Rodriguez, Silva, Cavalcanti (2004) estabelecem quatro diferentes níveis de grandeza, cada uma com níveis taxonômicos específicos determinados pelas escalas: a) mapas muito detalhados (1: 2.000 a 1: 10.000) fáceis; b) mapas detalhados (1: 10.000 a 1: 100.000) comarcas e localidades; c) mapas gerais (1: 100.000 a 1: 250.000) localidades e regiões; e d) mapas muito gerais (1: 250.000 a mais) tipos de paisagens.

Como a presente pesquisa tem por escopo a realização de uma análise pormenorizada, em que se pretende abarcar a estrutura tipológica e funcional das unidades geoeológicas, os mapeamentos realizados enquadraram-se nos mapas detalhados e muito detalhados, já que a escala de análise variou de 1:2.000 até 1:100.000.

Os mapas representativos da individualização das unidades geoeológicas foram confeccionados no programa de geoprocessamento ArcGIS 10.2.1, com base na delimitação das unidades a partir de imagens aéreas (fotografias aéreas de 1965 e 1986; imagens de satélite QuickBird de 2014).

As classes temáticas adotadas estão expostas no quadro 3. Tencionando a análise da paisagem dinâmico-evolutivo, a pesquisa compreendeu uma escala temporal de análise de aproximadamente quatro décadas, com mapas representativos das unidades geoeológicas para os anos de 1965, 1986 e 2014.

As unidades mapeadas foram quantificadas e os dados obtidos foram expostos em gráficos, seguindo os mesmos procedimentos expostos no item anterior: cálculo de área - *Calculate Geometry* do ArcGIS; conversão para o formato “xls.” - *Conversion Tools* do ArcToolbox; e elaboração dos gráficos - Microsoft Excel.

Nesta etapa também foram realizadas visitas de campo em toda a extensão da área estudada, com o intuito de observar a dinâmica atual da paisagem, coleta de fotografias e identificação das unidades geoeológicas (quando não foi possível em fotografias aéreas e imagens de satélite).

Somado à análise horizontal da paisagem, construíram-se os perfis transversais visando ao entendimento da estrutura vertical, primordial à análise geoeológica. Foram individualizados quatro transectos em diferentes pontos da área estudada, perpassando por

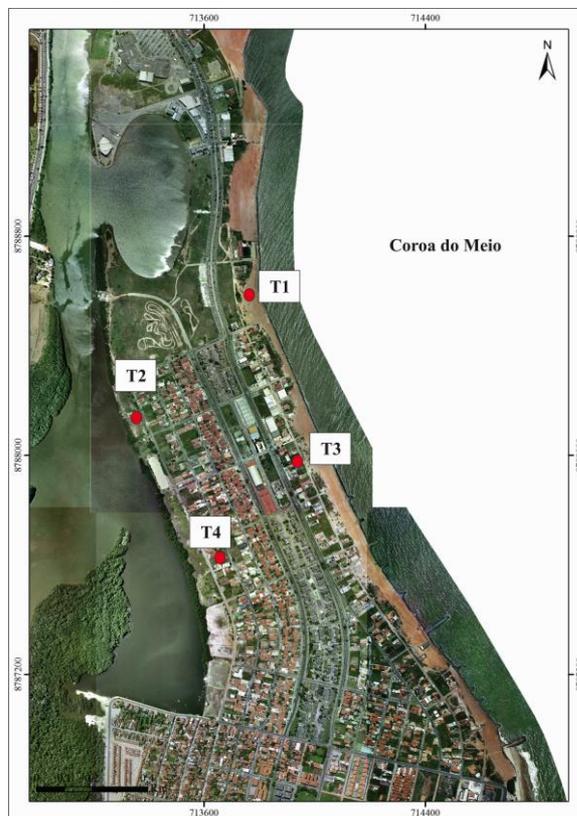
diversas unidades. A escolha dos pontos para a realização dos perfis deu-se em razão da composição da paisagem, uma vez que os transectos realizados abarcaram a maior quantidade de unidades/subunidades presentes na área investigada.

A construção dos perfis levou em consideração cinco fatores: o compartimento morfoescultural, as unidades geológicas, as características edáficas, a vegetação original e as características climáticas. Os perfis foram construídos com respeito as dimensões espaciais.

Inserida nos procedimentos empregados para análise das unidades geológicas, destaca-se a identificação da unidade dos depósitos tecnogênicos, a qual se deu através da interpretação de fotografias aéreas e da execução de sondagens simples e reconhecimento de solo com uso de trado no bairro Coroa do Meio.

As sondagens foram limitadas pela presença do lençol freático e pelo próprio material constituinte que impediu a penetração. Todos foram executadas pelo método de simples reconhecimento de solo, observando as normas 9.603/15 e 6.484/01, da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). Quatro furos foram realizados (T1, T2, T3 e T4), com profundidade variando entre 0,45 m e 1,40 m, conforme destacado na figura 3.

Figura 3 - Distribuição dos pontos de coleta no bairro Coroa do Meio.



Fonte: Organização da autora.

A partir das amostras coletadas nos furos de sondagem foram executados os ensaios de laboratório, com o objetivo de caracterizar os materiais existentes no terreno. Para execução dos ensaios referentes aos testemunhos T1 e T2, foram utilizados os métodos do DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte: Preparação de amostras para ensaios de caracterização (Método DNER-ME 041/94) e Granulometria por Peneiramento (Método DNER-ME 080-94). Tal análise foi realizada pela SONDA ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES LTDA. Já as coletas referentes aos testemunhos T3 e T4 foram avaliadas pelo Instituto Tecnológico e de Pesquisa do Estado de Sergipe – IPTS. O método utilizado para análise granulométrica foi o Densímetro de Bouyoucos.

➤ **Objetivo 3 - Determinar os índices de vulnerabilidade biofísica das unidades geológicas e o estado ambiental da paisagem diante das derivações antropogênicas**

A propositura para o cumprimento deste objetivo é a utilização dos fatores geológicos de formação da paisagem como indicadores para a mensuração da vulnerabilidade biofísica. A vulnerabilidade consiste basicamente no potencial para perda de um indivíduo ou um sistema em face de um dado fenômeno, resultante do grau de exposição. Como este conceito possui múltiplas interpretações e formas de avaliação, enfatiza-se que num primeiro momento a vulnerabilidade foi avaliada sob a ótica da estruturação natural da paisagem a fim de avaliar o grau de perda das funções geológicas diante da intervenção antrópica.

Por conseguinte, justifica-se a utilização da geologia como suporte teórico-metodológico, pois permite estabelecer o grau de suporte do ambiente perante a ação humana através da inter-relação entre os elementos naturais que determinam o poder de resistência e resiliência das paisagens. Os fatores geológicos utilizados para a mensuração da vulnerabilidade biofísica estão expostos no quadro 4, o qual aponta para as características analisadas para cada componente vertical da paisagem.

Quadro 4 – Características analisadas para avaliar a vulnerabilidade biofísica das unidades geológicas.

| Fator | Características |
|---------------|--|
| Vegetação | Fitofisionomia |
| | Densidade da cobertura vegetal |
| Clima | Intensidade pluviométrica (concentração pluviométrica anual/duração do período chuvoso). |
| Pedologia | Maturidade do solo |
| Geologia | Características genéticas da paisagem |
| | Estruturação da paisagem |
| Geomorfologia | Processos e formas da paisagem |

Fonte: Organização da autora.

Apesar de parte das características ressaltadas no quadro 4 também remeterem à análise ecodinâmica, utilizadas por autores como Crepani *et al* (2001) para análise da vulnerabilidade das paisagens perante o seu grau de estabilidade, optou-se por utilizá-las dentro da análise geológica, já que os mesmos fatores remetem à capacidade de resistência e resiliência das unidades.

A escala de valores atribuídos aos indicadores variou entre 1 (vulnerabilidade muito baixa) e 10 (vulnerabilidade muito alta), calculados por média simples¹. Na tabela 1 estão expostos os parâmetros utilizadas para o cálculo.

Tabela 1 - Mensuração da vulnerabilidade biofísica.

| Unidade/ Subunidade Geológica | Cálculo da Vulnerabilidade | Grau de Vulnerabilidade |
|--|---|---|
| (...) | $V_b = (V+C+P+G_{eol}+G_{eom})/5$ <p>Onde, V_b = Vulnerabilidade biofísica V = fator vegetação C = fator climático P = fator solo G_{eol} = fator geologia G_{eom} = fator geomorfologia</p> | < 2: vulnerabilidade muito baixa 2 - 4: vulnerabilidade baixa 4,1 – 6: vulnerabilidade média 6,1 – 8: vulnerabilidade alta >8: vulnerabilidade muito alta |

Fonte: Elaboração da autora.

¹ Os valores indicados nas diferentes fases de mensuração (vulnerabilidade biofísica, suscetibilidade, risco, etc) para os diferentes indicadores trabalhados foram escolhidos tendo em vista as particularidades existentes para a paisagem costeira. Nas diferentes literaturas analisadas a este ambiente sempre são atribuídos os valores mais elevados quando a temática envolve suscetibilidade ou vulnerabilidade. Isto é justificado pelo recente tempo de formação da referida paisagem no tempo geológico, fato que resulta na elevada fragilidade dos solos, feições geomorfológicas e formações vegetais.

Após a obtenção dos valores finais para as unidades/subunidades geoecológicas, foram demarcados pontos amostrais no programa ArcGIS 10.1.2 distribuídos regularmente por toda a área investigada, com base em imagens de satélite. Após a demarcação dos pontos, procedeu-se ao preenchimento da tabela de atributos dos *shapes* criados a fim de identificar as feições a que cada ponto pertencia, tal como calcular as coordenadas de cada ponto. Posteriormente, a tabela de atributos foi exportada para o Microsoft Excel (ferramenta *Conversion Tools* do *ArcToolbox*), resultando em uma matriz final de 45.022 pontos, aos quais foram atribuídos os valores finais do grau de vulnerabilidade referente à cada subunidade (Figura 4).

A elevada quantidade de pontos amostrais é justificada a princípio pela escala de análise detalhada, mas também pela estruturação da paisagem estudada, haja vista ser composta por grande uma quantidade de subunidades que não apresentam um padrão de distribuição concentrado na paisagem. Uma área de 500 m², por exemplo, pode conter até 6 subunidades geoecológicas, fato que poderia mascarar a realidade caso os pontos colhidos fossem distanciados um dos outros.

Figura 4 - Matriz para o cálculo da vulnerabilidade biofísica.

| Coordenada X | Coordenada Y | Unidade/Subunidade | Peso para Vegetação | Peso para Clima | Peso para Solo | Peso para Geologia | Peso para Geomorfologia | Vulnerabilidade Biofísica (Peso Total) |
|--------------|--------------|--------------------|---------------------|-----------------|----------------|--------------------|-------------------------|--|
| 701607.012 | 8770201.791 | Manguezal | 5 | 7 | 10 | 10 | 10 | 8,4 |
| 701792.221 | 8770027.165 | Manguezal | 5 | 7 | 10 | 10 | 10 | 8,4 |
| 701596.505 | 8770031.474 | Manguezal | 5 | 7 | 10 | 10 | 10 | 8,4 |
| 701821.354 | 8769951.331 | Manguezal | 5 | 7 | 10 | 10 | 10 | 8,4 |
| 702015.746 | 8770009.540 | Manguezal | 5 | 7 | 10 | 10 | 10 | 8,4 |
| 701891.921 | 8770230.732 | Manguezal | 5 | 7 | 10 | 10 | 10 | 8,4 |
| 701537.951 | 8770337.218 | Manguezal | 5 | 7 | 10 | 10 | 10 | 8,4 |
| 701722.102 | 8770370.556 | Manguezal | 5 | 7 | 10 | 10 | 10 | 8,4 |
| 701884.027 | 8770516.606 | Manguezal | 5 | 7 | 10 | 10 | 10 | 8,4 |
| 702085.640 | 8770083.218 | Manguezal | 5 | 7 | 10 | 10 | 10 | 8,4 |
| 702258.678 | 8770130.843 | Manguezal | 5 | 7 | 10 | 10 | 10 | 8,4 |
| 702369.803 | 8770221.330 | Manguezal | 5 | 7 | 10 | 10 | 10 | 8,4 |
| 702152.977 | 8770247.127 | Manguezal | 5 | 7 | 10 | 10 | 10 | 8,4 |
| 701995.814 | 8770477.315 | Manguezal | 5 | 7 | 10 | 10 | 10 | 8,4 |
| 702152.977 | 8770478.903 | Manguezal | 5 | 7 | 10 | 10 | 10 | 8,4 |
| 702000.576 | 8770713.853 | Manguezal | 5 | 7 | 10 | 10 | 10 | 8,4 |
| 702226.002 | 8770824.978 | Manguezal | 5 | 7 | 10 | 10 | 10 | 8,4 |
| 702337.127 | 8770612.253 | Manguezal | 5 | 7 | 10 | 10 | 10 | 8,4 |
| 702419.677 | 8770416.990 | Manguezal | 5 | 7 | 10 | 10 | 10 | 8,4 |
| 702621.290 | 8770685.278 | Manguezal | 5 | 7 | 10 | 10 | 10 | 8,4 |
| 702786.390 | 8770796.403 | Manguezal | 5 | 7 | 10 | 10 | 10 | 8,4 |
| 702894.353 | 8770930.079 | Manguezal | 5 | 7 | 10 | 10 | 10 | 8,4 |
| 703089.604 | 8771161.529 | Manguezal | 5 | 7 | 10 | 10 | 10 | 8,4 |
| 702702.253 | 8771072.629 | Manguezal | 5 | 7 | 10 | 10 | 10 | 8,4 |
| 702840.366 | 8771334.567 | Manguezal | 5 | 7 | 10 | 10 | 10 | 8,4 |
| 703016.578 | 8771394.892 | Manguezal | 5 | 7 | 10 | 10 | 10 | 8,4 |
| 702918.153 | 8771199.629 | Manguezal | 5 | 7 | 10 | 10 | 10 | 8,4 |
| 702686.378 | 8771299.642 | Manguezal | 5 | 7 | 10 | 10 | 10 | 8,4 |
| 702622.878 | 8771404.417 | Manguezal | 5 | 7 | 10 | 10 | 10 | 8,4 |
| 702464.127 | 8771323.454 | Manguezal | 5 | 7 | 10 | 10 | 10 | 8,4 |
| 702530.802 | 8771147.242 | Manguezal | 5 | 7 | 10 | 10 | 10 | 8,4 |
| 702384.752 | 8771225.029 | Manguezal | 5 | 7 | 10 | 10 | 10 | 8,4 |
| 702316.666 | 8771609.054 | Manguezal | 5 | 7 | 10 | 10 | 10 | 8,4 |

Fonte: Elaboração da autora.

Para a representação cartográfica dos dados obtidos optou-se pelo uso do método de interpolação, o qual consiste na estimativa de valores desconhecidos/não amostrados com base em valores conhecidos para a mesma função (SILVA; QUINTAS; CENTENO, 2007).

Isso se dá em razão da transformação de dados amostrais pontuais em uma rede de dados contínuos. Dentre os vários procedimentos existentes adotou-se o interpolador denominado “*Inverse Distance Weighting – IDW*” (Ponderação do Inverso da Distância).

De acordo com Jakob; Young (2006), o IDW utiliza o pressuposto de que as coisas mais próximas entre si são mais parecidas do que as mais distantes. Ou seja, durante o processo o dado é ponderado de forma que a influência de um ponto em relação ao outro é diminuído com a distância (SILVA; QUINTAS; CENTENO, 2007).

Para predizer um valor para algum local não medido, o IDW usará os valores amostrados à sua volta, que terão um maior peso do que os valores mais distantes, ou seja, cada ponto possui uma influência no novo ponto, que diminui na medida em que a distância aumenta, daí seu nome (JAKOB; YOUNG, 2006, p.8).

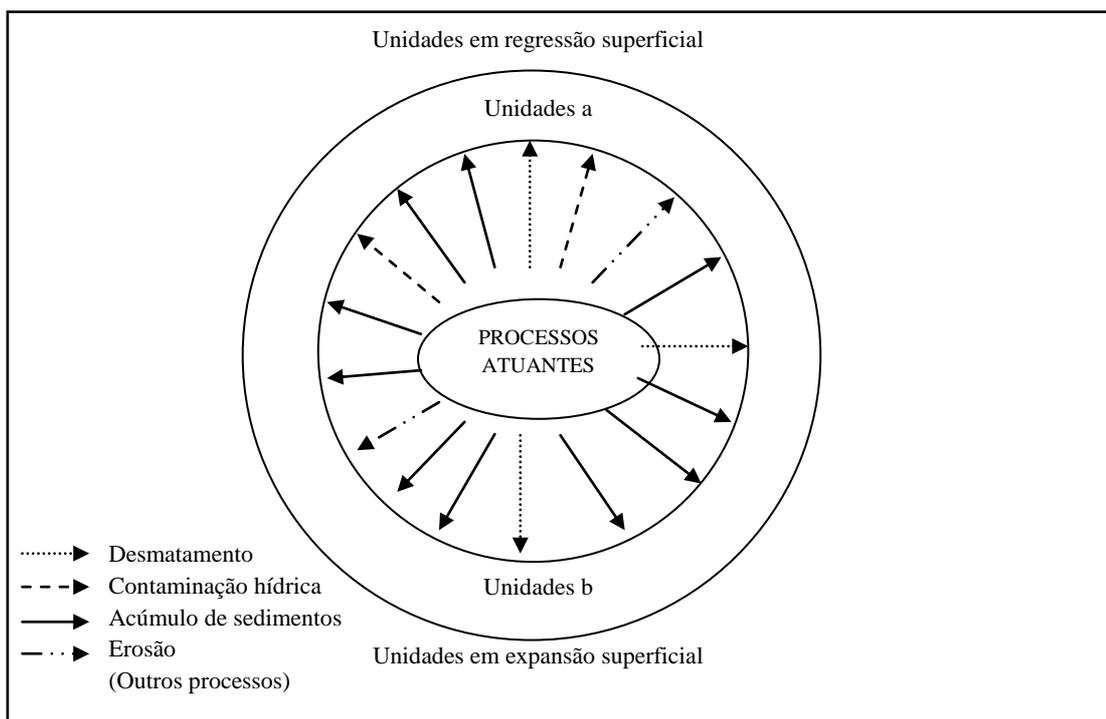
Os pontos amostrais foram distribuídos de forma regular na área investigada, pois o método funciona melhor se partir desse fundamento, afinal, ele irá distribuir o peso conforme o ponto mais próximo. O parâmetro de poder “p” (*power*) utilizado foi o “2”, tendo em vista que quanto menor a potência de ponderação, maior é a uniformidade da distribuição do peso entre os dados dos pontos vizinhos (SURFER, 1999 *apud* SILVA; QUINTAS; CENTENO, 2007).

O programa adotado para efetivação da interpolação via IDW foi o ArcGIS, através da ferramenta do *ArcToolbox “Spatial Analyst Tools – Interpolation”*. A matriz elaborada em formato “*xls*.” foi importada para o referido programa e os dados foram modificados para o formato “*shp*”. Daí sucedeu-se a realização da interpolação, cujos dados resultantes foram divididos em 5 classes.

Já o estado ambiental da paisagem foi avaliado conforme as premissas do enfoque antropogênico alicerçado em uma perspectiva qualitativa. Consideraram-se os seguintes indicadores: a dinâmica natural, o uso e ocupação, os processos antrópicos degradantes e o grau de derivação antropogênica.

Com base na delimitação das unidades geológicas da paisagem costeira, discriminaram-se os processos naturais e antropogênicos atuantes nas unidades. Para tal, foi utilizado o sistema de diagramas proposto por Silva (1998) (Figura 5). Já para a identificação dos impactos causados pela ocupação sobre as unidades, o autor supracitado também utiliza o sistema de diagramas elencando para cada unidade o impacto sofrido.

Figura 5 – Processos atuantes nos impactos ambientais na paisagem costeira.



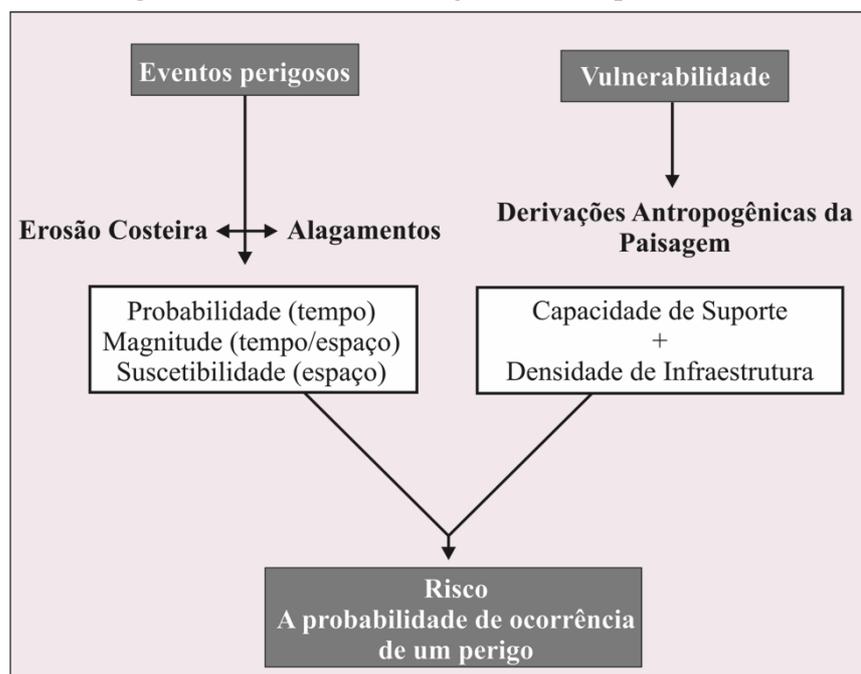
Fonte: Modificado de Silva (1998).

➤ **Objetivo 4 - Avaliar os riscos associados à ocupação fundamentado nos indicadores de perigo e vulnerabilidade**

Dentro das conjeturas metodológicas da geoecologia da paisagem, propõe-se a construção de uma matriz de avaliação de risco tendo por base os conceitos de perigo e vulnerabilidade, conforme elucidado na figura 6.

Mediante a matriz exposta, depreende-se que a mensuração é composta por um conjunto de procedimentos que visam à análise pormenorizada de cada indicador considerado (qualitativamente e quantitativamente), a fim de evitar qualquer inexatidão na delimitação das áreas em função dos diferentes graus de risco. Assentada nessa inferência, a avaliação do risco se deu a partir dos seguintes passos: determinação dos processos perigosos; análise da magnitude e da probabilidade temporal de incidência dos eventos perigosos considerados; determinação da suscetibilidade à erosão costeira e aos alagamentos; avaliação da vulnerabilidade das ocupações à erosão costeira e aos alagamentos; e mensuração do risco.

Figura 6 - Matriz de avaliação do risco para a zona costeira.



Fonte: Elaboração da autora.

▪ Análise da probabilidade e magnitude dos eventos perigosos

Examinou-se nesta etapa inicial qual a probabilidade temporal de ocorrência dos eventos perigosos considerados – erosão costeira e alagamentos, tal como a magnitude. A análise de dados históricos foi a opção escolhida para avaliação de ambos.

Para o caso específico dos alagamentos, foi realizada busca dos dados climáticos, com destaque para a precipitação, no Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. Adotou-se como escala temporal de análise um período de aproximadamente 50 anos (1961-2014). Com os dados obtidos, foi elaborado gráfico de precipitação média mensal para o período identificado com auxílio do programa Microsoft Excel. A análise desses dados permitiu estabelecer o período de maior concentração pluviométrica, tal como determinar a magnitude desses eventos.

No tocante à erosão costeira, foram avaliadas as principais transformações decorrentes dos processos de sedimentação e consequente modificação da linha de costa em médio prazo. Os procedimentos serão apontados no item a seguir.

▪ Avaliação da suscetibilidade à erosão costeira

A avaliação da suscetibilidade pressupõe a identificação das condições naturais que levam o ambiente praial a ser mais propenso à ocorrência de erosão. Desse modo, optou-se pela utilização dos geoindicadores de modificação da linha de costa (médio e curto prazo) e geoindicadores de resistência e resiliência das praias (grau de exposição, cobertura vegetal e dunas frontais).

Concernente aos geoindicadores de modificação da linha de costa, enfatiza-se inicialmente a análise em médio prazo. Para a concretização desta análise, foram obtidos os diferentes posicionamentos da linha de costa para os anos de 1965, 1978, 1986, 2003, 2008 e 2014, através de fotografias aéreas e imagens de satélite. Tal procedimento foi realizado com auxílio do programa ArcGIS 10.1.2.

Para o mapeamento da linha de costa foi utilizado o indicador da linha de preamar máxima, a qual é identificada nas imagens aéreas como o limite entre a areia seca e areia molhada (ESTEVES, 2003). Ressalta-se que a despeito das ressalvas existentes quanto ao referido indicador (MUEHE; KLUMB-OLIVEIRA, 2014), este foi adotado tendo em vista os seguintes fatores: a morfodinâmica da praia, que apresenta característica dissipativa; a amplitude das variações que superam consideravelmente a amplitude da variação da largura média da praia; e o uso de uma série multitemporal de imagens que, de acordo com Muehe; Klumb-Oliveira (2014), reduz notadamente possíveis erros de interpretação.

As linhas de costa para os diferentes anos foram sobrepostas a fim de que se pudessem visualizar as modificações do seu posicionamento ao longo dos últimos 50 anos e, conseqüentemente, estabelecer as tendências dinâmico-evolutivas.

Já no referente à análise em curto prazo, aplicou-se a metodologia exposta por Bush *et al* (1999), que consiste na identificação dos geoindicadores de modificação da linha de costa fundamentado nos seguinte indícios:

- Erosão - ausência de vegetação; estruturas artificiais na linha de costa e na praia; ausência de dunas, com frequência de sobrelavagem (*overwash*); dunas escarpadas; vegetação efêmera ou escassa ao longo da linha da escarpa;
- Estabilidade – escarpas inativas, desenvolvimento recente de vegetação, início da formação de feições deposicionais;
- Progradação - presença de feições deposicionais como bermas e terraços de praia, desenvolvimento de dunas frontais e pós-praia vegetada.

A fim de caracterizar o estado atual das praias contidas em Aracaju, procedeu-se à identificação dos geoindicadores de modificação da linha de costa em trabalho de campo realizado no dia 18/05/2015, durante o período de maré de sizígia (lua nova), na transição entre maré alta e baixa (objetivo de observar a posição da linha de premar máxima). Foram demarcados pontos com GPS a cada 1 km, totalizando 25 pontos e 26 setores de análise. Uma planilha foi elaborada e preenchida em função da observação dos geoindicadores (Apêndice 1).

Neste mesmo trabalho de campo também foram identificados os geoindicadores de resistência/resiliência das praias. Os parâmetros adotados basearam-se tanto na metodologia de Bush *et al* (1999), quanto nas observações realizadas por Coburn (2001), parâmetros estes que consistem basicamente na determinação do grau de exposição das praias, observação da cobertura vegetal e avaliação das feições dunares.

Todos os dados obtidos (variação da linha em médio prazo, estado atual da praia, grau de exposição, densidade da cobertura vegetal e dunas frontais) foram transformados em *shapes* do tipo *polyline* no programa ArcGIS 10.1.2.

Aos procedimentos descritos sucedeu-se a mensuração da suscetibilidade em que se destaca a escala de valores adotada para os indicadores aplicados, a qual variou entre 1 e 3. Na tabela 2 é apontada a discriminação dos valores utilizados no cálculo final.

Ressaltam-se alguns pontos dentro da quantificação:

- O grau de exposição não foi considerado no cálculo, pois toda a costa estudada apresenta grau de exposição elevado.
- Não foi considerada a granulometria em função de os sedimentos variarem entre finos a muito finos, não havendo grandes variações ao longo da costa.
- O grau de vulnerabilidade muito alto foi atribuído às áreas contíguas às desembocaduras fluviais em função da elevada dinamicidade destes setores, independentemente do valor final obtido.

Os resultados da quantificação também foram transformados em *shapes* do tipo *polyline* no programa ArcGIS 10.1.2, originando como resultado final o mapa de suscetibilidade à erosão costeira.

Vale destacar que, diferentemente da avaliação da vulnerabilidade biofísica, não foi utilizado o método de interpolação, razão pela qual a escala de valores também foi diferenciada. A justificativa reside no fato da não necessidade de estimar valores, uma vez que foram colhidas informações em todos os 25 setores delimitados para a costa aracajuana.

Tabela 2 – Mensuração da suscetibilidade à erosão costeira.

| Geoindicadores de modificação da linha de costa | | Geoindicadores de Resistência/Resiliência | | | Grau de suscetibilidade à erosão costeira |
|---|--|---|--|---|---|
| Tendência da linha de costa em médio prazo (A) | Tendência da linha de costa em curto prazo (B) | Grau de Exposição (C) | Cobertura Vegetal (D) | Dunas Frontais (E) | |
| Progradação (1) | Progradação (1) | | | | $S_{e.c.} = \frac{(A+B)/2 + (D+E)/2}{2}$ 1 – 1,3: Muito baixa 1,4 – 1,7: Baixa 1,8 – 2,1: Média 2,2 – 2,5: Alta > 2,6: Muito alta* * Desembocaduras fluviais |
| Estabilidade com tendência à progradação (1,5) | Estabilidade com tendência à progradação (1,5) | - | Bem desenvolvida (1) Esparsa (2) Ausente (3) | Médio porte (1) Pequeno porte (2) Ausente (3) | |
| Estabilidade (2) | Estabilidade (2) | | | | |
| Estabilidade com tendência à erosão (2,5) | Estabilidade com tendência à erosão (2,5) | | | | |
| Erosão (3) | Erosão (3) | | | | |

Fonte: Elaboração das autora.

▪ Avaliação da suscetibilidade a alagamentos

O cálculo da suscetibilidade a alagamentos foi alicerçado na delimitação das unidades geológicas, com base nos seguintes indicadores: concentração pluviométrica, pedologia, geomorfologia e cobertura do solo, conforme exposto na tabela 3.

Dentre os recursos utilizados para avaliação da suscetibilidade a alagamentos enfatiza-se a construção do mapa em superfície 3D com o objetivo de salientar a variação altimétrica e a direção do fluxo de escoamento hídrico da planície costeira. Este foi construído no programa de geoprocessamento *Surfer* 13. A base de dados cartográficos utilizada na confecção dos mapas proveio das imagens TOPODATA. Inicialmente as imagens foram abertas no programa de geoprocessamento Global Mapper v.15, convertidas para o *datum* SIRGAS 2000. Posteriormente foram delimitados 11 polígonos dentro da área de estudo, exportados no formato *Surfer Grid*. Os arquivos originados no formato *grid* foram importados para o programa *Surfer*, a partir dos quais foram gerados os modelados em 3D. Em adendo, foi construído um perfil topográfico para cada polígono delimitado. Com auxílio da ferramenta *grid vector layer*, foi incorporado aos modelados 3D o direcionamento do fluxo de escoamento.

Os procedimentos adotados para a mensuração da suscetibilidade foram os mesmos utilizados para o cálculo da vulnerabilidade biofísica: emprego da escala de valores variando entre 0 e 10; distribuição dos pontos amostrais de forma regular na área investigada (via programa de geoprocessamento ArcGIS); distribuição dos valores obtidos para as unidades geológicas na matriz de suscetibilidade (programa Microsoft Excel); exportação da matriz para o programa ArcGIS; transformação dos pontos amostrados em *shp*; uso do método de interpolação IDW através da ferramenta do *ArcTollbox* “*Spatial Analyst Tools – Interpolation*”; divisão dos resultados obtidos em 5 classes temáticas.

Tabela 3 – Indicadores para mensuração da suscetibilidade a alagamentos.

| Indicadores | Parâmetros analisados | Valores adotados |
|----------------------------|-------------------------|--|
| Concentração pluviométrica | Intensidade* | Intensidade pluviométrica = Precipitação média anual (/) duração do período chuvoso. 1: < 50 mm 2: 51 – 100 mm 3: 101 – 150 mm 4: 151 - 200 mm 5: 201 - 250 mm 6: 251 - 300 mm 7: 301 - 350 mm 8: 351 - 400 mm 9: 400 - 450 mm 10: > 450 mm |
| Pedologia | Drenagem do solo** | 1: Solos excessivamente drenados 2: fortemente drenados 3: acentuadamente drenados 4: bem drenados 5: moderadamente drenados 7:imperfeitamente drenados 8: mal drenados 10: muito mal drenado |
| Geomorfologia | Variação altimétrica*** | 1: >15m 3: entre 10 e 15m 5: 10 m 7: entre 5 e 10 m 10: < 5m |
| Cobertura do solo | Total de área ocupada | 1: < 10% 2: 11 a 20% 3: de 21 a 30% 4: de 31 a 40% 5: de 41 a 50% 6: de 51 a 60% 7: de 61 a 70% 8: de 71 a 80% 9: de 81 a 90% 10: > 90% |
| Cálculo final | | $S_a = \frac{C_p + P + G + C_s}{4}$ <p>Onde, S_a = Suscetibilidade a alagamentos C_p = Concentração pluviométrica P = Pedologia G = Geomorfologia C_s = Cobertura do solo</p> |

* Valores fundamentados na obra de Crepani *et al* (2001).

** Classes de drenagem definidos pelo Manual Técnico de Pedologia - IBGE (2007).

*** Topografia avaliada com base na diferenciação altimétrica da área de estudo.

Fonte: Elaboração da autora.

- Determinação da vulnerabilidade das ocupações à erosão costeira

A vulnerabilidade à erosão costeira foi compreendida como a exposição das ocupações, avaliada em razão do nível e proximidade das ocupações da frente litorânea.

Para ponderar a densidade de ocupação foi considerada a distribuição desta paralelamente à linha de costa, nos primeiros 500 m em direção ao continente, para os mesmos setores utilizados na análise da suscetibilidade à erosão. Adotou-se tal critério tendo em conta que o maior recuo de linha de costa ocorrido na área, em médio prazo, foi de cerca de 400 m, nas proximidades das desembocaduras. Quanto à proximidade da linha de costa, avaliaram-se também as ocupações inseridas perpendicularmente nos primeiros 500 m em direção ao continente. A tabela 4 aponta para os valores adotados.

Tabela 4 – Mensuração da vulnerabilidade das ocupações à erosão costeira.

| Densidade da ocupação | Valor atribuído | Nível da ocupação | Valor atribuído |
|--|-----------------|--|-----------------|
| < 20% de área ocupada: muito baixa (1) | | < 100m: muito próximo (1) | |
| 20% - 40%: baixo (1,5) | | de 100 a 200 m: próximo (1,5) | |
| 41% a 60%: mediano (2) | | de 201 a 300 m: medianamente próximo (2) | |
| 61 a 80%: alto (2,5) | | de 301 a 400 m: distante (2,5) | |
| > 80%: muito alto (3) | | > 400 m: muito distante (3) | |
| $V = (D+N) / 2$ | | | |
| V = Vulnerabilidade das ocupações à erosão | | | |
| D = Densidade da ocupação | | | |
| N = Nível da ocupação | | | |
| Graus de Vulnerabilidade: | | | |
| 0 – Inexistente | | | |
| 1 – 1,3: Muito baixo | | | |
| 1,4 – 1,7: Baixo | | | |
| 1,8 – 2,1: Médio | | | |
| 2,2 – 2,5: Alto | | | |
| > 2,6: Muito alto | | | |

Fonte: Elaboração da autora.

Com apoio nestes dados foi elaborado o mapa de vulnerabilidade à erosão, fruto da intersecção dos dados de densidade e proximidade das ocupações, no programa de geoprocessamento ArcGIS 10.1.2.

- Determinação da vulnerabilidade dos bairros costeiros de Aracaju

Para o caso específico da vulnerabilidade a alagamentos considerou-se o nível de derivação da paisagem e a capacidade de suporte das ocupações diante de eventos pluviométricos intensos. Para a mensuração deste último, é avaliada e ponderada a infraestrutura disponível nos bairros estudados, com ênfase para as redes de micro e macrodrenagem e para a rede de esgotamento. Quanto ao nível de derivação, é estimado, além do contingente populacional que pode ser afetado pelo evento perigoso em destaque, o fato de que quanto maior a derivação da paisagem, menor a capacidade do ambiente em recobrar-se desses eventos.

Na tabela 5 são expostos os valores adotados para a quantificação. Diferentemente dos cálculos até aqui apresentados, para este caso específico optou-se pelo uso de pesos para os indicadores escolhidos a fim de indicar a importância relativa de cada fator. Isso porque, para o caso específico dos alagamentos, o nível de derivação da paisagem e as redes de micro e macrodrenagem constituem indicadores mais expressivos que a rede de esgotamento.

Tabela 5 – Mensuração da vulnerabilidade a eventos perigosos.

| Indicadores da Capacidade de Suporte | | Grau de Vulnerabilidade |
|---------------------------------------|--|--|
| Nível de derivação da paisagem (NDP) | Muito baixo: 1 Baixo: 3 Médio: 5 Alto: 7 Muito alto: 10 | $V = (0,4 \times NDP) + (0,2 \times TE) + (0,4 \times RMiMa)$ |
| Tipo de Esgotamento (TE) | Predomínio de rede geral: 1 Rede geral (até 70%) + outros mecanismo (até 30%): 3 Rede geral (até 50%) + Fossas sépticas e rudimentares (cerca até 50%): 5 Predomínio de fossas sépticas e rudimentares (mais de 70%): 7 Vala, rio, mar, lago: 10 | Vulnerabilidade muito baixa: < 2,0 Vulnerabilidade baixa: 2,0 – 4,0 Vulnerabilidade média: 4,1 a 6,0 |
| Rede de Micro e Macrodrenagem (RMiMa) | Micro e macrodrenagem existentes: 1 Micro e macrodrenagem com cobertura parcial (mais de 70% da área): 3 Micro e macrodrenagem existentes com falhas: 5 Apenas microdrenagem: 7 Micro e macrodrenagem inexistentes: 10 | Vulnerabilidade alta: 6,1 a 8 Vulnerabilidade muito alta: > 8,0 |

Fonte: Elaboração da autora.

- Mensuração e delimitação das áreas de risco

Com respaldo nos valores obtidos para os indicadores de perigo e vulnerabilidade, foi calculado o risco para a erosão costeira e alagamentos. A fórmula para a mensuração adotada na presente pesquisa derivou dos preceitos trazidos por autores como Wisner *et al* (2004), Garcia; Zêzere (2003) e Freiria; Cunha; Santos (2009):

$$\text{Risco} = \frac{\text{Perigo (probabilidade temporal e espacial)} + \text{Vulnerabilidade (derivações antropogênicas + grau de exposição + capacidade de suporte)}}{2}$$

Vale destacar que a despeito do caráter quantitativo na mensuração do risco, toda a avaliação foi permeada pela análise qualitativa, uma vez que nem todos os componentes do estudo do risco podem ser quantificados.

Inobstante a fórmula adotada ter sido a mesma para ambos os eventos considerados, a forma de mensuração dos próprios indicadores foi diferenciada em atenção às heterogeneidades dos perigos ponderados. Na tabela 6 são apresentados gradualmente os estágios para a mensuração dos diferentes graus de risco.

No que concerne à construção dos mapas de risco, para a erosão costeira os valores obtidos para os 26 setores analisados foram espacializados com auxílio do programa ArcGIS 10.1.2. Já para o risco associado a alagamentos, foram adotados os mesmos procedimentos seguidos para a construção do mapa de vulnerabilidade biofísica e de suscetibilidade a alagamentos, em que se destacam a distribuição de valores a partir das unidades geológicas e o uso do método de interpolação – IDW.

Tabela 6 – Mensuração do risco associado à erosão costeira e aos alagamentos.

| Risco associado à erosão costeira | | | | | | |
|---|------------------------------------|--|--|--|--------------------|--|
| Setores de Análise | Probabilidade/ Magnitude (P) | Suscetibilidade (S) | Índice de Perigo (P _e) | Vulnerabilidade (V) | Índice de risco | Grau do risco |
| 1 | 1: Baixo | 1 – 1,3: Muito baixo | $P_e = (P+S) / 2$ | 0 – Inexistente | $R=(P_e+V)/2$ | 0 – Inexistente |
| 2 | 2: Médio | 1,4 – 1,7: Baixo | | 1 – 1,3: Muito baixo | | 1 – 1,3: Muito baixo |
| ... | 3: Alto | 1,8 – 2,1: Médio | | 1,4 – 1,7: Baixo | | 1,4 – 1,7: Baixo |
| 26 | | 2,2 – 2,5: Alto > 2,6: Muito alto | | 1,8 – 2,1: Médio 2,2 – 2,5: Alto > 2,6: Muito alto | | 1,8 – 2,1: Médio 2,2 – 2,5: Alto > 2,6: Muito alto |
| Risco associado a alagamentos | | | | | | |
| Unidades Geológicas | Probabilidade/ Magnitude (P) | Suscetibilidade (S) | Índice de Perigo (P _e) | Vulnerabilidade (V) | Índice de risco | Grau do risco |
| - Terraço Marinho - Campo de Dunas - Depósitos dos Bancos Arenosos Coalescidos - Planície de Maré - Ambientes de Sedimentação recente - Depósitos Tecnogênicos | 1: Baixo 5: Médio 10: Alto | < 2: Muito baixo 2 - 4: Baixo 4,1 - 6: Médio 6,1 - 8: Alto > 8: Muito alto | $P_e = (P+S) / 2$ | < 2: Muito baixo 2 - 4: Baixo 4,1 - 6: Médio 6,1 - 8: Alto > 8: Muito alto | $R=(P_e+V)/2$ | < 2: Muito baixo 2 - 4: Baixo 4,1 - 6: Médio 6,1 - 8: Alto > 8: Muito alto |

Fonte: Elaboração da autora.

➤ **Objetivo 5 - Construir cenários futuros para a planície costeira de Aracaju em face da tendência histórica e atual, com destaque para os atores envolvidos**

Adotou-se como estratégia metodológica para construção de cenários a interpretação dos principais fatos históricos ocorridos nas últimas 5 décadas, associada à avaliação de políticas públicas e instrumentos legais.

No tocante às abordagens de elaboração, destacam-se dois tipos – a projetiva e a prospectiva (OLIVEIRA, 2003). A primeira utiliza-se de parâmetros essencialmente quantitativos para traçar o cenário futuro considerado como único e certo; já a abordagem prospectiva explora variáveis qualitativas, quantitativas, subjetivas etc., cujo resultado é um futuro múltiplo e incerto (CORTEZ, 2007). Neste último caso, não se trata de prever o futuro embasado em uma situação no presente, mas de abranger o máximo de aspectos possíveis na tentativa de traçar uma realidade futura e reconhecer que esta pode se apresentar das mais diversas formas.

Com alicerce na premissa prospectiva, foram elaborados 3 cenários representativos de situações futuras. Dois deles estão associados a uma perspectiva tendencial, tendo em vista o cenário atual, enquanto o último fundamenta-se no que seria uma situação ideal quando analisada sob a perspectiva da estruturação natural da paisagem e sob a tendência de uso e ocupação do solo. O quadro 5 aponta para as classes temáticas e variáveis avaliadas para cada cenário.

Quadro 5 - Composição dos cenários futuros.

| Cenários | Classes temáticas | Variáveis avaliadas |
|------------------------------|---|---|
| Cenário tendencial I | - Cenário de ocupação em 2014 - Paisagem verticalizada - Cenário de ocupação futuro - Unidade geoecológicas altamente impactadas - Unidades com dinâmica natural em desequilíbrio | - Expansão urbana desordenada - Instrumentos legais - Ação do turismo |
| Cenário tendencial II | - Área ocupada prevista - Proposta de drenagem - Parques ecológicos | - Aplicação do projeto urbanístico para Zona de Expansão - Instrumentos legais |
| Cenário recomendado | - Ocupação consolidada (cenário de 2014) - Áreas passíveis de ocupação - Área de ocupação restrita - Área de conservação - Área de preservação | - Avanço da ocupação - Uso sustentável - Preservação das principais unidades geoecológicas - Instrumentos legais |

Fonte: Organização da autora.

CAPÍTULO I

GEOECOLOGIA E A PAISAGEM COSTEIRA: DIMENSÕES CONCEITUAIS, HISTÓRICO-ANALÍTICAS E METODOLÓGICAS

1.1. Paisagem: categoria de análise para os estudos geográficos

“Hoje em dia o conceito de paisagem está presente na ciência e na arte. Porém, somente a geografia deu ao seu uso um valor científico, transformando-o em eixo de toda uma teoria de investigação”.
Carl Troll (1950)

A categoria de análise geográfica Paisagem é fundamental aos estudos voltados à dinâmica ambiental, o que faz emergir a discussão acerca do conceito, dos seus componentes e da sua utilização como recurso teórico-metodológico, tendo em vista que a Paisagem Geográfica é a categoria analítica que embasa o presente estudo.

No seio da ciência geográfica a paisagem possui várias acepções, desde aquelas que trazem uma abordagem de cunho mais naturalista, até definições que permeiam o campo das relações de subjetividade entre o homem e o meio. Trata-se, pois, de conceito polissêmico desde a sua origem no âmago da efetivação da ciência geográfica, fato que resulta em uma certa imprecisão no seu uso até os dias de hoje.

Diante da gama de conceitos contidos na literatura geográfica, constata-se que o apanhado de definições de paisagem perpassa muito mais pelo objeto de estudo de cada pesquisador do que por uma busca infundável por um conceito único e integrador. Geógrafos que têm como perfil o viés funcional, estrutural e morfológico da paisagem, por exemplo, tendem a utilizar definições que se aproximam do enfoque paisagístico que abarca a ecologia, a geomorfologia, a biogeografia etc. Já geógrafos que buscam a relação entre homem e paisagem trazendo por pressuposto o visto e o sentido, tendem a aproximar-se dos conceitos de paisagem que vislumbram as relações de subjetividade. Por consequência, parte-se da premissa de que não há um conceito singular, uma vez que a percepção de cada pesquisador irá encaminhá-lo para a definição de paisagem mais apropriada.

Feito esse esclarecimento, tem-se que a presente pesquisa fará uso da referida categoria analítica com fundamento na sua compreensão como a materialidade das relações entre o homem e meio biofísico. É nesse sentido que será tecida a discussão do conceito e de sua evolução nas diferentes escolas (alemã, russa e francesa).

A paisagem aparece como conceito geográfico e ganha expressividade com os estudos do alemão Von Humboldt no século XIX. De acordo com Rougeri; Beroutchatcvili (1991 *apud* Maximiano, 2004), o uso da paisagem por Humboldt deu-se a partir do estudo fisionômico, da vegetação, do clima, e das influências destes aspectos sobre os seres, visão esta, fortemente marcada pelo viés naturalista.

Nesse contexto, a escola Alemã tornou-se percussora nos estudos da paisagem portando como característica fundamental a ideia de totalidade, embasada em uma visão holística integradora (CARVALHO; CAVICCHIOLI; CUNHA, 2002). Outros autores merecem destaque dentro da mencionada escola, a exemplo de Ratzel (positivismo ambiental), Sigfrid Passarge (hierarquização da paisagem com base em diferentes escalas/Geografia da Paisagem), Von Richtofen (intersecção entre as diferentes escalas da litosfera, atmosfera, hidrosfera e biosfera), Alfred Hettner (busca de uma metodologia que inclua o homem no sistema natural) e Carl Troll (ecologia da paisagem/Geoecologia).

Destaca-se, no âmbito desta pesquisa, o autor Carl Troll, criador do conceito de ecologia da paisagem (*landscape ecology*), posteriormente renomeada de Geoecologia (*Geoecology*). Esta vertente de análise incumbiu-se de elucidar os complexos vínculos entre a comunidade viva e seu ambiente, assim como as próprias relações existentes entre os componentes da paisagem, tudo fundamentado nas acepções da ecologia e da geografia. Norteados por esse ideário, o citado autor definiu a paisagem como uma dada porção da superfície da terra, uma unidade de espaço, que se difere pelo seu caráter específico fruto da sua imagem externa e desempenho de um conjunto de fenômenos e das relações entre seus elementos.

Por obra dos conceitos e vertentes trabalhados, Carl Troll ainda é considerado por muitos estudiosos como naturalista em razão de seus estudos serem carregados dos preceitos da ciência ecológica. No entanto, suas obras sempre referenciaram o papel do homem no contexto evolutivo e dinâmico da paisagem. E reitera sua interpretação apoiado no conceito de paisagem cultural, que ganha forma com o autor, tal como a inclusão da dimensão temporal à análise da paisagem.

Outra corrente que se soma à escola alemã é a visão culturalista da natureza (RODRIGUEZ; SILVA, 2013). Nesta, avultam-se os estudos de Karl Sauer (geógrafo alemão residente nos Estados Unidos), com destaque para a obra “*The Morphology of Landscape*” de 1925, que destaca a importância do entendimento da paisagem natural, mesmo reconhecendo que não exista mais em grande parte do mundo, razão pela qual centra a sua análise no resultado do trabalho do homem no meio ao qual denomina de paisagem cultural. Acentua-se que o sentido atribuído por Sauer à paisagem cultural difere do sentido utilizado por Troll. Enquanto este atribui o conceito às paisagens modificadas pela ação humana, Sauer considera, para além disso, as relações de subjetividade envolvidas.

Assim, desenvolveram-se na Alemanha dois vieses de análise da paisagem: um de cunho mais naturalista, o qual se convencionou chamar de paisagem natural (*Naturlandschaft*) e outro de cunho cultural (*Kulturlandschaft*).

A escola soviética (russa) também foi de grande importância para o desenvolvimento conceitual de paisagem. A concepção científica de paisagem (*Landschaft*) aparece na Rússia no final do século XIX, seguindo alguns dos princípios da escola alemã, a exemplo da descrição geográfica comparativa (FROVOLA, 2006).

Especial relevância dentro da escola soviética dá-se ao autor V.V. Dokuchaiev pela elaboração do método científico intitulado “Complexo Natural Territorial - CNT”, fruto da combinação, em uma determinada superfície, de um geoma e de uma biocenose (CARVALHO; CAVICCHIOLI; CUNHA, 2002; MAXIMIANO, 2004; FROLOVA, 2006).

Rodriguez; Silva (2013) consideram que a geografia soviética foi caracterizada por assumir o entendimento da natureza como um todo, o que levou à associação do termo *landschaft* ao conceito de espaço natural, não abarcando a dimensão da paisagem cultural, tal como a escola alemã. Nas palavras dos autores, “tratava de identificar, classificar e cartografar as paisagens naturais, as formações materiais objetivamente existentes para avaliar e propor formas de uso mais racional possível no processo de assimilação e ocupação da superfície terrestre” (p.80).

Não obstante a relevância das contribuições dos variados autores da escola soviética, chama a atenção o pesquisador V.B. Sotchava, responsável pela sistematização de um modelo de análise integrada da paisagem: os geossistemas. Tal concepção foi exposta entre a década de 1960 e 1970, e apresentava por premissa básica que todos os componentes da paisagem lhe dão um sentido e organizam-se em termos de hierarquias funcionais (SOTCHAVA, 1978).

Estabelecido esse postulado, grande parte dos estudos das paisagens pelos geógrafos soviéticos apoiaram-se na análise do conjunto dos elementos naturais, na história da sua formação, na sua distribuição e morfologia (FROVOLA, 2007). Tal característica demonstra a proximidade da escola soviética com a análise física da paisagem, afastando-se dos aspectos que se prendiam à análise dos parâmetros bióticos, exclusivamente.

Já a escola francesa, sob influência de Vidal de La Blache e Jean Rochefort, caracterizou a *paysage* como o relacionamento do homem com o seu espaço físico (SCHIER, 2003). De acordo com Carvalho, Cavicchioli, Cunha (2002), na França havia uma dualidade no conceito de paisagem: uma que considerava o viés artístico e outra que considerava a paisagem numa perspectiva científica. A maior expressividade dessa escola se deu pela influência de George Bertrand e Jean Tricart.

Segundo as concepções de Bertrand (1972, p. 141), que elaborou um dos conceitos mais utilizados na tentativa de definição da paisagem, esta aparecia como “uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto, instável, dos elementos físicos, biológicos e antrópicos, que reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável em perpétua evolução”. Verifica-se nessa definição a importância dada à ação antrópica na paisagem na medida em que afirma que, apesar das temporalidades distintas, a paisagem evolui conjuntamente a partir dos seus componentes humanos e naturais.

Seguindo a mesma linha de pensamento de G. Bertrand, Tricart (1982, p.18), com suporte na definição de P. Deffontaines, assinala que “a paisagem é uma porção do espaço perceptível a um observador onde se inscreve uma combinação de fatos visíveis e de ações das quais, num dado momento, só percebemos o resultado global”. Na mesma medida, Tricart também insere a ação humana como fundamental na evolução da paisagem.

A diferença entre os dois autores da escola francesa reside nos métodos de análise da paisagem utilizados. Enquanto Bertrand centra-se no estudo da paisagem assentado nos geossistemas, levando em conta a classificação da paisagem em função da escala, Tricart utiliza-se da ecodinâmica, em que é focada a classificação do meio natural fundamentado na análise de processos e, conseqüentemente, da sua dinâmica.

Diante do rol de escolas que estudaram a paisagem nas mais diversas acepções, aqui se concorda com as palavras de Vitte (2007) quando este afirma que a paisagem possui certa elasticidade na sua conceitualização frente aos diversos contextos em que ela foi definida, fato que remete à própria institucionalização da geografia enquanto ciência e ao estabelecimento do seu objeto de estudo.

A tradição da geografia associada à paisagem meramente descritiva, do mesmo modo que nos primórdios da constituição do conceito, é extremamente ultrapassada já que não mais responde às questões contemporâneas que envolvem o meio ambiente e a sociedade. Para os autores, a paisagem não é apenas a aparência de coisas (SALGUEIRO, 2001). Ao revés, reflete a construção humana sobre um aparato de elementos biofísicos interligados por uma dinâmica que lhe é própria e cuja análise envolve as dimensões físicas e humanas do espaço.

Ante as considerações expostas, impõe-se desde já estabelecer que o uso da categoria paisagem será aqui assentado nas posturas teórico-metodológicas que consideram não apenas a materialidade da ação antrópica sobre um componente biofísico, como uma simples representação de um estado, mas também as relações implícitas na constituição da paisagem.

1.2. Análise sistêmica e os estudos da paisagem

A Teoria Geral dos Sistemas (TGS), precursora da análise sistêmica, foi desenvolvida por Ludwig von Bertalanffy e sua aplicação inicial se destinava à biologia. O autor considera que o objeto dessa teoria “é a formulação de princípios válidos para os sistemas em geral, qualquer que seja a natureza dos elementos que os compõe e as relações ou forças existentes entre eles” (1968, p.62). A grande inovação da TGS é se caracterizar como um método útil no fornecimento de modelos a serem utilizados nos mais diversos campos da ciência (BERTALANFFY, 1968). Tal método não pressupõe apenas o entendimento das partes que compõem um sistema e dos processos a ele inerentes, mas, principalmente, a busca pela ordem que os unifica, fruto da interação constante entre as partes (BERTALANFFY, 1968).

Segundo Arnald; Osorio (1998) os sistemas caracterizam-se como um conjunto de elementos que guardam estreitas relações entre si que os mantêm direta ou indiretamente interligados de modo mais ou menos estável na execução de uma função que lhe é particular. Já Bertalanffy (1968) traz um conceito mais sucinto, apontando que os sistemas são apenas um conjunto de elementos em interação. Embora este conceito possa à primeira vista parecer pouco explicativo, a intenção de Bertalanffy (1968) é fazer referência à condição mais geral que permeia todos os tipos de sistemas, independentemente da área a ser enfocada.

No que se refere à definição, Tricart (1976, p. 6), em uma visão mais atrelada às ciências naturais, entende que o sistema “designa um conjunto de fenômenos interdependentes entre si [...] onde qualquer modificação imposta a um fenômeno repercute sobre todos os outros e, conseqüentemente, sobre o conjunto”.

Os sistemas podem ser classificados em fechados ou abertos. Os fechados são aqueles isolados do seu ambiente e onde os fluxos de energia e matéria são controlados exclusivamente dentro de si próprio. Já os sistemas abertos importam e processam elementos (energia, matéria, informação) de seus ambientes, características próprias dos seres vivos, estabelecendo intercâmbios permanentes com seu ambiente, o qual irá determinar seu equilíbrio, capacidade reprodutiva, continuidade etc. (ARNALD; OSORIO, 1998).

Para os autores Christofolletti (1990) e Gregory (1992), o processo de incorporação da abordagem sistêmica à ciência geográfica estendeu-se por 35 anos, possuindo como marco inicial a formulação do conceito “ecossistema” por A.G. Tasnley, definido como:

Todo o complexo de organismos e fatores ambientais uma unidade ecológica em qualquer categoria. As articulações de um sistema como este, com dependência mútua, formando uma macropaisagem ou paisagem do clima, rochas, águas

subterrâneas e sistemas fluviais, relevos, clima de superfície (topoclimate) erosão, vegetação, microclima, mundo animal e do clima subterrâneo. Nesse sistema ecológico depende da associação de plantas clima, rochas e sua erosão e aquíferos (TANSLEY, 1939 *apud* TROLL, 2003, p.78).

Em que pese a elevada importância da inserção desse conceito e o avanço que ele proporcionou aos estudos de cunho ambiental, há de se esclarecer que para os estudos de cunho geográfico esse viés de análise dos sistemas ainda não era satisfatório porque o conceito abarcava exclusivamente a compreensão do meio natural e da estrutura vertical da paisagem, o que obviamente não responderia às questões da geografia.

No perseguir desse objetivo, na década de 1950 Carl Troll introduziu uma abordagem integradora da paisagem geográfica fundamentado nas concepções da ecologia, a qual o referido autor denominou de “ecologia das paisagens”. Tal interpretação trouxe como inovação a análise da paisagem tendo em vista as suas dimensões horizontal e vertical, bem como os processos de inter-relação entre o homem e o meio fundado em uma concepção sistêmica.

Já na década de 1960 um novo termo elaborado por Sotchava deu significado aos estudos dos sistemas na ciência geográfica: os geossistemas,. Tal conceito incluiu dois importantes aspectos na efetivação da abordagem sistêmica dentro dos estudos geográficos e os quais os ecossistemas não abrangiam: a inserção do homem enquanto componente dele integrante e o estabelecimento da análise baseada na escala.

Percorrido esse momento histórico, o uso da análise sistêmica tornou-se constante na ciência geográfica. Nas palavras de Christofolletti (1990, p.22):

A teoria dos sistemas constitui o amplo campo teórico tratando dos sistemas, com seus conceitos e noções, levando a uma visão de mundo integradora, a respeito da estrutura, organização, funcionamento e desenvolvimento dos sistemas. Dessa maneira, a abordagem em sistemas pode ser considerada como o conjunto dos procedimentos que envolvem a aplicação das noções da teoria dos sistemas em estudos geográficos.

É nesse caminho que a abordagem sistêmica ganha relevância como instrumento conceitual e metodológico para o estudo geográfico, principalmente no que concerne aos estudos ambientais. Essa abordagem efetivou-se enquanto método de análise posterior ao momento em que houve a inclusão do homem como componente dos sistemas. Sabe-se, porém, que o elemento humano e o natural possuem temporalidades distintas, o que nem sempre permite a análise na mesma escala temporal, não obstante ambas sejam primordiais ao entendimento da evolução geral dos sistemas.

1.3. O Estudo dos Geossistemas

O estudo sistêmico da paisagem apoiado em um viés geográfico deu-se efetivamente com a introdução dos geossistemas, muito embora outros termos já tivessem sido elaborados com denotações semelhantes.

Como já mencionado, foi o russo Sotchava quem introduziu o conceito de geossistema, definindo-o como uma classe específica de sistemas abertos e hierarquicamente organizados. Para esse autor, o geossistema é uma formação natural que pode vir a ter sua estrutura influenciada pelo homem em qualquer tempo. Assim, as paisagens antropizadas são apenas estados variáveis de geossistemas naturais primitivos cuja influência humana pode alterar componentes naturais, tais como, umidade, qualidade do ar, desmatamento, salinização dos solos etc.

Com base na interpretação de Rodriguez; Silva (2013), Sotchava trouxe o geossistema como sinônimo da “Paisagem Natural”(Landschaft) ou “Complexo Territorial Natural” termo muito utilizado na escola russa. Para tais autores, era a primeira vez que a análise espacial (próprio da geografia) unia-se à análise funcional da paisagem (próprio da ecologia). E aqui se mostra oportuno esclarecer que no mesmo tempo histórico que Sotchava desenvolvia o conceito de geossistema, no interior da escola soviética e embasado nas premissas da análise funcional e espacial da paisagem, Carl Troll, na escola alemã, desenvolvia o conceito de geocologia das paisagens que, apesar de lógicas diferenciadas, seguiram para a mesma finalidade.

No que se refere à classificação, Sotchava utilizou-se dos conceitos de homogêneo e diferenciado como princípio básico para a classificação dos geossistemas. Nas palavras do autor, “o reconhecimento do princípio dual do sistema – como estrutura homogênea (geômeros) e diferentes qualidades integrativas (geócoros) – é um pré-requisito necessário para a sua sistematização, o primeiro com qualidade estrutural homogênea e o segundo diversificado” (1978, p.6).

A leitura dos geossistemas pertencente à escola russa, em especial para Sotchava, dava-se a partir do pressuposto de que o geossistema funciona em escala regional, abrangendo sempre áreas com centenas de quilômetros quadrados (TROPPEMAIR; GALINA, 2006).

Os princípios básicos da teoria geossistêmica de Sotchava referem-se: à consideração da natureza como sistema dinâmico e aberto, hierarquicamente organizado, não passível de subdivisões infinitas; ao princípio da dualidade dos geossistemas – uma estrutura homogênea e uma área diferenciada; e à dinâmica, pela qual é possível classificar os geossistemas em

função do seu estado e estados sucessivos, o que permite traçar um caráter preditivo da sua evolução (RODRIGUES, 2001).

Não obstante a relevância dos desdobramentos dos estudos de Sotchava, além do mérito de ter elaborado o conceito, seu legado foi alvo de críticas, principalmente no que concerne à definição e à classificação. De fato, devido à categorização adotada pelo autor, torna-se muito difícil associar a escala de ação humana à escala dos agentes naturais, fato que poderia tornar estudos focados nesse aspecto inviáveis.

Para Monteiro (2001), as obras de Sotchava apresentaram-se um tanto quanto confusas aos acadêmicos brasileiros quando das suas traduções, não por conta da definição do geossistema, mas muito em função da classificação adotada. Percebe-se, assim, que o óbice da teoria elaborada pelo autor supracitado recai na dificuldade da sua aplicação em estudos empíricos.

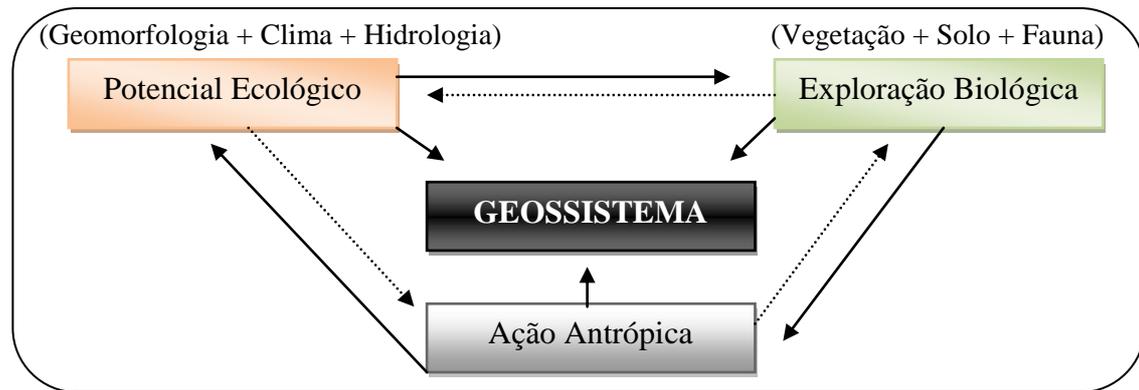
Em momento histórico similar, George Bertrand, pertencente à escola francesa, traz uma leitura diferenciada dos geossistemas com base em interpretações distintas do autor russo, a qual acabou ganhando grande repercussão entre os estudiosos.

O sistema de classificação das paisagens adotado por Bertrand (1972) refere-se a seis níveis: unidades superiores - zona, domínio, região; e unidades inferiores - geossistema, geofácies e géotopo. De tal maneira, os geossistemas estão inteiramente ligados à noção de escala, caracterizando-se como um nível taxonômico da paisagem. Dentro dessa classificação os geossistemas encontram-se entre a 4ª e 5ª grandezas temporo-espaciais, classificação de Tricart e Cailleux, definidos como:

Uma unidade dimensional compreendida entre alguns quilômetros quadrados e algumas centenas de quilômetros quadrados. É nesta escala que se situa a maior parte dos fenômenos de interferência entre os elementos da paisagem e que evoluem as combinações dialéticas mais interessantes para o geógrafo (...) Enfim, o geossistema constitui uma boa base para os estudos de organização do espaço porque ele é compatível com a escala humana (BERTRAND, 1972, p. 146).

A análise geossistêmica, abrangendo tais concepções, permite o estudo integrado da paisagem, uma vez que incorpora a análise conjunta da intervenção antrópica, do potencial ecológico (a combinação de fatores físicos) e da exploração biológica (combinação dos fatores bióticos) (Figura 7).

Figura 7 – Análise dos Geossistemas.



Fonte: Bertrand (1972).

De acordo com Bertrand (1972), o geossistema possui uma dinâmica interna que não lhe confere homogeneidade fisionômica, já que é formado de paisagens diferentes que representam os seus diversos estágios da evolução. Embutidos nos geossistemas estão o geofácies e o geótopo, definidos como um setor fisionomicamente homogêneo e a menor unidade homogênea distinguível, respectivamente.

Dentre as grandes contribuições de Bertrand a respeito da paisagem e dos geossistemas, o que mais se destaca é a inserção do homem como parte integrante do sistema a partir de uma visão holística, assim como o fato de constituir uma classificação mais compreensível e aplicável.

Mais recentemente, George Bertrand engendrou novas acepções aos geossistemas. A este novo sistema dá-se ao nome de GTP – Geossistema, Território e Paisagem, caracterizado como uma construção sistêmica que tem por escopo demonstrar a complexidade do meio ambiente geográfico (BERTRAND; BERTRAND, 2007). Nessa perspectiva, a paisagem é considerada como um todo, e este todo é o território em amplo sentido.

Assim concebida, a paisagem não é apenas a aparência das coisas, cenário ou vitrine. É também um espelho que as sociedades erguem para si mesmas e a reflete. Construção cultural e construção econômica misturadas. E sob a paisagem, há o território, sua organização espacial e seu funcionamento. O complexo território-paisagem é de alguma forma o meio ambiente no olhar dos homens, um ambiente com aparência humana (BERTRAND; BERTRAND, 2007, p. 290).

Em tal análise está imbricada a ideia do geossistema enquanto conceito naturalista, o qual permite a análise dos componentes biofísicos considerando a sua evolução mediante a influência antrópica; a noção de território, apoiado na possibilidade de analisar a organização e o funcionamento socioeconômico do espaço e; a paisagem, representando a dimensão sociocultural (BERTRAND; BERTRAND, 2007).

A grande mudança introduzida por essa abordagem é o remodelamento do conceito de paisagem, outrora definida como uma determinada porção do espaço composta por elementos físicos, biológicos e antrópicos. Nessa nova acepção ela recebe vieses de uma análise de caráter cultural. Outro fato importante é a transformação da análise dos geossistemas, uma vez que para os autores referenciados, esses constituem apenas a base material para análise paisagística, mas não representaria a paisagem, de modo algum.

1.3.1. A Análise Geossistêmica no Brasil

O estudo integrado das paisagens respaldado no viés geossistêmico no Brasil ganhou destaque em razão das obras de autores como Antônio Christofolletti, Aziz Ab'Saber e Carlos Augusto Monteiro.

Conforme as acepções de Christofolletti (1981), os geossistemas constituem um sistema natural homogêneo ligado a um território, caracterizado por uma morfologia (estrutura horizontal e vertical) e por um funcionamento. O autor aponta que eles compõem o objeto de estudo da geografia física, estabelecendo-se como organizações espaciais resultantes dos processos inerentes aos sistemas físicos.

Para além dos diferentes integrantes naturais, o mesmo autor evidencia que os geossistemas podem vir a ter sua dinâmica, estrutura e características alteradas pela atividade antrópica exercida na superfície terrestre. Nesse sentido, as atividades humanas não podem ser ignoradas, uma vez que elas participam da constituição do geossistema como mais um elemento integrante (CHRISTOFOLETTI, 1981, 1990).

A perspectiva de transformação e evolução e, principalmente, a relação entre a escala temporal e espacial é bastante discutida por A. Christofolletti. Inicialmente distingue-se a definição do termo processo espacial como “aquele que, no transcorrer do tempo, redundam em modificações e transformações nas características geométricas e no arranjo dos elementos componentes do geossistema, alterando a paisagem” (CHRISTOFOLETTI, 1990, p.08). Tal conceito é primordial para o autor, haja vista que a análise processual resulta no entendimento das transformações e conseqüente evolução do geossistema.

No tocante à análise espacial, o autor aponta como critério fundamental para a delimitação do geossistema, a escala. Afinal, é esta delimitação que permite a identificação das estruturas e dos processos intrínsecos à organização dos geossistemas. Já no concernente à escala temporal, destaca-se a necessidade de ajustes com a grandeza espacial do sistema envolvido, tendo em vista a contemplação da evolução do geossistema. Nas suas palavras,

“torna-se necessário pesquisar sobre as mudanças ocorridas nos tempos geológicos, mormente no Quaternário” (CHRISTOFOLETTI, 1990, p.28), escala compatível com a atuação humana.

Como exemplo, Christofolletti destaca os estudos de Aziz Ab’Saber como autor primordial às análises das diversidades paisagísticas brasileiras. Apesar de não ter se dedicado a obras de conteúdo teórico quanto à definição dos geossistemas, Aziz Ab’Saber (1979, 2001, 2003, 2006) traz uma gama de estudos empíricos alicerçados na compartimentação do território brasileiro em macrodomínios, numa escala regional, individualizados pela associação de atributos. Esse autor utilizou-se de preceitos similares ao de George Bertrand quanto à classificação das paisagens e dos geossistemas. Evidencia-se ao longo das obras de Aziz Ab’Saber uma análise pormenorizada das diversas paisagens trazendo por pressuposto básico um diagnóstico integrado no qual é contemplado permanentemente os dois agentes constituintes da paisagem: o meio natural e o homem.

Outra significativa contribuição foi dada por Carlos Augusto Monteiro em suas diversas obras. O autor teve contato direto com as escolas russa e francesa, conforme descrito em umas suas principais obras “Geossistemas: a história de uma procura”, fato que tornou o autor um dos maiores disseminadores da teoria geossistêmica no Brasil. Esse releva os inúmeros méritos dos estudos geossistêmicos, considerando-o como um paradigma para a geografia física, uma vez que não visa apenas a aproximar as diferentes esferas do mundo natural, mas facilitar a integração como os fatores humanos (MONTEIRO, 1996). Para ele, os geossistemas possibilitam a realização de diagnósticos integrados das paisagens, os quais podem resultar em análises prognósticas.

Monteiro (2001) também se destaca pelos estudos das derivações antropogênicas dos geossistemas, em que traz amplas contribuições no que se refere às mudanças introduzidas pelo homem (o homem como agente derivador da natureza) e as paisagens resultantes desse processo. O autor em foco ainda conceitualiza a análise geossistêmica como “um veículo de compreensão das alterações naturais e derivações antropogênicas”.

Um dos principais pontos que se enfatiza na obra de Monteiro refere-se à antropização como processo caracterizador dos geossistemas. Defende ele que a integração antrópica aos geossistemas deve ser analisada levando em consideração o trinômio:

- a) a extensão do território focalizado, o que conduz a escolha da escala de abordagem (configuração espacial); b) a duração histórica da ocupação humana e sua importância processual no jogo de relações do geossistema (configuração temporal); c) o grau de intensidade sob o qual se manifestam as ações antropogênicas em suas relações com as diferentes partes em que se subdividem os geossistemas (estrutura interna e dinamismo funcional) devendo ficar claro que estes três aspectos são susceptíveis de apresentar diferentes arranjos e combinações entre

eles (MONTEIRO, 1996, p.82).

À vista disso, a análise geossistêmica se propõe ao designio de cumprir o intrincado papel de consolidar uma análise holística, buscando aclarar a influência do sistema antrópico sobre o natural e vice-versa.

1.4. Da ecologia da paisagem à geocologia: fundamentos teórico-metodológicos

Como já afirmado, o prelúdio da geocologia está nos preceitos da ecologia da paisagem (*landscape ecology*) elaborada por Carl Troll. Esta é definida como o estudo das principais relações complexas entre a comunidade viva e seu ambiente, em uma determinada porção da paisagem (TROLL, 1970).

Com base nas observações das obras de Carl Troll, nota-se que o autor imergiu nos princípios da ecologia para explicar a estrutura vertical da paisagem, mas valeu-se fundamentalmente da geografia ao incluir a dimensão horizontal como fundamental à compreensão desta. Sob tal premissa, à ecologia da paisagem cabe abarcar os dois pontos de vista no sentido de propiciar uma análise integrada da paisagem atrelada às transformações realizadas pelo agente humano, cujo resultado é o surgimento da paisagem dita cultural (TROLL, 1968).

Observa-se nas considerações de Carl Troll e em grande parte dos autores que trabalham com a ecologia das paisagens o uso recorrente do termo “Paisagem Cultural” como referência às paisagens que têm sua estrutura, forma e função alteradas pela ação antrópica ao longo do tempo. No entanto, tal termo é igualmente usado para designar o estudo da paisagem sob o viés da subjetividade, o que implica em um outro significado e, conseqüentemente, diferentes procedimentos metodológicos. Dessa forma, percebe-se que o uso da terminologia sob enfoque em pesquisas envolvendo a geocologia pode gerar equívoco quando da sua interpretação. No âmbito desta pesquisa, esclarece-se que o termo paisagem cultural, no sentido apresentado pela ecologia das paisagens, será interpretado como paisagem antropizada ou derivada da ação humana.

O que distingue a ecologia da paisagem é o seu foco na heterogeneidade espacial, nas amplas escalas espaciais, na relação entre os elementos da paisagem, no fluxo de energia, minerais e espécies ao longo dos elementos, na dinâmica ecológica do mosaico paisagístico e no papel da ação humana (FORMAM, 1983; METZGER, 2001). Destaque deve ser dado a essa heterogeneidade, fruto da interação entre o padrão espacial e os processos ecológicos, uma vez que é este fator que diferencia os estudos geográficos dos ecólogos, já que a

paisagem se dá na heterogeneidade dos seus elementos (METZGER, 2001; TURNER; GARDNER; O'NEILL, 2001).

Troll, posteriormente, introduziu o termo geocologia (*geoecology*) com a mesma acepção dada à ecologia das paisagens, na qual é mantido o aspecto metodológico fundamental: o estudo vertical da paisagem (centrado na ordem biológica-ecológica) e a análise horizontal (voltado para a estrutura geográfico-paisagística) (TRUEBA, 2012).

Segundo as concepções de Silva; Rodriguez (2011), a Geoecologia “propicia uma contribuição fundamental para análise e diagnóstico das bases naturais de um determinado espaço geográfico”, ao interpretar as paisagens como um geossistema (RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2004).

Foi embasada na interpretação da paisagem a partir da perspectiva geocológica que a presente pesquisa foi delineada, alicerçada em seus enfoques analíticos e fundamentada no entendimento das dimensões vertical e horizontal.

1.4.1. Enfoques analíticos da Geoecologia da Paisagem

No estudo geocológico a análise da estrutura e função da paisagem é essencial. Em razão disso, a Geoecologia traz como fundamentais os seguintes enfoques analíticos: estrutural, funcional, dinâmico-evolutivo e antropogênico (LANG; BLASCHKE, 2009; RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2004).

Incorporado ao enfoque estrutural está a essência da paisagem, enfoque este que “caracteriza a forma de sua organização interior, as relações entre os componentes que a formam e das subunidades de paisagens de categoria inferior” (RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2004, p.111). Em adendo, Lang; Blaschke (2009) tratam a estrutura da paisagem como suporte ao entendimento do seu mosaico, que se revela no ordenamento espacial das unidades de paisagem. Para os ilustrados autores, as estruturas da paisagem são manifestações espaço-temporais dos processos que ocorrem, os quais geram determinados padrões, dialeticamente influenciados por estruturas espaciais dominantes.

A análise estrutural da paisagem requer, pois, um conjunto de procedimentos metodológicos a fim de delimitar a diversidade geocológica e nos quais devem estar contidas análises de cunho antrópico, já que as estruturas são fortemente influenciadas pela produção social atuante (LANG; BLASCHKE, 2009; RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2004).

Nessa trilha, o enfoque estrutural se dá na intersecção entre as dimensões vertical e horizontal da paisagem, pois o arranjo e interação dos elementos verticais (clima, vegetação,

solo, geologia, geomorfologia e ação antrópica) sob diferentes circunstâncias se revelam estruturalmente em diferentes unidades geocológicas, passíveis de delimitação na análise horizontal da paisagem.

Enquanto o enfoque estrutural preocupa-se com a organização interior da paisagem, ao enfoque funcional cabe estabelecer as relações entre seus elementos e entender o porquê dela estar estruturada desse modo (RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2004). As respostas para estes questionamentos esclarecem que os elementos que estão contidos na paisagem cumprem determinadas funções, as quais resultam em um determinado padrão de organização, originários da gênese da própria paisagem.

É a sequencia de processos que atuam permanentemente que determinam as funções geocológicas dos geossistema. Essas funções podem ser definidas em três amplas classes (RODRIGUEZ, 1994): as áreas emissoras – garantem o fluxo de matéria e energia para o restante da paisagem e correspondem aos níveis mais elevados da área; áreas transmissoras – partes da paisagem em que há o fluxo de matéria e energia das áreas mais elevadas para as áreas mais baixas, a exemplo das vertentes; e as áreas de acumulação – onde ocorre o acúmulo de matéria e energias oriundas das porções mais elevadas do terreno e, a partir daí, podem ser novamente transmitidas, sendo inseridas no contexto de paisagens dinâmicas e recentes ou em estudo evolutivo, tal como as planícies.

Com suporte em tal classificação Dias; Oliveira (2012) definiram ainda quatro sistemas quanto ao fluxo de matéria e energia: zonas dispersoras – relacionadas a áreas de topo, onde prevalecem a dispersão e movimentação do material erodido; zonas transmissoras – relacionadas às áreas de escarpa, em que há grande fluxo de material; zonas receptoras/acumuladoras - relacionadas às áreas de planícies, que se caracterizam pelo baixo fluxo de energia por possuírem baixos declives e grandes extensões, com predominância da deposição de material erodido advindos de outras unidades; e zonas transmissoras e receptoras/acumuladoras – relacionadas às áreas de contato entre o continente e o oceano, caracterizadas pelo baixo declive (o que permite a deposição de materiais com limites na área de oscilação das marés) e, portanto, apresentando alto fluxo de energia, o que propicia a erosão e retrabalhamento do material depositado.

Qualquer alteração nesse conjunto de processos pode levar à desregulação e encaminhar o sistema para situações de desequilíbrio. A este conjunto de fatores que conduz a uma sequente perda de atributos e propriedades sistêmicas que garantem o cumprimento das funções ecológicas, Rodriguez; Silva; Cavalcanti (2004) denominaram de “degradação

geoecológica”. O agente desencadeador desse processo é a ação humana já que, por vezes, as alterações introduzidas não condizem com o funcionamento dos sistemas naturais.

A depender do grau de degradação geoecológica a que um geossistema está exposto, é possível estabelecer o seu estado ambiental (RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2004, P.130-140):

- **Estável (não alterado):** conserva-se a estrutura original. Não existem problemas ambientais significativos que deteriorem a paisagem. O nível dos processos geoecológicos tem um caráter natural. A influência antropogênica é muito pequena. São núcleos de estabilidade ecológica, principalmente paisagens primárias ou paisagens naturais com limitado uso antropogênico.

- **Medianamente estável (sustentável):** refletem poucas mudanças na estrutura. Incidem alguns problemas de intensidade leve a moderada que não alteram o potencial natural e a integridade do geossistema. Constituem áreas que são desenvolvidas e utilizadas pelo homem de tal forma que o uso e ocupação das terras estão balanceados com o potencial e podem ser sustentados por várias gerações. Essas áreas necessitam de manutenção de ^{[[1]]}_{[[SEP]]}baixo custo e cuidado para assegurar que continue a sustentabilidade;

- **Instável (insustentável):** fortes mudanças da estrutura espacial e funcional de tal maneira que não consegue cumprir as suas funções ecológicas. A incidência de alguns problemas ambientais resultantes da exploração dos recursos dá lugar a um declínio na produtividade, que provavelmente se perde no curso de uma geração;

- **Crítico:** perda parcial da estrutura espacial e funcional com eliminação paulatina das funções ecológicas. Manifesta um número significativo de problemas ambientais de forte intensidade. Áreas nas quais o uso da terra e o impacto humano excederam a capacidade de suporte dos geossistemas. Resulta em uma drástica redução do potencial da terra. As paisagens que estão nesse estado necessitam da aplicação de medidas de mitigação urgentes e imediatas para recuperar o potencial natural. A mitigação dos processos geoecológicos levará pelo menos uma geração;

- **Muito crítico:** perda e alteração generalizada da estrutura espacial e funcional. O geossistema não está em condições de cumprir suas funções geoecológicas. Experimentam a atividade de um número significativo de problemas ambientais de intensidade muito forte. O potencial inicial dos recursos foi completamente destruído. Não são áreas adequadas para o uso humano. A população necessita ser realocada, o que implica enormes custos.

No que concerne ao enfoque dinâmico-evolutivo, destaca-se o conjunto de mudanças ao longo do tempo que caracteriza a evolução da paisagem. Nesta perspectiva, Bertrand (1972) apresenta a noção geográfica do “sistema de evolução geral da paisagem”. Este sistema evolutivo é guiado pelas diferentes características genéticas da paisagem e, primordialmente, pela ação dos fatores naturais ou antrópicos, os quais engendram distintos padrões evolutivos a depender do agente que tem preponderância na paisagem.

Estudiosos da paisagem como Bertrand (1972), Tricart (1976), Ingegnoli (2002), Bólos (1981), Monteiro (2001), Rodriguez; Silva; Cavalcanti (2004) enfatizam que, para além do estudo da dinâmica dos agentes naturais, há de considerar a ação humana, pois é esta que tem gerado as maiores transformações na estrutura, forma e função das paisagens, fazendo parte do contínuo evolutivo.

A inserção do homem na paisagem produz uma “neodinâmica” que varia conforme a função que a paisagem desempenha (DIAS, 1998). Essa nova dinâmica dificulta sobremaneira os estudos prognósticos, afinal, sem grandes alterações as paisagens seguem regras naturais que culminam em um processo evolutivo mais fácil de ser avaliado, diferente das paisagens antropizadas cuja evolução será guiada por agentes de difícil predição.

1.4.2. Cartografia Geoecológica: forma, função e processos nos mapas

À cartografia geoecológica compete a representação da forma, função e fenômenos intrínsecos à paisagem, com vistas a elucidar questões diversas dentro do estudo do meio ambiente, a exemplo de impactos ambientais, vulnerabilidade, riscos, diagnósticos e prognósticos, entre outros.

Segundo Menezes; Neto (2001) o estágio inicial do mapeamento geoecológico deu-se após a década de 1960, quando da introdução da ecologia, e posterior geoecologia das paisagens, à cartografia. De acordo com os autores, a cartografia geoecológica é uma dimensão da cartografia ambiental, a qual incube-se de representar os relacionamentos e inter-relacionamentos entre o meio ambiente e os componentes da paisagem. Assim, a cartografia geoecológica distingue-se da ambiental em razão de três fatores: interação homem-natureza e suas consequências para o meio ambiente; ação dinâmica (representação das transformações, vetores e interações sobre o tempo); representação das relações e inter-relações entre os elementos das paisagens (MENEZES; NETO, 2001).

Pode-se afirmar que os preceitos da cartografia geoecológica estão associados ao próprio surgimento do termo geoecologia, nas obras de Carl Troll. À época o autor já

ressaltava a importância das fotografias aéreas para o estudo da ecologia da paisagem, esclarecendo que embora estas não são capazes de elucidar todos os processos inerentes às paisagens, oferecem uma gama de informações e possibilitam estudos pormenorizados, a exemplo da análise horizontal da paisagem (TROLL, 1968, 1970).

Dentre os referenciais utilizados, destaca-se a proposta de Silva; Gorayeb; Rodriguez (2010), para quem o mapeamento geológico possibilita a representação de diferentes tipos de mapas de unidades de paisagem, com enfoques e escalas diversas. Com relação à escala, os autores citados estabelecem quatro diferentes níveis de grandeza, com níveis taxonômicos específicos determinados pelas escalas: a) mapas muito detalhados (1: 2.000 a 1: 10.000); b) mapas detalhados - comarcas e localidades (1: 10.000 a 1: 100.000); c) mapas gerais - localidades e regiões (1: 100.000 a 1: 250.000); e d) mapas muito gerais - tipos de paisagens (1: 250.000 a mais).

Acredita-se que os objetivos científicos e práticos do uso do mapeamento geológico, no que concerne à aplicação no planejamento e estudo de impactos ambientais, podem ser resumidos essencialmente (KARNAUKHOVA, 2003):

- (a) diferenciação dos parâmetros morfogenéticos da paisagem;
- (b) inventário dos seus recursos e da sua capacidade suporte;
- (c) reflexão a degradação dos componentes naturais provocada pela atividade humana;
- (d) diferenciação da estrutura funcional das suas unidades (subsistemas);

Nesse sentido, Menezes; Neto (2001) apontam para uma característica básica das representações cartográficas de cunho geológico: a necessidade de um arcabouço de informações para a realização do mapeamento, fato este que suscita a utilização dos SIGs (Sistemas de Informações Geográficas) como instrumental para a elaboração dos mapas de elevada complexidade.

Para os autores citados, os mapeamentos geológicos abarcam uma série de temáticas:

- características naturais da paisagem e sua evolução temporal;
- diferenciação de características em relação à estabilidade, face às atividades humanas;
- estrutura da paisagem;
- subsistemas associados de paisagem, com forma de uso da terra: urbana, rural, industrial entre outras;
- sistemas de feições socioeconômicas importantes (tomada de decisão, sítios industriais, transportes), associados ao seu efeito no meio ambiente;
- estado de sistemas de paisagem baseado em interação de fatores;

- tendência de condição de paisagem sobre a influência antrópica;
- sistemas de observação voltado à preservação do potencial ecológico da paisagem.^[11]_{SEP}

Sublinha-se, ainda, dentro da cartografia geocológica, os mapas de avaliações, os quais têm o objetivo de representar os processos que podem ocorrer em uma determinada porção da paisagem em função de determinadas características biofísicas e antrópicas analisadas a partir do viés da geocologia (MENEZES; NETO, 2001). Tais mapas envolvem os estudos de vulnerabilidade e riscos, por exemplo.

1.5. O sistema costeiro: a dinâmica biofísica e antrópica da paisagem

Neste item discute-se a dinâmica de uma das paisagens mais modificadas pela ação antrópica, a costeira. Essa é definida por Suguio (2001) como o limite entre o continente e o oceano, caracterizando-se pela natureza geológica do continente (litologias e arcabouço tectônico) e pelas energias das ondas e dos ventos. Por isso é um ambiente em constante modificação, influenciado por agentes oceânicos, atmosféricos e continentais (NEVES; MUEHE, 2008).

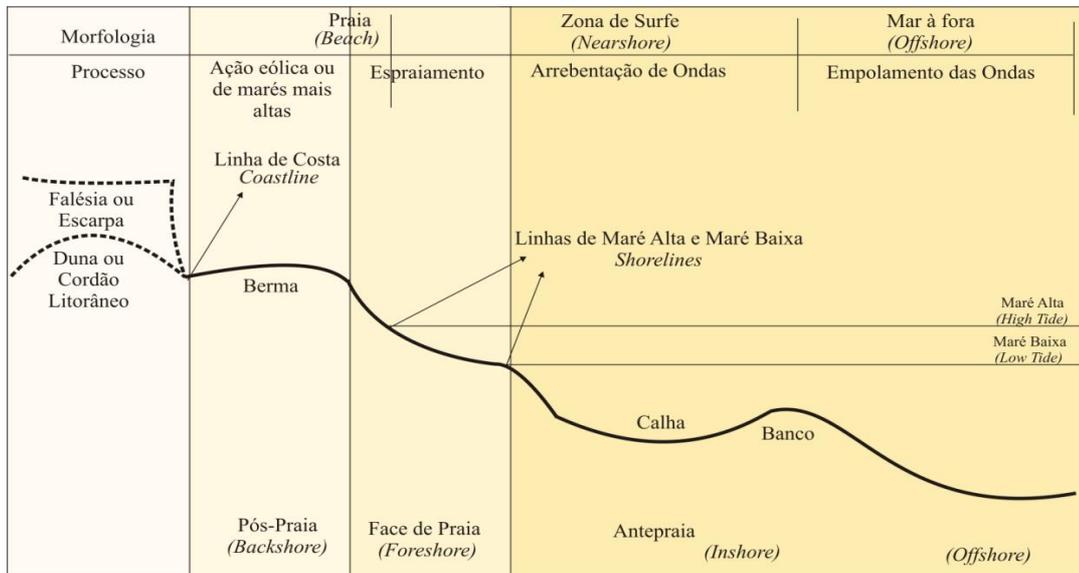
As transformações na paisagem em destaque ocorrem em escalas de tempo diferenciadas, variando entre a escala de tempo geológica (longo prazo), macroescala e escala de eventos (médio prazo) e instantânea (curto prazo). Essa escala espaço-temporal consiste na análise dos processos, respectivamente, em milênios e séculos, décadas e anos ou em meses e dias.

1.5.1. O ambiente praias

No ambiente costeiro, as praias são definidas como uma acumulação de sedimentos inconsolidados que se estendem da linha de maré baixa até o início de formações como falésias, campos de dunas, cordões litorâneos ou até a linha de vegetação fixa (KOMAR, 1998). De acordo com Davis; FitzGerald (2004), este ambiente é a parte da costa mais ativa e, portanto, suscetível a grandes modificações.

A praia é limitada interiormente por feições como dunas costeiras, cordões litorâneos, falésias ou pela vegetação fixa estabilizada e, exteriormente, pela zona de surfe (*nearshore*) (DAVIS; FITZGERALD, 2004; KOMAR, 1998) (Figura 8).

Figura 8 – Morfologia da costa e compartimentos da praia.



Fonte: Modificado de Komar (1998).

As principais mudanças que ocorrem no ambiente costeiro, e especificamente, no ambiente praiial, são geradas pela ação dos agentes que modelam as costas, a exemplo dos ventos, das ondas, das correntes e das marés, que juntos fornecem energia que geram processos de transporte, erosão e deposição (BIRD, 2008). As modificações que ocorrem nesses ambientes são causadas, em parte, pela troca bidirecional de sedimentos entre o limite externo (base da antepraia) e o limite interno (praia) e o transporte longitudinal (DAVIS; FITZGERALD, 2004).

A linha de costa, de grande importância dentro do estudo do ambiente em comento, é definida como “a interface entre a terra e a água [...] em que sua posição sobre a praia varia em função das marés, altura das ondas, inclinação da praia, maré meteorológica e granulometria da praia” DOLAN *et al* (1980 *apud* ESTEVES, 2003).

No que se refere às variações, são apontados no quadro 6 os principais agentes naturais envolvidos. Somam-se a estes as causas antrópicas, que atuam em uma escala temporal de horas a centenas de séculos, destacando-se: controle dos fluxos fluviais, estruturas costeiras de grande porte, aterros e fechamentos de canais, manejo estrutural da zona costeira, estruturas na zona de surfe, estruturas de contenção e alimentação artificial da praia (STIVE *et al*, 2002).

O grande problema que provém das referidas variações é o processo de recuo da linha da costa, que em áreas ocupadas pode provocar prejuízos socioeconômicos. A erosão costeira só é considerada um problema quando ela atinge áreas que apresentam algum tipo de uso e/ou

ocupação (MORTON, *et al*, 1983). Como aponta Terich (1987), as construções de estruturas rígidas sobre um ambiente que se desloca com grande frequência resultam em conflitos entre a ocupação e a dinâmica praial.

Apesar de se caracterizar como um fenômeno advindo de causas naturais, a erosão costeira pode ser acentuada pelo homem que, geralmente para conter o processo, constrói estruturas de contenção sobre dunas ou cordões litorâneos que acabam por impedir a troca bidirecional de sedimentos entre os ambientes, resultando na supressão dessa fonte de alimentação da praia (CLAYTON *et al*, 1992).

Quadro 6 – Causas e fatores naturais associados às variações na linha de costa.

| Escala | Causas e fatores naturais |
|--|--|
| Longuíssimo prazo (escala temporal: séculos até milênios; escala espacial: cerca de 100 km ou mais). | <ul style="list-style-type: none"> - Suprimentos sedimentar; - Mudanças do nível relativo do mar; - Mudanças batimétricas; - Estrutura geológica; - Mudanças climáticas a longo prazo; - Morfologia antecedente. |
| Longo prazo (escala temporal: décadas a séculos; escala espacial: cerca de 100 km) | <ul style="list-style-type: none"> - Flutuações do nível relativo do mar; - Variações climáticas regionais; - Ciclo dos canais de maré; - Eventos extremos. |
| Médio prazo (escala temporal: anos a décadas; escala espacial: cerca de 1 a 5 km). | <ul style="list-style-type: none"> - Variação do clima de ondas; - Ciclos das barras na zona de surfe; - Eventos extremos. |
| Curto prazo (escala temporal: horas a anos; escala espacial: cerca de 10 a 1 km) | <ul style="list-style-type: none"> - Condições de ondas e marés; - Variações climáticas sazonais. |

Fonte: Modificado de Stive *et al*, 2002.

1.5.2. Dunas costeiras

As dunas compõe um ecossistema único na interface espacial entre o continente e o oceano, presentes em vastas áreas do mundo, com grande relevância para o ambiente costeiro (MARTINEZ; PSUTY; LUBKE, 2004).

Essas feições são definidas como formas da paisagem de origem derivada da ação eólica, presentes majoritariamente em ambientes costeiros cuja oferta de sedimentos finos e desprendidos é constante (MARTINEZ; PSUTY; LUBKE, 2004). Para a ocorrência de um ambiente dunar é necessário um grande e contínuo suprimento de sedimentos, ação eólica constante para realizar o transporte e área para que os sedimentos sejam acumulados (GOLDSMITH, 1971; BIRD, 2008).

Segundo Bird (2008), os sedimentos dunares têm características semelhantes aos sedimentos de praia dos quais são derivados, sendo caracterizados pela presença de quartzo, feldspato e partículas de calcário (incluindo foraminíferos e conchas trituradas). Análises granulométricas apontam que os sedimentos dunares são mais bem classificados, e na maioria das vezes mais finos, com superfícies mais polidas, resultado da abrasão durante o transporte pelo vento (PSUTY, 2004).

Um importante fator no processo de fixação das dunas é a vegetação, a qual influencia na morfologia e desenvolvimento dessas feições. A retirada da vegetação pode resultar em modificações morfológicas das dunas, pois estas ficam mais suscetíveis à erosão eólica, o que pode gerar muitos transtornos às ocupações no entorno dunar.

Quanto à formação, grande parte das dunas originaram-se no período do Quaternário, sendo as mais antigas conhecidas como dunas pleistocênicas e as mais recentes, no tempo geológico, como dunas holocênicas, ambas formadas durante os processos de transgressão e regressão marinha (BITTENCOURT, *et al* 1983).

Psuty (2004) realizou classificação distinguindo os diferentes tipos de dunas de acordo com a troca de sedimentos e o seu desenvolvimento (Quadro 7).

As dunas que estão associadas diretamente ao sistema praias são conhecidas como dunas frontais, definidas como cumes de areia formadas na região da pós-praia. O desenvolvimento desse tipo de duna tem uma importante relação com a vegetação, já que esta reduz a força de cisalhamento e apresenta uma rugosidade superficial que promove a deposição da areia (BIRD, 2008). As dunas frontais aumentam conforme os processos de acreção sedimentar, geralmente associados a praias em progradação com balanço sedimentar positivo ao longo do tempo.

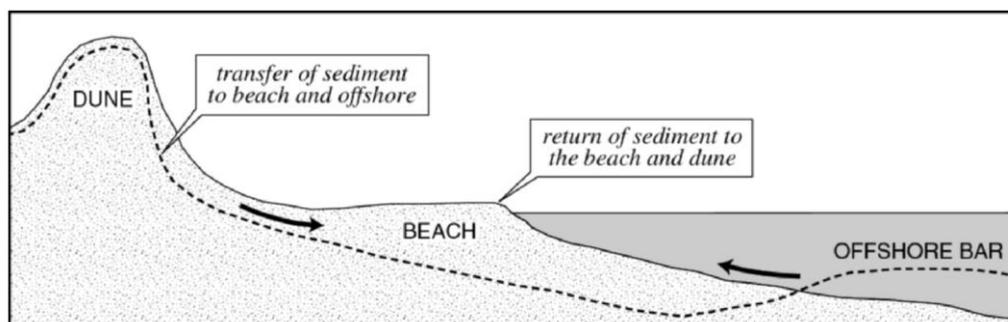
A interação entre as dunas e o sistema praias é muito importante para o entendimento da dinâmica desse ambiente. Há uma troca de sedimentos entre praia e duna na medida em que os ventos carregam sedimentos da praia para as dunas adjacentes. Já nos momentos de ondas de tempestade ou na ocorrência de processos erosivos, as dunas servem de anteparo e de fonte de sedimentos para o sistema praias (Figura 9) (PSUTY, 2004).

Quadro 7 – Classificação das Dunas.

| | |
|-------------------|---|
| Dunas Primárias | Refere-se à duna frontal inserida no perfil praia/duna. Há troca de sedimentos ativo entre estes componentes do perfil. Esta é uma área em que há acúmulo de areia e representa uma reserva de sedimentos neste setor. No entanto, em várias escalas temporais, pode vir a acumular ou perder sedimentos, até mesmo não ter alteração no balanço sedimentar. A duna frontal é geralmente uma crista linear paralela à praia. Pode migrar para mais para o interior, como parte de uma mudança de todo o perfil, pode ser estável quanto à localização, ou ainda deslocar-se em direção ao mar. A duna frontal é dinâmica e é a única forma de dunas que é totalmente dependente de uma localização costeira. |
| Dunas Secundárias | <p><u>Ativa</u> – São resultantes da modificação da duna primária ou por transferências de areia para o interior da posição de uma duna primária. A característica geral é a migração ativa de areia representado por depressões de deflação e morfologias parabólicas ou em crescente.</p> <p><u>Estável</u> - Dunas que não estão mais na duna frontal ativo são, mas não estão transgredindo. Essas dunas podem ter sido encahadas por causa da progradação do litoral ou podem ter sido estabilizadas pela vegetação durante a sua migração para o interior. Eles podem ter a configuração de uma duna frontal linear ou pode ter qualquer das formas transgressivas associados à mobilidade anterior. Esta forma de dunas é uma paleo-característica que retém a morfologia das dunas, mas não está sendo mantido por processos formativos de dunas.</p> |
| Lençol de areia | Áreas de transferências muito ativos de sedimentos em porções mais interioranas. Não há forma ou função de dunas. Estas grandes áreas de areia expostas podem ser em locais de altas taxas de erosão e constituem um transferência contínua de areia para posições mais ao interior. Lençóis de areia e representam um movimento unidirecional de areia desde a sua origem na praia. |

Fonte: Psuty (2004).

Figura 9 – Troca bidirecional de sedimentos entre duna e praia.



Fonte: PSUTY, 2004.

Martinez; Psuty; Lubke (2004) destacam que apesar da abrangência e da importância do ambiente dunar, tais áreas em todo o mundo vêm sucessivamente sendo destruídas ao

longo tempo, caracterizando estágios avançados de degradação. Em função da grande concentração populacional no ambiente costeiro associado ao valor paisagístico embutido nessas áreas, o desmonte irregular de dunas vem ocorrendo, seja para aterramentos ou para fins recreativos, fato que tem desregulado o ambiente costeiro e gerado inúmeros impactos ambientais. Em algumas áreas os ecossistemas dunares têm sido deteriorados de forma irreversível, fato que suscita medidas mitigadoras e preventivas quanto ao uso e ocupação desse ambiente (MARTINEZ; PSUTY; LUBKE, 2004).

1.5.3. A planície de maré e seus subambientes

A planície de maré pode ser subdividida considerando sua altitude com relação à maré, a qual condiciona o período e a frequência das inundações, assim como em função dos diversos ecossistemas que a compõem (ANGULO, 1990). Há uma porção que é colonizada pela vegetação de mangue (intermarés), outra porção desprovida de vegetação, conhecida como região de Apicum (supramaré) e a região subaquosa (inframaré).

O manguezal possui sua definição baseada principalmente num elenco de espécies vegetais com adaptações características (ANGULO, 1990). A vegetação de mangue cresce na parte superior das áreas de maré nas margens dos estuários, lagoas e costas protegidas da forte ação das ondas (BIRD, 2008). Bigarella (1946, p. 72) afirma que “o significado de manguezal refere-se ao aspecto geográfico-geológico da formação em si; isto é, a associação vegetal caracterizada por certo número de halófilas, que são designadas indistintamente por mangue, vicejando sobre os bancos de lodo”. A partir do mesmo entendimento, Schaeffer-Novelli *et al* (2002) esclarece que o termo manguezal é usado para definir um grupo de árvores e arbustos pertencentes à diversidade florística tropical e que compartilham características fisiológicas e adaptações especiais que permitem a persistência em áreas alagadas, salinas, com solo empobrecido de oxigênio e substratos não-consolidados.

Bigarella (1946, p. 73) descreve a formação da flora de manguezal da seguinte forma:

Nos bancos areno-argilosos de sedimentação intermediária tem início o desenvolvimento da flora de manguezal. O banco é primeiramente ocupado por uma gramínea. Entre as hastes dessa gramínea acumula-se uma pequena quantidade de lodo que favorece a ocupação por mangue. O mangue edifica-se rapidamente num pequeno bosque, tendendo a um desenvolvimento cada vez maior. O mangue que aí cresce não é um formador de terra, como pareceria à primeira vista, mas sim um fixador, auxiliando a fixação dos sedimentos, através do seu emaranhado de raízes, podendo contribuir como um acelerador da última fase da sedimentação, necessitando espaços com deposição positiva de sedimentos. Esta fixação é débil, sendo que, a ilha ou margem da baía podem ser facilmente destruídas pela erosão motivada pelas ondas ou correntes, sem, contudo, opor grande resistência. O

manguezal cede, pouco a pouco, terreno e destruído na sua base de sustentação o mangue acaba por tombar. Nos pontos em que a ação erosiva se fez sentir encontramos diversos espécimes de mangue tombados.

De acordo com McKee (1996), os principais fatores determinantes para a existência e distribuição dos manguezais são: o clima – já que os manguezais restringem-se basicamente às áreas tropicais associadas a precipitações médias e elevadas; a salinidade – apesar da presença do sal não ser determinante para o crescimento do mangue, tal fator se torna importante pelo fato de a salinidade eliminar outras plantas vasculares que não se adaptam à presença do sal; a flutuação das marés – apesar de não ser um requisito, desempenha papel indireto importante ao levar água salgada ao interior dos estuários, estendendo a área de cobertura do manguezal, bem como ao influenciar no transporte de sedimentos e nutrientes para o ambiente do mangue; e os sedimentos e as energias das ondas – os manguezais crescem mais efetivamente em um ambiente de deposição de baixa energia, sem ação direta das ondas.

Assim, em um apanhado geral, essas paisagens e suas formas são modeladas pelo contínuo ajustamento da ação das ondas, das marés, associado a processos construtivos e erosivos (SCHAEFFER-NOVELLI et al, 2000).

No que concerne à importância ecológica dos manguezais, McKee (1996) e Schaeffer-Novelli (1999) destacam a contribuição para a formação do solo, estabilização das costas, habitat imprescindível para diversos organismos marinhos, assim como pela produção de detritos que podem contribuir para a produtividade em águas marítimas. Outra característica importante a respeito desse ecossistema refere-se à capacidade de promover a progradação do litoral (WOODROFE, 1992).

No que alude à cobertura vegetal, de acordo com Schaeffer-Novelli (1999), as angiospermas do mangue do litoral brasileiro pertencem a três gêneros: *rhizophora* (mangue vermelho encontrado nas franjas de bosque em contato com o mar ou ao longo dos canais e desembocaduras), *Avicennia* (mangue preto o qual ocupa terrenos da zona entremarés) e *Laguncularia* (mangue branco encontrado em costas banhadas por águas de baixa salinidade).

Outro importante subambiente da planície de maré refere-se ao apicum, que corresponde a uma área geralmente arenosa, ocorrendo principalmente na porção mais interna do manguezal. Seus limites são definidos em função do nível médio das premares de sizígia e do nível das premares equinociais (HADLICH; UCHA, 2009; SCHAEFFER-NOVELLI, 1999).

Essa zona pertence à sucessão natural do manguezal, tendo sua origem associada à deposição de areias finas durante as enchentes de preamar, processo que pode tornar o ambiente cada vez mais arenoso e ocasionar a morte da vegetação (BIGARELLA, 1947). De tal modo, este subambiente é desprovido de cobertura vegetal ou apresenta vegetação do tipo herbácea, sendo caracterizado pela elevada salinidade e por se desenvolver em zonas marginais dos manguezais, localizadas entre manguezais e terras secas mais altas adjacentes, assim como no interior dos bosques, constituindo os chamados apicuns inclusos (HADLICH; UCHA, 2009).

1.5.4. Terraços marinhos e cordões litorâneos

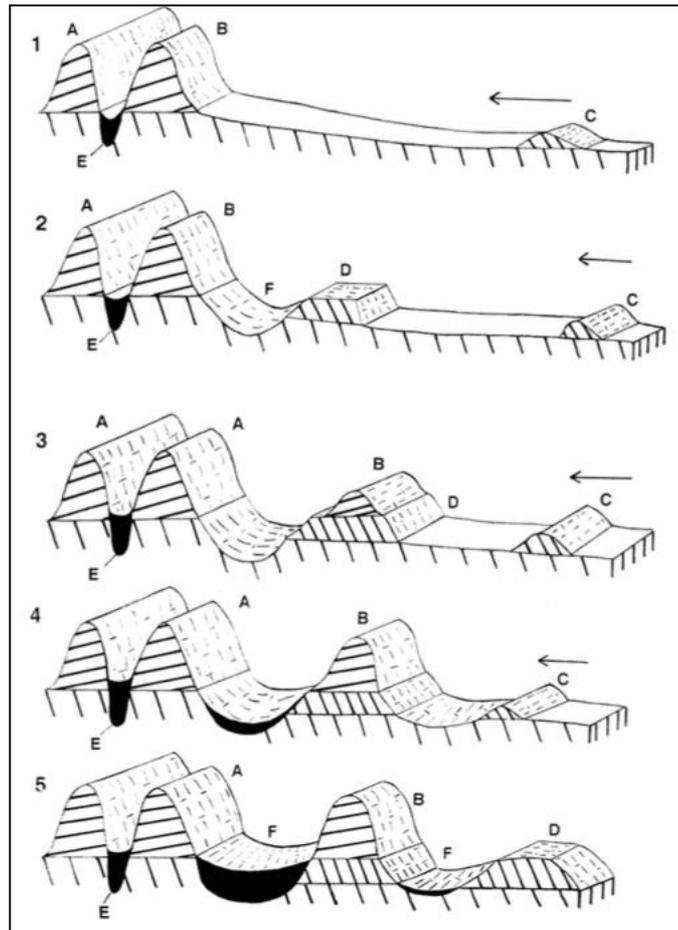
Os terraços marinhos são modelados de acumulação marinha levemente ondulados, caracterizado pela presença na superfície de cordões litorâneos lineares separados por terras baixas úmidas, às vezes, úmidas. Os terraços foram formados no período do Quaternário durante as transgressões e regressões marinhas (BITTENCOURT *et al.*, 1983), individualizados em terraços marinhos pleistocênicos, formados na primeira fase da regressão marinha, e os terraços marinhos holocênicos resultaram da última regressão, correspondendo à porção adjacente da linha de costa atual.

Os cordões litorâneos ou cristas de praias são feições deposicionais litorâneas paralelas à linha de costa, dispostos de forma alongada (SOUZA *et al.*, 2008). Elas são paleolinhas de praias, indicativas de planícies costeiras progradadas a longo prazo. À medida que a costa avança em direção ao mar, novos cordões litorâneos são formados como indicativo de progradação.

Otvos (2000) aponta que os cordões litorâneos (*beach ridge*) são frequentemente encontrados na composição das planícies costeiras quaternárias, caracterizando-se como indicadores do aumento do nível do mar e de mudanças de posicionamento na linha de costa. Segundo o autor, em face de uma infinidade de denominações conflitantes, os cordões são redefinidos como cristas de praia estreitas, fruto do acúmulo de sedimentos que se tornaram isolados do impacto diário de processos de erosão da costa, singularizados como um testemunho fundamental das planícies costeiras. Outra característica morfológica é uma depressão alongada, geralmente rasa, entre dois cordões, também paralelo à costa. Quanto à composição sedimentar, tende a ser similar à das praias adjacentes, com possíveis modificações de textura (TAYLOR; STONE, 1996).

A adição de novos e sucessivos cordões de praia defronte aos antigos resulta na formação de uma planície de cordões litorâneos. Na figura 10 é demonstrado um bloco diagrama apontando um modelo esquemático de evolução da planícies formadas por sequências de cordões.

Figura 10 – Diagrama esquemático da formação dos cordões litorâneos.



(a) Formação de cordões litorâneos em cenários de meso-marés. (A) Testemunho de cordões litorâneos a partir de dunas frontais; (B) Dunas frontais ativas; (C) Migração de barras arenosas em direção a terra; (D) Estabilização de cordões litorâneos; (E) Área pantanosa e lagoa estreita entre dunas frontais continuamente progredidas; (F) lagoas preenchidas por pântanos formadas na retaguarda dos cordões arenosos.

Fonte: Otvos (2000)

Quanto à origem, há autores que defendem que são precedidos por bermas, que quando isoladas da ação das ondas, em função da progradação do litoral, podem dar origem a cordões após processos sequenciais de acúmulo de sedimentos (DAVIES, 1958 *apud* TAYLOR; STONE, 1996). Já outros autores defendem o papel da vegetação como primordial, visto que uma berma não-vegetada poderia sofrer deflação eólica e ser destruída, antes de originar um cordão (MCKENZIE, 1958 *apud* TAYLOR; STONE, 1996).

O cordão tende a aumentar quando as correntes costeiras conseguem trazer mais sedimentos do que as ondas conseguem retirar. Em outras palavras, quando a disponibilidade de sedimentos é maior que a taxa de erosão (TAYLOR; STONE, 1996). Assim, uma plataforma larga e rasa é fundamental, uma vez que possibilita a formação de ondas capazes de transportar grande quantidade de sedimentos.

De acordo com Taylor; Stone (1996), é evidente na literatura que há um consenso geral sobre os fatores mais significativos que influenciam a construção dos cordões litorâneos: abundante suprimento de sedimentos na antepraia; regime de ondas que propiciem o carreamento de sedimentos; e as flutuações no nível do mar.

No entendimento de Hesp *et al* (2005), há uma certa confusão quanto à origem dos cordões litorâneos. Os autores esclarecem que deve haver uma distinção morfodinâmica evidente entre dunas frontais, bermas e cordões litorâneos. Nesse raciocínio redefinem os cordões de praia como o acúmulo de sedimentos alinhados, formado pela ação das ondas e constituídos por depósitos de areia, seixos, cascalhos e pedregulhos, tipicamente construído acima do nível da maré alta. Assim, em síntese, os cordões litorâneos são puramente ou principalmente depósitos marinhos formados pela ação das ondas.

1.5.5. Derivações Antropogênicas da Paisagem Costeira

A paisagem costeira do Brasil, palco principal do processo de colonização, tem sido utilizada desde então para fins de povoamento e exploração dos recursos naturais, o que historicamente caracteriza a concentração da ocupação nas bordas do litoral do país. Nesse contexto sobressai o interesse atual da população que busca nesse ambiente opções de lazer e moradia, além das possibilidades econômicas, circunstância esta que reflete o alto nível de antropização da zona costeira brasileira. Há de se destacar que, a despeito desse aspecto, em função dos mais de 7.000 Km de costa, ainda existem grandes vazios demográficos circundando o litoral brasileiro.

Alicerçado no conceito de derivações antropogênicas da paisagem elaborado por Carlos Augusto Monteiro, avalia-se o processo de transformação do sistema costeiro em razão da contínua intervenção humana, fato que resulta no surgimento das paisagens intensamente derivadas.

A zona costeira é um espaço que possui especificidades e apresenta vantagens quanto ao aspecto socioeconômico, o que se explica a crescente valorização dessas áreas (MORAES, 2007). Tal conjuntura resulta em unidades costeiras bastante alteradas, em que se destaca, por

vezes, a supressão e sequente substituição de sistemas naturais, como dunas e manguezais, por edificações. A completa ou parcial alteração das funções geológicas desses ambientes tem resultado em impactos ambientais consideráveis, além do surgimento de conflitos entre a dinâmica natural e a dinâmica antrópica.

Discorrendo sobre as mudanças na dinâmica costeira que são induzidas pela ação humana, Tessler; Goya (2005) colocam que as intervenções mais habituais na zona costeira brasileira estão relacionadas ao uso e ocupação do solo ou, mais diretamente, à construção de infraestrutura urbana, como casas, orlas e ruas em regiões que são afetadas pela ação do mar, principalmente em períodos de tempestades.

No mesmo sentido, Angulo; Andrade (1982) assinalam que,

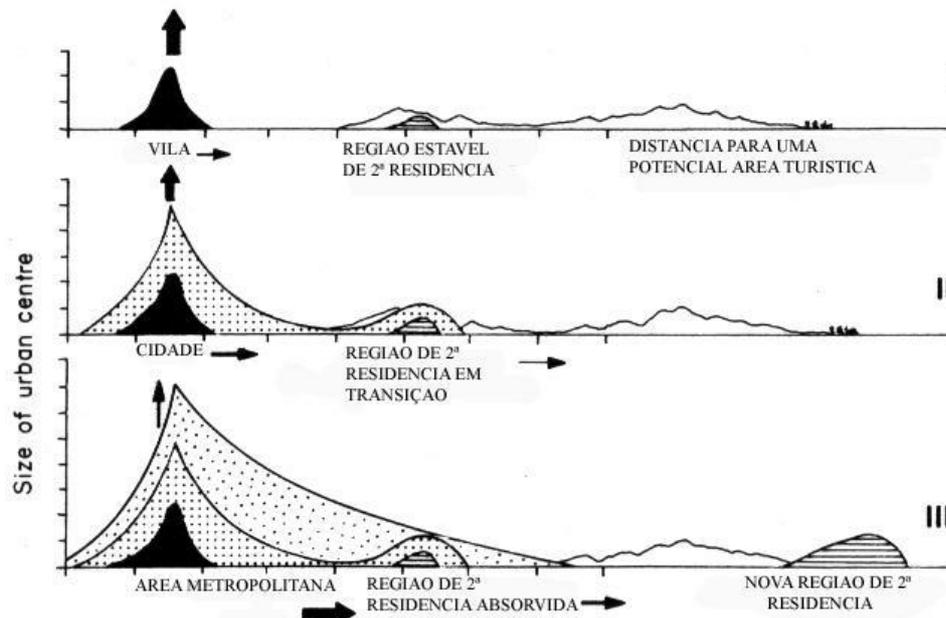
Inúmeros problemas relacionados com a instabilidade do meio ambiente, tem preocupado nos últimos anos a particulares e órgãos públicos. Essa instabilidade é às vezes natural e outras, desencadeadas pela ocupação inadequada. Com o aumento da ocupação, multiplicam-se também o impacto dos processos naturais e os desequilíbrios antrópicos [...] os desequilíbrios antrópicos são desencadeados por uma ocupação inadequada da área mais próxima a praia [...] (Angulo; Andrade, p. 681, 1982).

Destacam-se, nessa perspectiva, as concepções de Moraes (2007) sobre os vetores de ocupação antrópica para a zona costeira, autor que traz uma proposta de análise dos indutores responsáveis pelo nível de antropização do referido ambiente. Ele destaca como principais vetores: as segundas residências, a urbanização, o turismo e ação estatal. Tais vetores atuam contínua e conjuntamente, sucedendo-lhes repetidas transformações na paisagem costeira sem necessariamente considerar os impactos originados de tamanha interferência.

As formas de ocupação das áreas costeiras variam em razão da localidade. Tem-se observado no cenário nacional, entretanto, novas formas de apropriação de determinados espaços litorâneos com base em um padrão similar de assentamento, no qual Macedo (2004) destaca a ocupação efetiva de espaços antes destinados à expansão, à reserva de valor/especulação ou ainda a segundas residências.

É nesse seguimento que se discute o resultado da expansão urbana das cidades costeiras. Observa-se uma tendência comum, tal como explicitado na figura 11, em que se verifica inicialmente um núcleo urbano ladeado com uma área destinada a segundas residências e, posteriormente, a área turística em potencial.

Figura 11 – Modelo de expansão da ocupação em cidades litorâneas.



Fonte: Lundgren, 1974 *apud* Pearce, 1987, p.196

Com o crescimento da cidade há um processo de transição dos espaços de segundas residências para residências fixas até que a área respectiva seja completamente aglutinada à cidade. Frequentemente tal processo tem como condutor principal a atuação conjunta entre a especulação imobiliária e a ação estatal. Para além disso, ganha destaque o apelo do “morar defronte ao mar”, realidade que gera uma supervalorização dos espaços costeiros.

É nesse sentido que Macedo (2004) trata dos padrões quanto à ocupação das zonas reservadas. O autor discute a transformação de espaços litorâneos a partir dos loteamentos destinados à reserva de valor, moradias fixas e segundas residências. Para tanto ele considera que,

Juntamente com a consolidação do bairro praiano nas cidades costeiras, surge uma outra figura urbana, a do loteamento costeiro que, bordejando praias e costões, instala-se e multiplica-se por todo o país [...]. Toda a ocupação é voltada para a exploração marítima dos valores paisagísticos ligados à praia e ao mar [...] em função desses atrativos, vão sendo construídos, ao longo da costa, caminhos que servem de apoio ao assentamento dos loteamentos que hoje representam um importante papel na indústria imobiliária”. (MACEDO, 2004, p. 48).

Em função desse padrão de assentamento há a ocupação de áreas pouco distanciadas dos grandes centros urbanos que apresentam parte de suas características naturais preservadas e geralmente foram ocupadas por populações tradicionais. O autor destaca que na maioria das vezes esses loteamentos, cuja função é explorar o valor paisagístico do ambiente praial, são

destinados às classes mais altas, fato que resulta no deslocamento de comunidades tradicionais para áreas mais distantes da frente litorânea.

Esse padrão de assentamento redundando na modificação da morfologia existente, já que a paisagem é submetida a um modelo de desenho que não respeita as características naturais da área. Logo, “toda e qualquer forma de urbanização traz mudanças ao ambiente original, mas pode-se afirmar que esses padrões convencionais de tecido urbano são altamente incompatíveis com o meio a que vão ser inseridos [...] e provocam a destruição quase total desses ambientes [...]” (MACEDO, 2004, p. 46).

Cima (1991 *apud* Schaeffer-Novelli, 1999), no mesmo sentido, aponta que muitos dos loteamentos firmados à beira-mar têm por consequência o aterro de lagoas e áreas úmidas, típicas desta paisagem, assim como a eliminação de vegetação responsável pela fixação de dunas, entre outros diversos impactos, os quais tendem a inviabilizar a dinâmica geocológica desses ambientes. Ademais, a partir do momento em que o ambiente perde seu poder de autorregulação, a própria população, incluindo suas atividades econômicas, pode vir a ser prejudicada em razão do desequilíbrio natural.

De tal forma, como resultado do processo contínuo de intervenção antrópica, os principais componentes dos ecossistemas costeiros que sofrem direta ou indiretamente os impactos de tal intervenção são: os recifes de coral e ilha (cujo impacto resulta na degradação de espécies únicas); cobertura vegetal litorânea (mangue, mata atlântica, restinga, coqueirais etc, o que resulta na perda de potencial ecológico); corpos d’água litorâneos (processo de assoreamento e alvo de lançamento de substâncias tóxicas); e o patrimônio cultural e modos tradicionais de vida (CIMA, 1991 *apud* Schaeffer-Novelli, 1999).

CAPÍTULO II

RISCOS: PRODUÇÃO, CONCEITUALIZAÇÃO E TIPOLOGIAS

2.1. Historicidade e a produção do risco

Reconhecer a existência de um risco ou um conjunto de riscos é aceitar não só a possibilidade de que as coisas possam sair erradas, mas que esta possibilidade não pode ser eliminada.
(GIDDENS, 1991).

Os estudos relacionados a riscos têm figurado nos cenários das pesquisas envolvendo a dinâmica ambiental, em função da associação, por vezes conflituosa, entre agentes naturais e agentes antrópicos. Este conceito, em razão da sua amplitude e importância, está no cerne de inúmeras discussões em variadas áreas da ciência. Assim, as diferentes perspectivas de análise sobre o mesmo conceito o tornam plural e passível de diversas definições, diferentes propostas metodológicas e distintas formas de mensuração.

O termo risco é também de uso frequente no senso comum, uma vez que denota em essência a ideia de concretização de algo mediante a ocorrência de um evento o qual, via de regra, redundará em uma consequência negativa. Nesse sentido, seu uso acaba sendo amplo e habitual, dado que os indivíduos estão expostos a tais eventos em razão da multiplicidade de fenômenos do dia a dia.

Não obstante a percepção acurada de como o risco se define no viés do senso comum e da ciência, é importante ressaltar que esse não se configura apenas em razão do acontecimento de algo negativo, ou ainda, da materialização de um evento (que estava apenas no campo da probabilidade). O entendimento dos agentes produtores e desencadeadores deve compor a noção de risco, fato que torna seu estudo complexo e multifacetado.

Nesse sentido, traz-se para o durame desta discussão o conceito de risco considerando as diferentes visões das diversas áreas da ciência, a exemplo da Sociologia, da Geologia, da Geomorfologia e, principalmente, nos fundamentos da Geografia, em que se destacam não somente a conceitualização, classificação e mensuração, mas também, todos os atores envolvidos na produção do risco.

Nesse sentido parte-se inicialmente da percepção sociológica, a qual trata particularmente da produção do risco dentro da sociedade, a partir das discussões realizadas por dois notáveis sociólogos: Giddens (1991) e Beck (2011). Tais autores dedicaram parte de suas obras para traçar a historicidade dos riscos, incluindo-os como variante das diversas formas de organização social, que se modificaram segundo as relações estabelecidas na era da modernidade. Vale destacar que o autores citados analisam a produção do risco no âmbito da formação e vislumbres da sociedade moderna, focando primordialmente a escala global.

Com a finalidade de esclarecer, inicialmente, o que vem a ser o risco na visão sociológica, Beck (2011) discorre,

Neles, exprime-se, sobretudo um componente futuro. Este baseia-se em parte na extensão futura dos danos atualmente previsíveis e em parte numa perda geral de confiança ou num suposto "amplificador do risco". Riscos têm, portanto, fundamentalmente haver com antecipação, com destruições que ainda não ocorreram mas que são iminentes, e que, justamente nesse sentido, já são reais hoje (BECK, 1991, p. 39).

Para além da conceitualização do risco, é acrescido nas discussões contidas na obra de Ulrich Beck todo o processo de construção da sociedade moderna e industrial. O autor esclarece no início das suas ponderações que: "na modernidade tardia, a produção social da riqueza é acompanhada sistematicamente pela produção social dos riscos (1991, p.23)".

Giddens (1991) também centraliza parte da sua discussão na produção do risco tendo por pressuposto as transformações sociais ocorridas desde a emergência do capitalismo, comparando os riscos na pré-modernidade aos riscos na modernidade. O autor traz para o cerne da sua discussão a contraposição entre os riscos de origem natural, atrelados à sociedade pré-moderna, aos riscos de origem antrópica, diretamente associados à emergência da sociedade moderna.

Dentro desta discussão Giddens (1991) cita um conceito que está diretamente associado à produção do risco - "o ambiente criado". Este se refere a um ambiente de ação que é físico, mas não está somente sob a égide dos agentes naturais. É neste ponto que há a ruptura entre os riscos existentes na pré-modernidade, relacionados primariamente ao ambiente sob a ação exclusiva da natureza, dos riscos da modernidade. A presença do conceito de risco ainda era pouco usual naquele período, já que havia uma tendência das populações tradicionais a atribuir eventos catastróficos a adversidades da natureza, ou até mesmo, associar à questão das divindades presentes nas crenças religiosas.

Ao se referir "a um novo perfil de risco introduzido pelo advento da modernidade" Giddens (1991) aponta não somente para as transformações do ambiente físico advindos das novas relações econômicas, mas principalmente para a mudança na percepção do risco pela sociedade. Quanto às alterações do ambiente, há uma consciência global de que os riscos não são originários das "intenções da Deidade", mas resultantes das nossas próprias escolhas e atividades (GIDDENS, 1991), fato que alerta para quem são os verdadeiros agentes produtores do risco.

Concernente à percepção, Beck (2011) e Giddens (1991) afirmam que na modernidade há uma diminuição da consciência do risco. Isto não se refere à exiguidade de conhecimento a respeito do que ele representa, e sim à ausência da noção de que ele está presente em diversas coisas dos dias que não são tão perceptíveis aos olhos. Duas passagens dos autores ilustram essa compreensão:

É de se notar, que as ameaças de então, à diferença das atuais, agastavam somente ao nariz e aos olhos, sendo, portanto, sensorialmente perceptíveis, enquanto os riscos civilizatórios atuais tipicamente escapam à percepção, ficando pé, sobretudo, na esfera das fórmulas físico-químicas (BECK, 2001, p 26).

Fazer uma lista dos perigos que enfrentamos tem em si um efeito amortecedor. Torna-se uma litania que é ouvida apenas vagamente por parecer tão familiar. Somos bombardeados constantemente com estes problemas, de modo que eles se tomaram, em sua intrabilidade, parte do segundo plano (GIDDENS, 1991, p.141).

Nossa “sociedade de risco” é catastrófica (basta considerar os riscos advindos das alterações climáticas), muito embora este "estado de exceção" por vezes se converta em normalidade (BECK, 1991). Tal discussão é muito pertinente na atual conjuntura mundial, e até mesmo em escalas regionais e locais. A noção de que o risco é real (nas diversas escalas) existe por parte da população, todavia, em função dos diversos riscos aos quais estamos expostos cotidianamente, acaba-se por desprezar a existência de parte deles, circunstância esta que tende a potencializá-los.

Além disso, observa-se que a percepção do risco está atrelada a dimensão espacial, pois quanto mais distante o risco estiver da realidade individual, mas ignorado ele é. No domínio subjetivo, em geral há uma preocupação muito maior quanto ao risco de ser assaltado, do que com risco de ocorrência de uma hecatombe nuclear, mesmo que em ambos os casos a implicação seja a morte. Daí desponta uma lógica contraditória, quanto maior a escala de alcance do risco, ou seja, quanto mais global ele for, mais longínquo da percepção da comunidade ele estará.

Ao se adentrar na era moderna, o mundo capitalista/industrial/globalizado possibilitou o surgimento de diversos instrumentos e medidas que tornou o mundo mais "seguro" diante da existência dos diversos perigos que assolaram a sociedade pré-moderna, a exemplo das epidemias. Apesar dessas descobertas e da contínua evolução da técnica e da ciência, a sociedade tem estado exposta a outros tantos riscos, produzidos na própria modernidade (GIDDENS, 1991).

Interessante esboçar outra vertente que se cruza nas discussões de Beck (2011) e Giddens (1991) no tocante à diferenciação de classes e sua relação com o risco. Beck (2011)

reflete sobre tal temática tendo em vista duas inclinações nas quais ele observa os riscos que são indiferentes às condições sociais e aqueles que não os são. Dentro da primeira vertente encontram-se os riscos que podem assolar a humanidade indistintamente. Ao considerar "sociedades de risco simplesmente não são sociedades de classes", Beck (2011) esclarece que os riscos originários da modernização possuem um padrão distributivo globalizante, uma vez que há um "universalismo das ameaças" fruto do atual padrão industrial. Tais riscos, a exemplo das bombas nucleares e do fatalismo ecológico, podem ser deflagrados e não acometerão apenas a população mais vulnerável socialmente. O autor ainda enfatiza que:

Em sua disseminação, os riscos apresentam socialmente um efeito bumerangue: nem os riscos nem os poderosos estão seguros diante deles. Os anteriormente 'latentes efeitos colaterais' rebatem também sobre os centros de sua produção, Os atores da modernização acabam, inevitável-e bastante concretamente, entrando na ciranda dos perigos que eles próprios desencadeiam e com os quais lucram (BECK, 1991, p.44).

Na segunda vertente, muito mais expressiva nas escalas locais, encontram-se o que Giddens (1991) reconhece como "riscos diferenciais" e Beck (2011) denomina de "riscos específicos de classes". Ambos os autores consideram que populações mais vulneráveis socialmente, tendem a estar mais expostas à situação de riscos pela impossibilidade de arcar com situações que lhes proporcionem maiores níveis de segurança. Tais riscos perfazem as diversas situações da vida destas populações, envolvendo riscos relacionados ao desemprego, à saúde, à moradia etc.

Partindo dos pressupostos discutidos pelos autores supracitados, observa-se que o risco é produzido socialmente a partir das constantes modificações no ambiente. Este é fruto de um processo de modernização que resultou em transformações científico-tecnológicas capazes de causar situações de perigo que, por vezes, se apresentam com um potencial destrutivo muito maior que aqueles frutos dos perigos ditos naturais da pré-modernidade e com os quais a sociedade convive e está exposta cotidianamente, quer conscientemente ou não.

2.2. Risco: Conceitualização e tipologias

O risco tende a ser incessantemente adjetivado em função dos atores preponderantes na sua produção ou no seu desencadeamento. Há uma gama de variáveis: riscos

ambientais, riscos naturais, riscos geológicos, riscos geomorfológicos, riscos sociais, riscos tecnológicos, riscos biológicos etc. Apesar das inúmeras adjetivações, todas as categorias de riscos englobam os componentes da probabilidade/incerteza e um resultado que implica em algum tipo de perda.

A origem dos estudos voltados para os riscos é discutida por diversos autores, a exemplo Manrandola; Hogan (2004) e Aneas de Castro (2000). Ambos ressaltam a importância do Gilbert F. White, junto com Ian Burton e Robert W. Kates, que dedicaram suas obras ao estudo dos "*natural hazards*" (perigos naturais), posterior à década de 1920, motivados pelos problemas com as enchentes nos Estados Unidos. Aneas de Castro (2000) defende que só após a década de 1970 é que os estudos de riscos, e também dos perigos, ganharam ênfase e maturidade, principalmente na década de 1980, em função do crescimento dos movimentos ambientalistas. Já na década de 1990, a autora aponta para o aumento dos números de estudos voltados para esta temática e a crescente "tomada de consciência" pela sociedade da dimensão e da diversidade dos perigos e riscos.

Aneas de Castro (2000) finaliza suas considerações a respeito do desenvolvimento do estudo dos riscos ao longo dos anos, trazendo uma relevante consideração a respeito da mudança dos perigos e riscos no decorrer das décadas, o que a autora denomina de "*transición de peligros*" e "*transición de riesgos*". Em adendo, retomam-se neste momento as discussões de Beck (2011) e Giddens (1991), os quais, apesar de partirem de premissas diferentes da autora Aneas de Castro, convergem para a mesma ideia ao considerar que vários riscos foram extintos em função da modernização, não obstante inúmeros outros tenham surgido, contraditoriamente, do mesmo processo.

O que se observa portanto é a existência de uma situação paradoxal entre o implacável progresso humano e o aumento do sentimento de insegurança, e o conseqüente aumento da vulnerabilidade das sociedades modernas. Tal decorre do fato de o crescimento econômico e os riscos estarem enraizados no mesmo processo de mudança que está em curso (SMITH; PETLEY, 1991; VEYRET, 2013). Veyret (2013), particularmente, identifica que atualmente a sociedade é muito mais sensível a alterações climáticas, seja na escala local ou global, em função de atividades econômicas desenvolvidas, como turismo e agricultura, das quais inúmeros países dependem. Uma enchente, uma nevasca, uma seca prolongada gera hoje prejuízos econômicos muito maiores do que os causados à sociedade pré-moderna, uma vez que os componentes "perdas e prejuízos" são infinitamente maiores.

Atentando-se para a definição do risco, observa-se que há uma gama de autores que têm se dedicado recentemente ao estudo dessa temática. Há inúmeras conceitualizações e

elevadas quantidades de métodos para a sua mensuração, conquanto esta multiplicidade gere, por vezes, algumas imprecisões na composição do próprio conceito. No quadro 8 são trazidas algumas das principais conceitualizações para o risco.

Constata-se que as diversas definições, apesar de partirem de abordagens diferenciadas, centralizam o conceito em torno do ideário de incerteza, probabilidade, perdas e prejuízos. Fundamentado nas definições expostas, percebe-se também que o conceito de risco transcende a escala espacial, permeando a escala temporal, uma vez que entremeia não apenas a concretude de perdas e prejuízos, mas também a previsibilidade de determinados acontecimentos que podem levar a tais circunstâncias. Assim, a definição de risco tem intrínseca a ela o elemento passado e presente para a realização de diagnósticos. Está carregada de futuro, entretanto, ao necessitar de prognósticos para sua mensuração e prevenção.

Corroborando as acepções expostas, Hollnagel (2008) assinala que há muitas definições de risco e na maioria das vezes ela envolve a noção de um resultado adverso ou um potencial impacto negativo, o qual surge derivado de algum processo que está ocorrendo no presente ou que poderá acontecer. Para o autor, a dimensão do risco refere-se à perda resultante e à probabilidade. O risco é considerado alto se: a perda for grande, a probabilidade for alta ou ambos os fatores. O risco é considerado baixo se: a perda for pequena, se a probabilidade for baixa ou ambos.

Quadro 8 – Conceitos para risco.

| Conceitos | Autores |
|---|--|
| <i>Risk is the perception of an individual or group of individuals in the likelihood of a potentially hazardous and damage-causing event.</i> | Almeida (2014) |
| Percepção de um perigo possível, mais ou menos previsível por um grupo social ou por um indivíduo que tenha sido exposto a ele. Representação de um perigo que afetam os alvos e que constituem indicadores de vulnerabilidade. É a tradução de uma ameaça, de um perigo para aquele que está sujeito a ele e o percebe como tal. | Veyret (2013) |
| Possibilidade de ocorrência de um acidente. | Cerri; Amaral (1998) |
| Corresponde à probabilidade de acontecimento de um evento perigoso como prejuízo para o ser humano, a sociedade e o ambiente. | Cunha; Ramos (2013) |
| Refere-se à probabilidade de ocorrência de processos no tempo e no espaço, não constantes e não determinados, e à maneira como estes processos afetam (direta ou indiretamente) a vida humana. | Castro, et al (2005) |
| Grande perda prevista devido a um determinado fenômeno natural e em função tanto de um perigo natural quanto da vulnerabilidade. | Organização das Nações Unidas, (1984) |
| A probabilidade de ocorrência de um perigo. | Aneas de Castro (2000) |
| A probabilidade de ocorrer consequências danosas ou perdas esperadas (mortos, feridos, edificações destruídas e danificadas, etc.) como resultado de interações entre um perigo natural e as condições de vulnerabilidade local. | United Nations Development Programme – UNDP (2004) |
| Uma medida de probabilidade e severidade de um efeito adverso para a saúde, propriedade ou ambiente. Riscp é geralmente estimado pelo produto entre a probabilidade e as consequência. Entretanto, a interpretação amis generic de risco envolve a comparação da probabilidade e consequências, não utilizando o produt matemático entre estes dois termos para expresser os níveis de risco. | AUGUSTO FILHO (2001) |
| <i>Meaning the expected number of lives lost, persons injured, damage to property and disruption of economic activity due to a particular natural phenomenon, and consequently the product of specific risk and elements at risk.</i> | United Nations Disaster Relief Organization - UNDRO (1979) |

Fonte: Organização da autora.

Há uma relação entre os distintos níveis de riscos, o imediatismo das consequências de alguns destes e as diferentes percepções resultantes. Um determinado tipo de risco só é considerado pela sociedade como alto, em geral, no momento que origina grandes e visíveis consequências (VEYRET, 2013). Esse tipo de risco apresenta efeitos que são sentidos em curto prazo, a exemplo de terremotos e erupções vulcânicas, cujos resultados são grandes perdas. O problema reside no fato de que grande parte dos riscos aos quais estamos expostos

hoje não são tão visíveis, muito menos sentidos em curto prazo. Alguns processos são extremamente lentos, mas podem ter consequências gigantescas em longo prazo. No entanto, acabam sendo relegados em função da não percepção instantânea dos seus efeitos. É o que Veyret (2013, p.77) denomina de "risco difuso", o qual, nas palavras desta, "são mais difíceis de serem apreendidos, menos espetaculares, mais traiçoeiros e menos midiáticos".

A discussão do risco difuso é extremamente pertinente para o caso da zona costeira brasileira. Como grande parte da nossa costa está associada a planícies, não é habitual a preocupação com os riscos associados à ocupação, já que aparentemente suas consequências são mínimas. Diferentemente, por exemplo, das costas associadas a serras e a falésias, cuja ocupação irregular associada a excessos pluviométricos potencializa os riscos associados ao deslizamento de terras. Nestes casos, os riscos são muito mais percebidos pela população. Essa percepção errônea, para o caso das planícies costeiras, acaba por inibir a avaliação dos riscos e conseqüentemente a elaboração de políticas públicas. Em se tratando das políticas, para o caso do Brasil, há de considerar a não elaboração e/ou não efetividade destas até para as áreas onde o risco é mais visível, a exemplo das encostas.

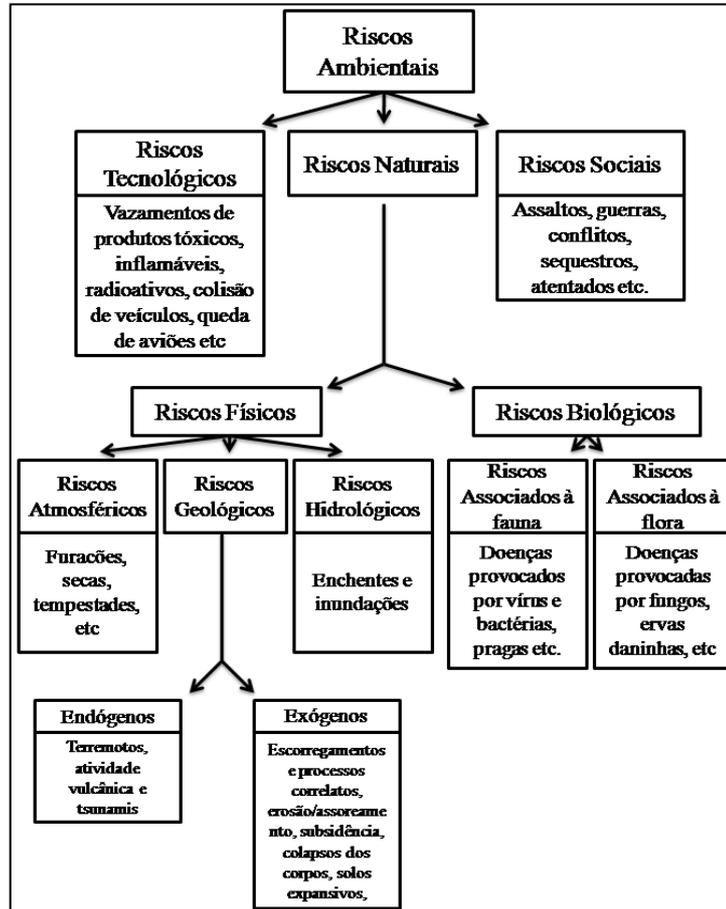
No que concerne aos eixos de abordagens que envolvem o estudo dos riscos, destacam-se: um relacionado às Geociências, cujas pretensões de análise prendem-se aos processos rápidos e catastróficos; um outro eixo relacionado aos riscos empresariais e financeiros e; um outro que se refere aos estudos geográficos, cujos objetivos perfazem os riscos ambientais, sociais e tecnológicos (CASTRO; PEIXOTO; RIO, 2005). As análises realizadas na presente tese, cujo objetivo é a avaliação do risco na perspectiva geocológica, enveredaram pelas discussões que envolvem os riscos ambientais.

Este é tido por vários autores, das vertentes geográfica, geológica e ciências afins, como o conceito que engloba todas as outras dimensões do risco. Egler (1996) classifica o risco ambiental em três categorias básicas: risco natural, risco tecnológico e risco social. O referido autor dimensiona o risco ambiental, o qual é "associado ao comportamento dinâmico dos sistemas naturais, isto é, considerando o seu grau de estabilidade/instabilidade expresso na sua vulnerabilidade a eventos críticos de curta ou longa duração, tais como inundações, desabamentos e aceleração de processos erosivos" (p.4).

Em uma mesma linha de pensamento, Veyret (2013, p. 63) define o risco ambiental como "a associação entre os riscos naturais e os riscos decorrentes de processos naturais agravados pela atividade humana e pela ocupação do território". Já no que concerne à categorização, Cerri; Amaral (1998) trazem uma classificação pormenorizada do risco ambiental na mesma linha do que foi apresentado por Egler (1996), mas com destaque para

subdivisões dos riscos naturais (Figura 12).

Figura 12 – Classificação dos riscos.



Fonte: Cerri; Amaral (1998).

É na vertente dos riscos ambientais que se encontra o risco natural. Considera-se que ao tratar de riscos é impossível dissociá-lo da presença do homem, de modo que o termo "natural" diz respeito ao processo que pode desencadear o risco, seja este geológico, atmosférico etc. (VEYRET, 2013).

Os estudos que se relacionam com o risco têm o desafio de trabalhar a partir dos limites da previsibilidade, principalmente nos casos em que se trata do estudo relacionado a sistemas complexos (EGLER, 1996). O conjunto de atores envolvidos e o arranjo das relações dentro de tais sistemas são intrincados, fato que redundará na difícil mensuração do risco.

2.3. Perigo (*hazard*): componente no estudo do risco

É de suma importância destacar que à medida que se discute o risco há outros conceitos que são complementares, a exemplo do perigo, da vulnerabilidade e dos desastres. Esses elementos são intrínsecos à concepção de risco, uma vez que este existe em função de um perigo, pode ter a possibilidade de ocorrência alargada pelo grau de vulnerabilidade de um dado ambiente ou população e, ao sair do campo da probabilidade e se concretizar, pode resultar em um desastre.

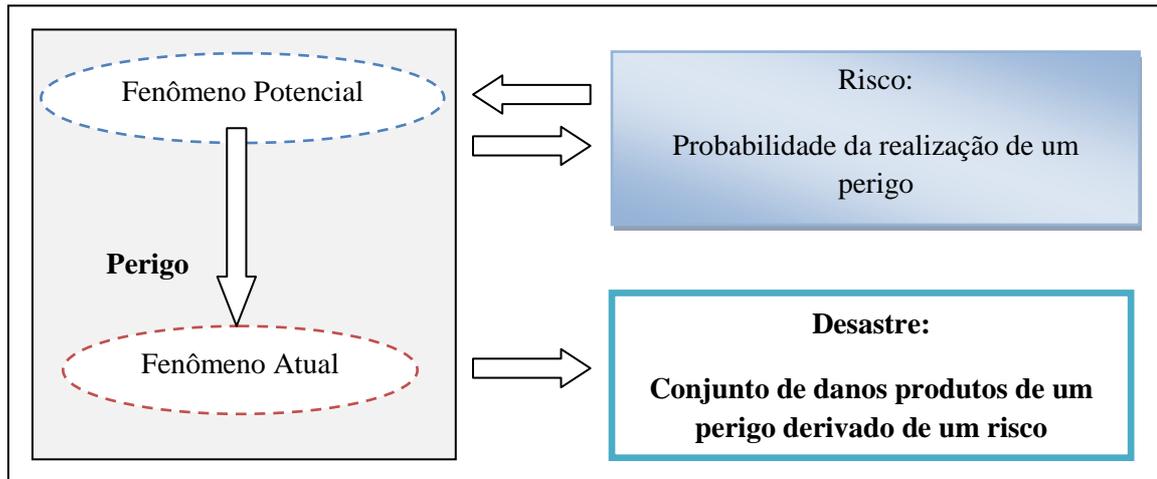
Faz-se aqui uma breve referência à relação entre as palavras – perigo, risco e *hazard*. Marandola; Hogan (2004) apontam para esta situação, até certo ponto conflituosa, pois há uma indefinição quanto ao significado do termo *hazard* entre diversos autores. Há alguns que utilizam *hazard* como sinônimo de perigo, como Aneas de Castro (2000), enquanto outros o conectam ao conceito de risco, a exemplo de Monteiro (1991).

Nessa pesquisa o uso do termo *hazard* será vinculado ao perigo, tendo por base os esclarecimentos expostos pelo geógrafo Keith Smith e pela UNDRO (*United Nations Disaster Relief Organization*). Na definição dos termos relacionados aos desastres, a UNDRO difere *natural hazard* do conceito de *risk*, estabelecendo que este se define como o grau de perda esperado devido a um fenômeno natural particular e em função tanto do perigo quanto da vulnerabilidade. Já o *hazard* significaria a probabilidade de ocorrência de um evento natural potencialmente danoso, ou seja, um perigo. Na mesma linha de raciocínio, Smith (1992) diferencia o *hazard* do *risk* considerando que este é a probabilidade de ocorrência de um perigo.

Há ainda outros dois termos que possuem o mesmo significado de *hazard* – perigosidade e *áleas*. Este é trazido por Veyret (2013), da escola francesa, que o define como “acontecimento possível, pode ser um processo natural, social ou econômico, e sua probabilidade de realização” (p.24). Já o termo perigosidade é bastante utilizado na escola portuguesa dedicada ao estudo dos riscos e possui a mesma acepção do termo perigo (enquanto evento potencialmente danoso) no Brasil.

Com a proposta de distinguir os conceitos de risco, perigo e desastre, Aneas de Castro (2000) propõe o esquema exposto na figura 13 no sentido de analisar a relação entre estes três conceitos. Observa-se que a ideia de perigo está relacionada à existência de um fenômeno em potencial, o qual pode vir a ocorrer e, no caso de geração de danos, configurar-se como um desastre. É por esta razão que na ideia de risco está imbricada a probabilidade de ocorrência de um perigo, provocando alguma situação negativa, em maiores ou menores proporções, a depender da vulnerabilidade.

Figura 13 - Relação entre os conceitos de Risco, Perigo e Desastre.



Fonte: Modificado de Aneas de Castro (2000).

A principal diferença entre o perigo e o risco é o fato daquele caracterizar-se como uma fonte de desastres, no sentido da ocorrência de eventos naturais/antrópicos que podem gerar algum tipo de dano, enquanto o risco é medido como o produto da probabilidade e da perda. Em suma, o perigo é a causa, o risco é a provável consequência (SMITH; PETLEY, 1991). De tal modo, não há situações de risco que não sejam precedidas por um perigo, muito menos um perigo que não se apresente atrelado a um risco.

Neste ponto se acrescenta outra discussão: a existência do perigo e do risco em função do homem. Aqui se retoma uma importante colocação de Giddens (1991) para quem "o risco é criado socialmente e conexo ao conceito de perigo". E, acrescenta-se aqui, o próprio conceito de perigo enquanto produto social.

Ao investigar uma situação de perigo e, conseqüentemente, de risco, sempre há a propensão clara de analisá-los tendo em vista o viés humano, afinal, o risco só se concretiza se houver a geração de algum dano ao homem. Exemplos clássicos muito utilizados nos estudos são os casos das enchentes ou fenômenos atmosféricos (exemplo de ciclones). Enchentes em áreas de planície de inundação e ciclones em regiões tropicais são apenas fenômenos naturais intrínsecos às características físicas destes ambientes. Só possuem a denotação de "perigo" quando da sua ocorrência em áreas antropizadas. Assim, os perigos naturais não são puramente fenômenos físicos fora da sociedade, pois podem também estar ligados às incontáveis decisões individuais para resolver e desenvolver propensão ao perigo (SMITH; PETLEY, 1991).

A colocação de White (1974, p.03) corrobora essa elucidação "*by definition, no natural hazards exists apart from human adjustment to it. It always involves human*

initiative or choice. Floods would not be hazards were not man tempted to occupy floodplains²". O mesmo se aplica aos riscos, ainda mais fortemente, uma vez que o risco em todos os termos está associado à presença humana.

Por conseguinte, a percepção humana do perigo dá-se não pela sua pura e simples existência enquanto fenômeno da natureza, mas quando, aos olhos humanos, parece ser extremo, factível enquanto gerador de prejuízos ou raros dentro do tempo de vida do indivíduo (SMITH; PETLEY, 1991). Isto posto, aquiesce-se que o perigo é uma interpretação humana.

É embasado nessa perspectiva que Smith; Petley (1991) trazem a conceitualização dos *environmental hazards* (perigos ambientais), que extrapola o entendimento de *natural hazards* (perigos naturais). Para estes os perigos ambientais denotam as ameaças que pesam sobre a sociedade humana por eventos que se originam e são transmitidos através do meio ambiente.

White (1974), Smith; Petley (1991) e Jones (1993) defendem que a classificação dos *hazards* apenas como natural já caiu no descrédito diante da complexa relação entre a natureza e o homem, afinal poucos são os eventos naturais que não repercutem sobre as atividades humanas. Ademais, a ação humana tem contribuído sobremaneira para a criação de *hazards* (JONES, 1993). Ressalta-se que ainda é recorrente o uso do termo "*natural hazards*", principalmente para denotar perigos que possuem como processo desencadeador a ação de agentes naturais.

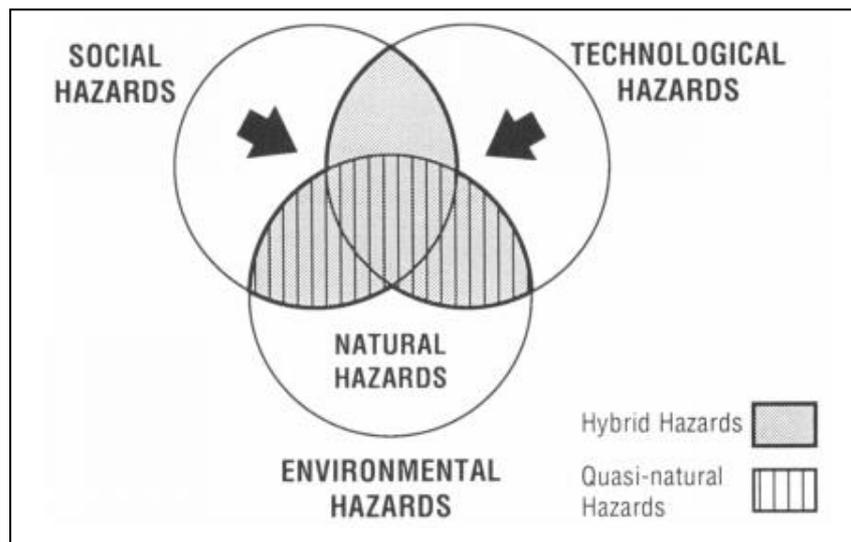
O contexto discutido aponta para a seguinte premissa, a qual servirá de base para a presente pesquisa: o perigo e o risco só existem em função da existência do homem, tendo suas origens atreladas a fatores naturais, a fatores humanos ou, ainda, à ação conjunta desses fatores.

É nesse sentido que Aneas de Castro (2000) considera a existência de três tipos de perigo, qualificados quanto ao agente desencadeador: o perigo natural (quando a origem do fenômeno que produz o dano tem sua origem na natureza); o perigo antrópico (quando o fenômeno que produz a perda tem sua origem em ações humanas) e; o perigo ambiental (quando o evento que causa o prejuízo tem causas combinadas). A autora ainda considera que perigos naturais podem ser agravados pela ação humana, e os perigos antrópicos podem ser agravados pela ação natural.

² Por definição, não há perigos natural para além do ajuste humano a ele. Este sempre envolve iniciativa ou escolha humana. Inundações não seriam considerados perigos, se o homem não ocupasse as áreas de várzeas.

Avigorando os princípios trazidos por Aneas de Castro (2000) e White (1974) e na tentativa de classificar os perigos (*hazards*) enquanto sua origem, Jones (1993) traz uma valorosa contribuição. Inicialmente o autor afirma que é muito comum para os geógrafos dividir os *hazards* em dois grupos: "*natural hazards*" e "*techonological hazards*". Todavia, para o referido autor, o *hazard* é muito mais complexo, pois sua origem não pode ser delimitada somente em função da ação humana ou da ação natural. Assim, a fim de trazer um espectro envolvendo as variáveis contidas na origem dos *hazard*, Jonas (1993) classifica-os quanto à sua gênese e às interligações existentes em: *Social Hazards* (resultante do comportamento humano), *Technological Hazards* (emanado da estrutura tecnológica, processos e produtos) e *Environmental Hazards* (operado pelo ambiente físico e pela biota), De acordo com o autor supracitado, destaca-se ainda os *hybrid hazards* e os *Quase-natural Hazards*, cujas origens são muito mais complexas em função da incidência e pressão dos *hazards* sociais e tecnológicos sobre o meio natural (Figura 14).

Figura 14 – O espectro do “Hazard”.



Fonte: Jones (1993).

A discussão a respeito dos perigos que afetam os homens ou são ligados a sua ação foi exposto com base na historicidade dos estudos envolvendo os *hazards*, realizado pelos autores Smith; Petley (1991). Estes trouxeram relevante contribuição ao apontarem para a evolução dos diferentes paradigmas que perfizeram e ainda perfazem as análises dos perigos ambientais (Quadro 9).

Quadro 9 – A evolução do paradigma dos perigos ambientais.

| Período | Nome do Paradigma | Principais Questões | Principais Respostas |
|----------------------|--------------------------|--|--|
| Antes de 1950 | Engenharia | Quais são as causas físicas para a magnitude e a frequência de desastres naturais em determinados locais e como proteção pode ser oferecida contra as consequências mais prejudiciais? | Previsão meteorológica científica e grandes estruturas projetadas e construídas para se defender contra os riscos naturais, especialmente aqueles de origem hidrometeorológicas. |
| 1950-1970 | Comportamental | Por que os perigos naturais criam mortes e danos na economia nos Países Desenvolvidos e como podem as mudanças no comportamento humano minimizar o risco? | Melhoria a curto prazo e melhor ordenamento do território a longo prazo para que os seres humanos possam evitar os locais mais propensos a desastres naturais. |
| 1970-1990 | Desenvolvimento | Por que as pessoas nos países menos desenvolvidos sofrem tão severamente em desastres naturais e quais são as causas históricas e socioeconômicas atuais dessa situação? | Maior consciência da vulnerabilidade humana ao desastre e uma compreensão de como o baixo desenvolvimento econômico e a dependência política contribuem para a vulnerabilidade. |
| 1990- | Complexidade | Como os desastres e impactos podem ser reduzido de forma sustentável no futuro, especialmente para as pessoas mais pobres, em um mundo em rápida mudança? | Mais ênfase nas interações complexas entre a natureza e a liderança humana para a gestão melhorada em longo prazo dos riscos de acordo com as necessidades. |

Fonte: Smith; Petley (1991). Organização da autora.

Os desdobramentos dos quatro paradigmas apontam que há diferentes perspectivas para a compreensão do perigo a depender das questões consideradas como eixo principal. Observa-se que o paradigma da engenharia (*engineering paradigm*) que vigorava antes da década de 1950, tinha por escopo basicamente a construção de estruturas extremamente

resistentes a possíveis eventos de cunho natural, a fim de proteger as populações mais expostas (SMITH; PETLEY, 1991).

Já o paradigma comportamental traz pela primeira vez a preocupação entre a relação perigo/ação humana, traçando até que ponto os perigos devem ser atribuídos apenas à ação da natureza. Como grande representante deste paradigma, aponta-se Gilbert White, o qual trouxe grandes contribuições ao estudar as enchentes nos Estados Unidos e destacar que os perigos naturais não podem ser externalizados, mas, ao contrário, ligados às ações humanas no espaço.

Foi o pesquisador Gilbert White que introduziu uma perspectiva social ao estudo dos perigos e deu início aos questionamentos a respeito da real existência do termo "*natural hazards*", uma vez que para o autor o perigo é uma criação humana e tem sua concretização muito em função das suas escolhas. Desta forma, é reconhecida a existência de uma relação conflituosa entre o homem e o meio, sendo perceptível, principalmente, nas diferentes formas de ocupação do espaço.

Extreme natural events illuminate one aspect of the complex process by which people interact with biological and physical systems. Every parameter of the biosphere subject to seasonal, annual, or secular fluctuation constitutes a hazard to man to the extent that his adjustments to the frequency, magnitude, or timing of its extremes are based on imperfect knowledge.

[...]

Natural hazard was defined as an interaction of people and nature governed by the coexistent state of adjustment in the human use system and the state of nature in the human use system and the state of nature in the natural events system. Extreme events which exceed the normal capacity of the human system to reflect, absorb, or buffer them are inherent in hazard. An extreme event was taken to be any event in a geophysical system displaying relatively high variance from the mean. (WHITE, 1974, p. 3-4).

De acordo com White (1974) as pesquisas que estão inseridas neste paradigma devem compreender os seguintes aspectos: estimativa da extensão da ocupação humana em áreas sujeitas a extremos eventos da natureza; determinação da gama de possibilidades de ajustes pelos grupos sociais àqueles eventos; exame de como a população percebe os eventos extremos e o perigo resultante; exame do processo de escolha de ajustamentos de redução de danos e; estimativa de quais seriam os efeitos de diferentes políticas públicas sobre esse conjunto de respostas humanas.

Em que pese as contribuições dos estudos inseridos no paradigma comportamental, observa-se que da incursão na era moderna e em toda a evolução que nela se processou restou claramente demonstrado que os desastres que ocorrem cotidianamente não podem ser

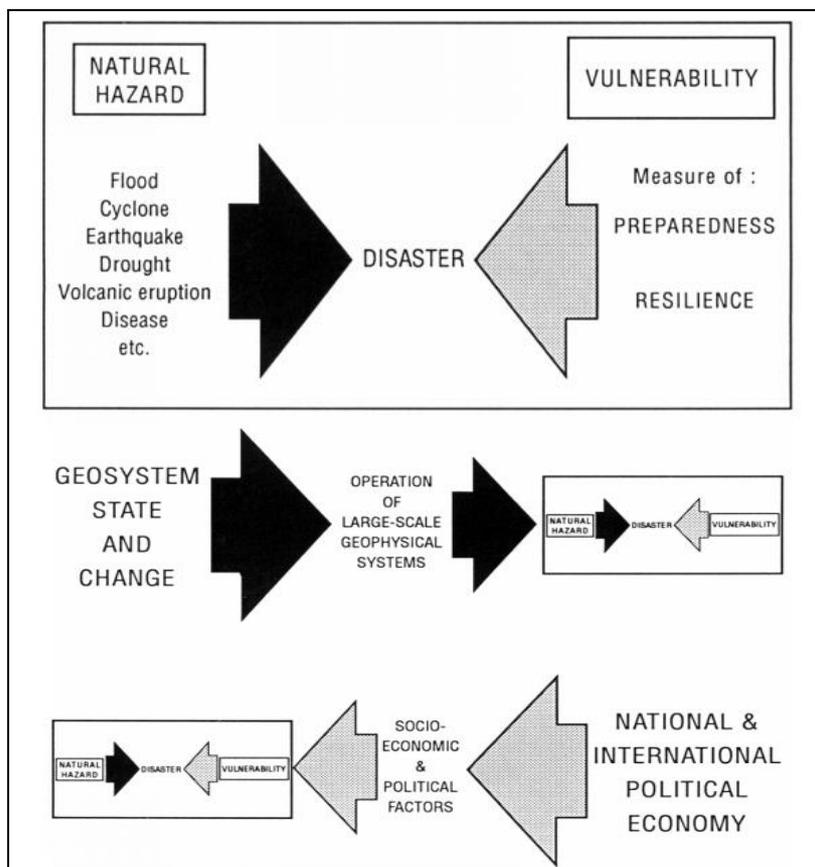
justificados somente pela escolha humana de ocupar ou não uma área suscetível a eventos naturais. O advento da modernidade trouxe em seu âmago a evolução da técnica que, contudo, não atingiu a todos em sua singularidade. Seja na escala local ou global, situações socioeconômicas distintas geram diferentes formas de ocupação do espaço.

É neste fato que reside a justificativa de grande parte dos desastres que tem ocorrido. Nas diferentes escalas os indivíduos menos abastados tendem a ocupar áreas periféricas, geralmente associadas a áreas de encostas, margem de rios e córregos etc., as quais são naturalmente mais suscetíveis a eventos extremos. Não significa dizer, todavia, que áreas ocupadas por indivíduos com melhor situação econômica não sejam também suscetíveis a tais eventos. No entanto, a capacidade de resiliência desta população é infinitamente maior, o que pode amenizar os efeitos de uma possível tragédia.

Nessa linha, Jones (1993) aponta para alterações ocorridas no paradigma comportamental, relatando que termos como vulnerabilidade e resiliência devem ser incluídos nos estudos envolvendo os perigos, riscos e desastres. Nas palavras do autor, "*hazard impacts result from the interaction between hazard agents and vulnerability of society*" (p.164). Apesar da crítica destinada ao paradigma comportamental em função da não utilização da vulnerabilidade, o autor reconhece que o referido paradigma deixa um legado fundamental: a importância da análise simultânea dos agentes naturais e sociais nos estudos do perigo.

As acepções de Jones (1993) convergem com as apreensões do paradigma do desenvolvimento, já que este traz ao cerne da discussão um tema que ganhou repercussão e hoje é bastante discutido dentro dos estudos de risco: a vulnerabilidade social. O referido paradigma aponta para a relação entre perigo/desastre em relação ao nível de desenvolvimento dos países. É defendido que os desastres são fruto do subdesenvolvimento decorrente das políticas desiguais entre os países ricos e pobres (SMITH; PETLEY, 1991). O paradigma do desenvolvimento está associado às concepções de Wisner *et al* (2004), os quais defendem que os desastres são resultados de duas forças opostas: o processo socioeconômico, que cria a vulnerabilidade social, e os processos naturais, que criam perigos naturais (WISNER *et al*, 2004 *apud* SMITH; PETLEY, 1991). Em adendo e corroborando essa análise, a figura 15 faz alusão à relação entre os componentes do desastre.

Figura 15 - Relação entre perigos naturais e a vulnerabilidade.



Fonte: Jones (1993).

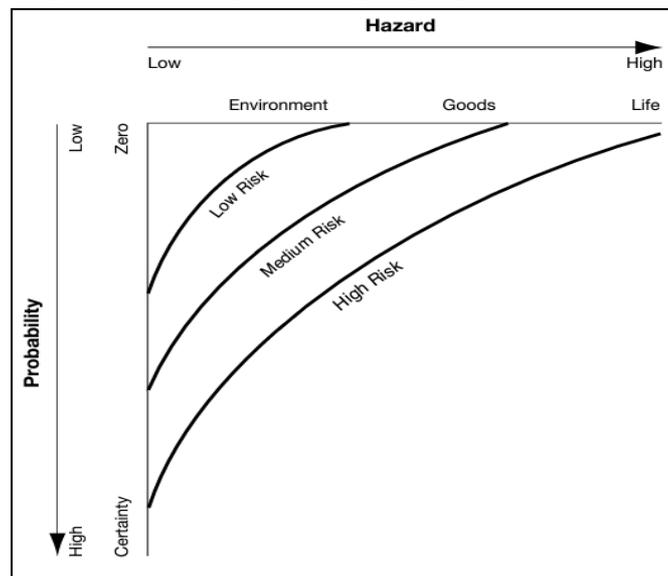
O paradigma em voga desde a década de 1990 é o da complexidade. Este traz em parte a essência dos outros paradigmas, a exemplo da ênfase dada à interação entre natureza e sociedade e à consideração da vulnerabilidade social na análise dos riscos e desastres. É acrescentado a ele a necessidade de estender a visualização do perigo e não entendê-lo apenas por uma vertente de análise.

Smith; Petley (1991) esclarecem que perigos e desastres são os dois lados de uma mesma moeda e, por conseguinte, não podem ser entendidos, tão pouco explicados, tendo por ponto de partida premissas exclusivas das ciências sociais ou das ciências naturais. Nas palavras dos autores supracitados "*hazards and disasters are also inextricably linked to on going global environmental change, including the many factors that interact to determine the prospects for sustainable development in the future* (p. 08)".

Atentando-se primordialmente para os componentes do estudo do perigo destacam-se as suas duas dimensões de análise: temporal (probabilidade) e espacial (susceptibilidade). A probabilidade leva em consideração o período de possível ocorrência de um dado evento perigoso. Notoriamente, a componente temporal é de difícil mensuração porque se depara

com os limites da previsibilidade. Afinal, determinados fenômenos são aleatórios na escala temporal, a exemplo de terremotos e erupções vulcânicas. Situação diferente, por exemplo, de fenômenos como eventos pluviométricos intensos que, apesar de variadas magnitudes, tendem a repetir-se em um dado espaço de tempo em função das características climáticas dos lugares. Nesse sentido, a figura 16 ilustra a relação entre o perigo e a probabilidade, cujos resultados são diferentes níveis de risco.

Figura 16 - Relação entre perigo, probabilidade e risco.



Fonte: Smith;Petley (1991).

Já a dimensão espacial manifesta-se no conceito de suscetibilidade retratado como “a probabilidade espacial de ocorrência de um determinado fenômeno numa dada área com base nos fatores condicionantes do terreno, independentemente do seu período de ocorrência” (GARCIA; ZÉZERE, 2003, p. 300). A suscetibilidade é, essencialmente, a propensão de um dado ambiente à ocorrência de um evento perigoso, medida exclusivamente em razão da composição biofísica e, por vezes, antrópica, da paisagem.

Destarte, apreender e avaliar o perigo é basicamente responder aos seguintes questionamentos: quais são os fenômenos aos quais certas áreas estão sujeitas? Onde e quando eles podem ocorrer? E, até onde podem se propagar? À vista disso, não há avaliação de risco sem o reconhecimento do perigo como uma dimensão primordial.

2.4. Vulnerabilidade: a outra face do estudo do risco

O conceito de vulnerabilidade é bastante discutido entre os autores, não obstante a maioria a considere como um potencial para perda em função da maior ou menor exposição de uma área ou de uma população. Destarte, os estudos de vulnerabilidade tendem a realizar uma intersecção entre a exposição ao perigo e a propensão, esta entendida como as circunstâncias que levam ao aumento ou redução da capacidade do ambiente em se recuperar de determinado evento (CUTTER, 2012).

Cutter (1996) listou dezoito conceitos para vulnerabilidade elaborados entre os anos de 1980 e 1995. A autora enquadrou tais conceitos em três diferentes linhas: (a) vulnerabilidade como exposição ao risco/perigo; (b) vulnerabilidade social; (c) vulnerabilidade dos lugares. A primeira classificação refere-se basicamente à vulnerabilidade biofísica de um ambiente, ou seja, às condições naturais que o fazem ser mais ou menos frágeis frente a um determinado evento. A segunda classificação, vulnerabilidade social, inclui “a suscetibilidade dos grupos sociais ou sociedade a perdas potenciais em função de eventos perigosos e desastres” (CUTTER, 1996, p.530). Já a terceira classificação é a união entre as duas anteriores.

Ao se analisar vasta literatura com o tema vulnerabilidade associado ao estudo dos riscos, percebe-se que há uma relativa unanimidade quanto ao seu significado. Em contrapartida, há distintas formas de mensurar e classificar a vulnerabilidade enquanto componente do risco, a depender da perspectiva de análise. Há autores que consideram a vulnerabilidade ambiental como primordial, ao tempo que outros utilizam a perspectiva da vulnerabilidade social para a mensuração do risco.

Os conceitos de vulnerabilidade como exposição ao risco/perigo trazidos por Cutter (1996) assemelham-se aos conceitos de vulnerabilidade natural e vulnerabilidade ambiental trazidos por autores como Costa *et al* (2006), Zanella; Dantas; Olímpio (2001), Tagliane (2003), Kawakubo *et al* (2005). Para tais autores a vulnerabilidade natural equivale à soma dos fatores biofísicos do ambiente (solo, geologia, geomorfologia, vegetação), os quais determinam a fragilidade desse frente a eventos e, conseqüentemente, determinam o seu potencial de resiliência. Já a vulnerabilidade ambiental inclui a análise dos fatores biofísicos agregados à intervenção antrópica no ambiente, mensurados segundo o uso e tipo de ocupação do solo.

A vulnerabilidade natural de sistemas complexos, tais como o ambiente costeiro, requer uma análise mais aprofundada em função da maior fragilidade das unidades geológicas e da maior exposição destas a determinados eventos. Desse modo, estudos de

vulnerabilidade dentro desta unidade demandam maiores níveis de detalhamento, a fim de elucidar a resposta e a capacidade de recuperação do ambiente natural a qualquer evento, seja ele de cunho natural ou antrópico. Tal temática foi trabalhada por diversos estudiosos, apoiada em diferentes focos, a exemplo de, Nascimento; Dominguez (2009), Lima; Amaral (2013), Alves; Pinto; Ferreira (1999), Bowen; Riley (2003) e Cendero *et al* (2003), que se dedicaram à determinação da vulnerabilidade natural e ambiental das unidades costeiras. O desenvolvimento de métodos e métricas para avaliação da vulnerabilidade requer a classificação do ambiente tendo em vista seus componentes biofísicos e agentes que atuam, uma vez que estes revelarão a maior ou a menor fragilidade do ambiente, assim como apontarão para perigos aos quais cada unidade estará exposta.

No que toca a vulnerabilidade social, autores como Cutter (1996, 2003, 2012), Mendes; Tavares (2009), Wisner *et al* (2004), Hufschmidt; Crozier; Glade (2005), Mendes *et al* (2011), Cunha *et al* (2011), Cunha (2013), a consideram fundamental para dimensionar o risco. Esta vertente de análise prima por um estudo voltado essencialmente para a exposição e a capacidade de recuperação das comunidades confrontadas com situações de perigos, sejam eles de origem natural, antrópica, ou ambos. Isto é, a vulnerabilidade social busca dimensionar basicamente o nível de resiliência e de resistências dos indivíduos.

Para Cunha (2013), a vulnerabilidade social deve ser apreciada com suporte em uma fórmula ou índice que consiga expressar as complexas relações econômicas, sociais e culturais que se dão em um determinado espaço. O objetivo é conhecer o suporte territorial de uma comunidade frente à manifestação de processos perigosos. Para o autor, é precípua que se conheça a vulnerabilidade dos indivíduos, das comunidades e dos territórios quando se pretende que as políticas públicas adotadas para prevenção e mitigação do risco sejam condizentes com a realidade da comunidade.

Corroborando o que acabara de se expor, Cutter (2012) ilustra que uma abordagem integradora do estudo dos riscos deve partir não apenas do conhecimento dos sistemas e dos processos naturais, de extrema importância, mas também dos sistemas sociais. Isso porque, de acordo com a autora, é fundamental conhecer o impacto dos riscos sobre a sociedade.

Mendes *et al* (2011) aponta para a decomposição do estudo da vulnerabilidade social em duas vertentes: a criticidade e a capacidade de suporte. A criticidade é definida como “o conjunto de características e comportamento dos indivíduos que podem contribuir para a ruptura do sistema e dos recursos da comunidade que lhes permitem responder ou lidar com cenários catastróficos” (MENDES *et al*, 2011, p. 101). Já a capacidade de suporte refere-se ao

conjunto de infraestruturas que permite a comunidade reagir diante de desastres ou catástrofes (CUNHA, 2013).

A diferença entre a vulnerabilidade natural e social, para além dos fatores já destacados, é a forma de mensuração. Em se tratando da vulnerabilidade social, os diversos atores envolvidos dificultam a avaliação, já que os dados obtidos podem não ser fidedignos e, por conseguinte, não representar claramente a realidade da população de uma dada área. Por tal razão é imprescindível uma análise minuciosa e que ultrapasse a barreira da análise quantitativa.

Com o objetivo de elaborar uma metodologia adequada para mensurar a vulnerabilidade social, Cutter (2003) propõe um índice de vulnerabilidade social aos perigos ambientais, denominado de Índice de Vulnerabilidade Social (SOVI) para os Estado Unidos. Para esta autora, há três princípios que norteiam a pesquisa envolvendo vulnerabilidade: a identificação das condições que tornam as pessoas ou lugares vulneráveis a eventos naturais extremos, um modelo de exposição; o pressuposto de que a vulnerabilidade é uma condição social, uma medida da resistência da sociedade ou a resistência aos perigos e; a integração das exposições potenciais e da sociedade.

O potencial de risco é ou moderado ou reforçado por uma característica geográfica (local e situação do local, a proximidade), bem como o tecido social do lugar. O tecido social inclui a experiência da comunidade com perigos e a capacidade da comunidade para responder, lidar com, recuperar-se e adaptar-se a perigos, que por sua vez são influenciados por fatores econômicos, características demográficas e habitação. As vulnerabilidades sociais e biofísicas interagem para produzir a vulnerabilidade global do lugar (CUTTER, 2003).

Ainda no que concerne à metodologia elaborada por Cutter (2003), a autora destaca que há alguns fatores que influenciam a vulnerabilidade social. Estes incluem: falta de acesso a recursos (incluindo informação, conhecimento e tecnologia); acesso limitado ao poder político e de representação; crenças e costumes; construção de estoque e idade; pessoas mais debilitadas e fisicamente limitadas; e tipo e densidade de infraestrutura e modos de vida. Assim, partindo dessas análises a autora utiliza centenas de indicadores com diferentes pesos para mensurar a vulnerabilidade social de um dado local, classificando-os de acordo com: riqueza individual, densidade do ambiente construído, dependência econômica, habitação, etnia, emprego, dependência de infraestrutura entre outros.

Percebe-se ao longo das discussões expostas que a utilização da vulnerabilidade enquanto componente do risco é repleta de incertezas, não em função do conceito, mas em razão de qual vertente da vulnerabilidade deve ser analisada ao relacionar-se com o risco.

Com o propósito de dirimir tais complicações, Cutter (2012) reafirma a necessidade da intersecção entre as vulnerabilidades a fim de alcançar o risco. A autora afirma que em determinados locais, a exemplo dos ambientes costeiros, a vulnerabilidade biofísica é naturalmente alta e, logo, o que irá definir o tamanho dos impactos frente a eventos perigosos é a condição da população que habita a área.

2.5. A quantificação do risco

Tal como a conceitualização, a mensuração do risco envolve uma gama de variáveis e cálculos distintos, em que se destaca a não existência de uma fórmula única capaz de integrar todos os componentes do risco nas suas diversas acepções. Nesse sentido observa-se em variadas obras literárias que a mensuração varia conforme a tipologia do risco e o enfoque que se deseja dar ao trabalho.

Enfatiza-se que a dificuldade em calcular o risco não está subjogado apenas à fórmula do cálculo, mas, principalmente, à imprecisão na mensuração das suas variáveis – o perigo e a vulnerabilidade –, que por si só já envolve relevante grau de complexidade e inexatidão. Por mais esta razão, a avaliação do risco não deve se restringir a um estudo puramente quantitativo tendo em vista a diversidade de indicadores que podem resultar em dados pouco acurados. Ela também deve prender-se, outrossim, à avaliação qualitativa, na tentativa de suprimir possíveis lacunas deixadas pelos valores obtidos nos cálculos, possibilitando a representação da realidade de forma mais fidedigna e estatisticamente válida.

No âmbito das fórmulas encontradas para mensuração e avaliação do risco, foi destacado no quadro 10 as mais pertinentes no âmbito da presente pesquisa.

Quadro 10 – Fórmulas para o cálculo do risco.

| Autor | Mensuração do risco |
|--|--|
| Cerri; Amaral (1998) | $S=P$ (onde S é a suscetibilidade e P é possibilidade de ocorrência de um evento. $R= P \times C$ Sendo, R = risco P = possibilidade de ocorrência de um evento C= consequências sociais e/ou econômicas potencias |
| Varnes (1985 <i>apud</i> Cerri; Amaral 1998) | $R_t = E \times R_e$ Sendo, R_t = risco total E = elementos de risco R_e = risco específico: grau de expectativa de perdas em razão de um fenômeno natural em particular, expresso pela equação: $R_e = H \times V$ Sendo, H = risco natural (probabilidade de ocorrência de um fenômeno potencialmente danoso, em um período de tempo específico em uma determinada área) V = vulnerabilidade (grau de perda de um dado elemento de risco, resultante da ocorrência de um fenômeno natural de uma determinada magnitude) |
| Freiria; Cunha; Santos (2009) | $R = H \times V$ ($R= P \times V$) Sendo, R = risk (risco) H/P = <i>hazards</i> /perigo V = Vulnerability (vulnerabilidade) |
| Tavares; Cunha (2008) | $R = \sum P_i \times (E \times V_i)$ Sendo, P_i = perigosidade V_i = vulnerabilidade E = exposição ou elementos em risco |
| Remondo et al (2008) | $R = P \times V \times D$ Sendo, P = perigo V = vulnerabilidade D = valoração dos elementos expostos |
| Augusto Filho (2001) | $R = P \times C$ Sendo, R = probabilidade de ocorrência do processo em questão C = consequências sociais e econômicas |
| Garcia; Zêzere (2003) | $R=P*V$ Sendo, P = perigosidade V = vulnerabilidade |
| Wisner <i>et al</i> (2003) | $R = H*V$ Sendo, H = <i>hazard</i> (perigo) V = <i>vulnerability</i> (vulnerabilidade) |

Fonte: Organização da autora.

Outros autores não fixaram fórmulas exatas para mensuração do risco. Optaram por sugerir metodologias baseadas na análise de determinados indicadores e passos a serem seguidos. Deyle et al (1998), por exemplo, esclarece que para a avaliação do risco faz-se necessário passar por 3 níveis de investigação: a identificação do perigo (em que é definido a magnitude associada à probabilidade de ocorrência de um evento perigoso); a avaliação da vulnerabilidade (que caracteriza a exposição da população e de seus bens a um evento perigoso); e a análise do risco (que incorpora a estimativa quantitativa de danos e custos em uma determinada área, durante um certo período).

Quanto à mensuração dos riscos ambientais, Egler (1996) também não fez uso de fórmulas exatas para avaliação do risco. Entretanto, destacou três importantes fatores que devem ser avaliados: sistemas naturais, a estrutura produtiva e as condições de reprodução humana em um dado lugar.

Egler (1996) elaborou tal metodologia objetivando a sua aplicação no ordenamento da zona costeira brasileira. Para tal considerou primordialmente a avaliação do risco considerando os seguintes critérios: a) a vulnerabilidade dos sistemas naturais – entendida como o patamar entre a estabilidade dos processos biofísicos e situações instáveis onde ocorram perdas. b) a densidade e o potencial de expansão da estrutura produtiva – a qual se propõe a expressar os fluxos econômicos em uma certa porção do território, em um viés dinâmico. c) condições de criticidade das condições de habitabilidade, tidas como a defasagem entre as atuais condições de vida e os mínimos necessários ao desenvolvimento humano. Intentando tais parâmetros o supracitado autor propõe a “matriz de composição do risco ambiental”, a qual apresenta a origem do risco em suas diversas escalas de incidência.

Vê-se na metodologia exposta por Egler (1996) um caráter menos objetivo do que aquele contido em fórmulas preestabelecidas, fato que por um lado dificulta a mensuração objetiva dos indicadores, mas que por outro permite uma análise de cunho mais qualitativo.

O presente estudo vislumbrou o risco como produto da intersecção entre o perigo e a vulnerabilidade. O perigo analisado dentro das dimensões temporal (probabilidade) e espacial (susceptibilidade), e a vulnerabilidade a partir da análise das derivações antropogênicas da paisagem e da densidade das estruturas antrópicas.

CAPÍTULO III

PROCESSO DE OCUPAÇÃO DA FRENTE LITORÂNEA DE ARACAJU: CARACTERÍSTICAS E CONFLITOS

3. PROCESSO DE OCUPAÇÃO DA FRENTE LITORÂNEA DE ARACAJU: CARACTERÍSTICAS E CONFLITOS.

Nas mais diversas obras envolvendo a temática paisagem litorânea é frequente deparar-se com a designação da zona costeira enquanto espaço de atração e elevada concentração populacional nos mais diversos países, estados e municípios. Essa paisagem está associada a usos múltiplos, desde o habitual veraneio, perpassando as moradias fixas até os variados propósitos econômicos.

A zona costeira, definida e delimitada pela lei nº 7.661/1988 (regulamentada pelo decreto nº 5.300/2004), é considerada como:

(...) espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra, incluindo seus recursos renováveis ou não, abrangendo uma faixa marítima e uma faixa terrestre, com os seguintes limites: I – faixa marítima: espaço que se estende por doze milhas náuticas, medido a partir da linha de base, compreendendo, dessa forma, a totalidade do mar territorial; II – faixa terrestre: espaço compreendido pelos limites dos Municípios que sofrem influência direta dos fenômenos ocorrentes na zona costeira.

No Brasil, a apropriação do espaço litorâneo deu-se por razões diferenciadas ao longo da história. À época das grandes navegações e colonização do país, a importância da fixação na zona costeira dava-se pela posição estratégica (defesas do território), assim como pela importância econômica (atividade portuária). Ressalta-se que, não obstante tal característica, a zona costeira também se constituía, contraditoriamente, como área de repulsa em razão das difíceis condições de habitabilidade que muitas destas apresentavam.

A mudança de cenário no litoral brasileiro está vinculada à história mais recente do país, principalmente durante o século XX. Nesse período houve uma ressignificação da ocupação do ambiente costeiro, em que se abandona o valor puramente estratégico ou de função portuária, passando a preponderar o apelo paisagístico oferecido pelas belezas naturais típicas dos espaços praianos. É dentro desta perspectiva que a frente litorânea das cidades que se desenvolveram nas proximidades da costa passaram a ser valorizadas economicamente e, conseqüentemente, em sua grande maioria, ocupada pelas classes de maior poder aquisitivo.

Diante dessa conjuntura, emerge o presente capítulo com o objetivo de elucidar o processo e fases de ocupação da frente litorânea do município de Aracaju, Estado de Sergipe, com ênfase para as diferentes formas de assentamento.

3.1. Aracaju no contexto nordestino

O processo de ocupação inicial da cidade de Aracaju obedeceu a regras da colonização portuguesa, que basicamente restringiam-se à apropriação de ambientes estuarinos/costeiros pelas razões já apontadas. Apesar de existir um “caráter histórico-colonizador” da ocupação das atuais capitais nordestinas, há de se destacar as peculiaridades existentes, as quais resultaram em processos de uso e ocupação distintos. Aracaju, por exemplo, teve processo particular de evolução urbana, que atualmente a difere em parte dos padrões de assentamento das outras capitais litorâneas do nordeste.

Em uma breve análise da evolução das referidas capitais, identificou-se dois padrões de assentamento pertencentes à era colonial: cidades que cresceram diretamente na frente litorânea e outras que, apesar de se desenvolverem na zona costeira, tiveram seus núcleos iniciais distanciados da faixa marítima, geralmente associados à zona estuarina.

Inserido no primeiro caso, crescimento defronte a praia, destacam-se as cidades de Recife e Salvador. O núcleo inicial da cidade de Recife deu-se em torno da região do porto, até então habitada pelos pescadores, resultando no crescimento da cidade nesse entorno, com a ocupação dos espaços vazios existentes entre o rio e o mar (REYNALDO, 2013). Salvador, por sua vez, passou por processo semelhante com os primeiros núcleos de ocupação localizados na cidade baixa, nas vizinhanças do porto (FERREIRA *et al.*, 2009). Em ambos os casos, o processo de “litoralização” efetivou-se a partir da década de 1920 com a expansão de infraestrutura e ocupação pelas classes mais abastadas do espaço litorâneo (PEREIRA, 2012).

Já entre as cidades que não cresceram diretamente defronte ao mar destacam-se: Fortaleza, Natal, São Luiz, João Pessoa e Aracaju. Estas cidades têm em comum o desinteresse inicial pela ocupação dos espaços praianos e a constituição de núcleos próximos aos estuários ou em porções mais elevadas da cidade. Outra característica partilhada por essas cidades é o fato de a ocupação inicial da frente litorânea ter sido realizada por comunidades de baixo poder aquisitivo, expulsas quando da valorização deste espaço.

Em Fortaleza, por exemplo, a faixa litorânea foi ocupada inicialmente por imigrantes do interior do Estado (FECHINE, 2007). Entre as décadas de 1930 e 1940, a urbanização alcançou a praia de Iracema e os terrenos associados à faixa litorânea passaram a ser de interesse da população mais abastada (FECHINE, 2007). Em razão de tal processo, a partir dos anos 50 houve uma valorização da costa, que resultou na expulsão dos moradores de baixa renda para as proximidades do porto ou subúrbios (FECHINE, 2007). Semelhante processo ocorreu em João Pessoa, com a incorporação da faixa litorânea à malha urbana a partir da

década de 1940 (VASCONCELOS, 2010). Na década posterior os primeiros bairros começaram a surgir, notadamente de classes mais abastadas, antes ocupados por pescadores (VASCONCELOS, 2010). A ocupação da faixa litorânea da cidade ocorreu de maneira mais efetiva na década de 50, devido à ação do Estado (MORAIS, 2009). Aracaju também se enquadra nesse perfil, processo este que será descrito no próximo item.

Na sequência do lapso histórico destacado (período colonial até meados do século XX), as cidades apontadas foram inseridas em outros três marcantes processos: a ocupação massiva da faixa marítima, a verticalização da ocupação nas frentes litorâneas e a inserção na atividade turística.

É na conjuntura desses três processos ocorridos que Aracaju se diferencia das outras capitais nordestinas. O cenário urbano deste município evoluiu de forma diferenciada, tendo em vista que ao passar das décadas a concentração populacional se processou no entorno do estuário do rio Sergipe (margem direita), com predominância da verticalização da ocupação nessa área.

Confrontando o nível de ocupação na faixa marítima das capitais nordestinas com o de Aracaju, observa-se que este município apresenta a menor concentração populacional em frente ao ao mar, detendo até o presente momento extensos espaços vazios.

Dentro do processo de inserção da atividade turística, Aracaju, tal qual as capitais litorâneas do nordeste, recebeu incentivo advindo do Programa de Desenvolvimento do Turismo no Nordeste – PRODETUR-NE, a fim de dinamizar as atividades turísticas do Estado, principalmente da capital, com investimento especialmente em infraestrutura (BRITO; ARAÚJO, 2006). O direcionamento dos investimentos advindos do referido programa foi voltado para o turismo relacionado ao uso dos espaços praianos em função das belezas naturais que preponderam no litoral nordestino. Em que pese o recebimento de tais investimentos (PRODETUR I), e apesar do fato de Aracaju figurar como um dos principais pontos turísticos do Estado de Sergipe, o município ainda ocupa a retaguarda do desenvolvimento turístico quando comparado a cidades como Salvador, Maceió e Recife.

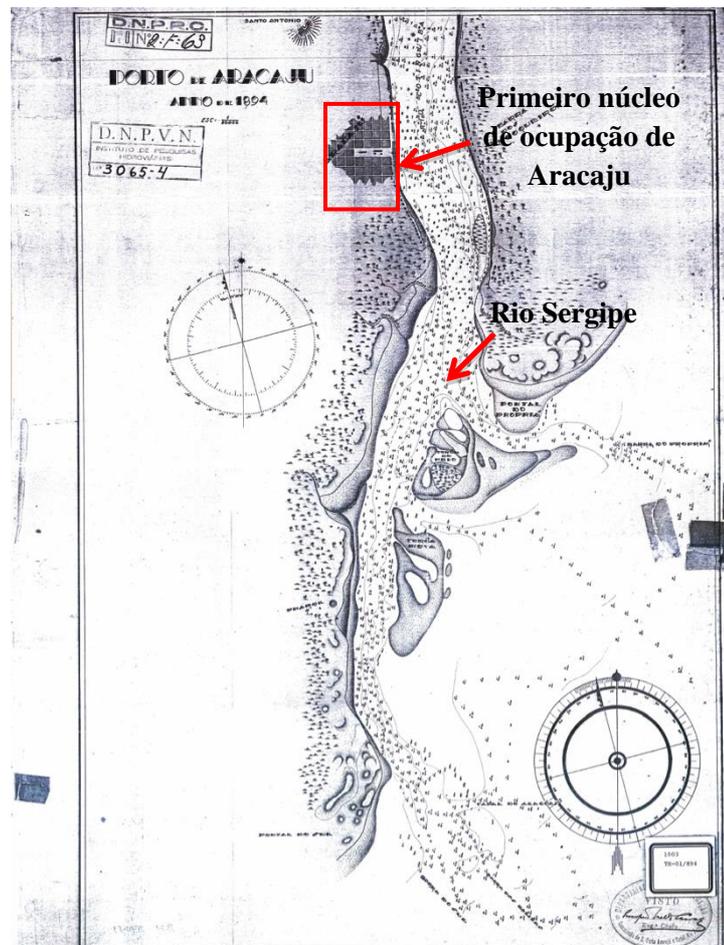
Essas particularidades, contudo, estão processo de transformação. O cenário descrito vem sendo alterado nos últimos anos em razão do aumento da demanda populacional para o espaço litorâneo, aliado à inserção de Aracaju nos roteiros turísticos nordestinos. Além disso, o processo de verticalização na frente litorânea, ainda que embrionário, vem ocorrendo de forma acelerada depois do ano de 2008.

3.2. Evolução e fases da ocupação da frente litorânea de Aracaju

A cidade de Aracaju se tornou a capital do Estado de Sergipe em 1855 devido à necessidade da construção de um porto, previsto para o estuário do rio Sergipe, a fim de propiciar a dinamização da economia do estado. Como destaca Nogueira (2004), o fato de a cidade ser plana também contribuiu para o até então Povoado Santo Antônio do Aracaju ser escolhido como a nova capital. Os problemas residiam no fato de a área ser composta por baixios alagados, dunas e manguezais, que demandaram aterros constantes durante o período de desenvolvimento do município.

A cidade cresceu, inicialmente, em torno do estuário, como pode se verificar na carta náutica exposta na figura 17. O traçado inicial de Aracaju seguiu os moldes expostos no projeto de Sebastião Basílio Pirro, que preconizava a organização da cidade em quadriculado.

Figura 17 – Carta Náutica de Aracaju para o ano de 1894.



Fonte: Diretoria de Hidrografia e Navegação do Brasil.

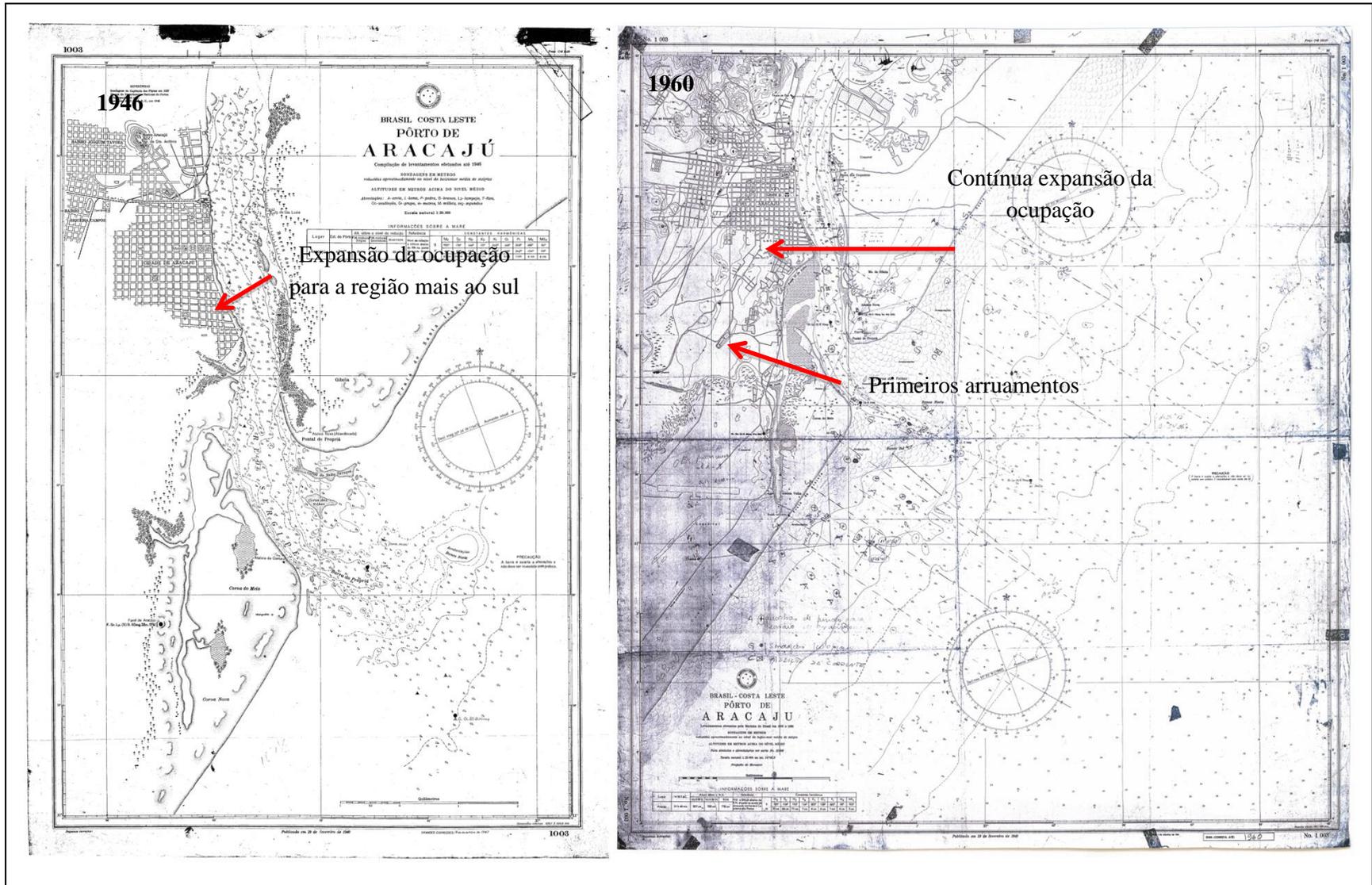
Por conta da expansão urbana de Aracaju e das regras de construção obrigatórias dentro do “Quadrado de Pirro”, a população de baixa renda, que não possuía condições de construir nessa área, agrupou-se e passou a residir nas adjacências do quadrado, onde em geral não se respeitavam as especificações do traçado inicial planejado (SANTOS, 2009). Como destaca Loureiro (1983), o Quadrado de Pirro, na realidade, foi desenvolvido para se firmar enquanto zona nobre da cidade.

Dentro do contexto de expansão do município, Loureiro (1983) periodiza as fases iniciais da ocupação até a década de 1970, dividindo o crescimento urbano nas seguintes fases: de 1850 a 1900 – fixação do aparelho estatal e a ocupação no entorno do porto; de 1900 a 1930 – transformação da cidade em um centro de serviços associado à expansão da ocupação para áreas periféricas; de 1930 a 1964 – surgimento dos bairros populares e diversificação econômica da cidade.

De acordo com Ribeiro (1985), até a década de 1960 Aracaju ainda se apresentava como uma cidade horizontal, com raríssimas construções verticais, com destaque para a contínua migração da população mais abastada para o sul da cidade. Tal processo pode ser verificado nas cartas náuticas expostas na figura 18 correspondentes aos anos de 1946 e 1960, respectivamente. Nestas se pode observar o crescimento da cidade para as regiões norte, oeste e sul, com destaque para o fato de na carta náutica de 1960 já ser possível visualizar os primeiros arruamentos e lotes nas proximidades da desembocadura do rio Sergipe, em direção à costa.

Ainda segundo Ribeiro (1985), o crescimento da cidade até a década de 1960 se dá muito mais em função da intensificação das áreas já ocupadas do que pela incorporação de novas áreas, sendo o centro e suas adjacências as áreas mais dinâmicas. Na década de 1970 essa tendência foi parcialmente alterada na medida em que houve ampliação de áreas ocupadas principalmente na região sul da cidade, fato associado ao processo crescente verticalização defronte ao estuário do rio Sergipe (RIBEIRO, 1985).

Figura 18 – Carta Náutica de Aracaju para o ano de 1946 e 1960.



Fonte: Diretoria de Hidrografia e Navegação do Brasil.

Isto posto, observa-se que durante quase sete décadas a ocupação da cidade concentrou-se e expandiu-se basicamente em torno do estuário. A frente litorânea de Aracaju só foi efetivamente ocupada posteriormente à década de 1960, em razão basicamente da associação entre a ação estatal e dos agentes privados, representados principalmente pelas imobiliárias e construtoras.

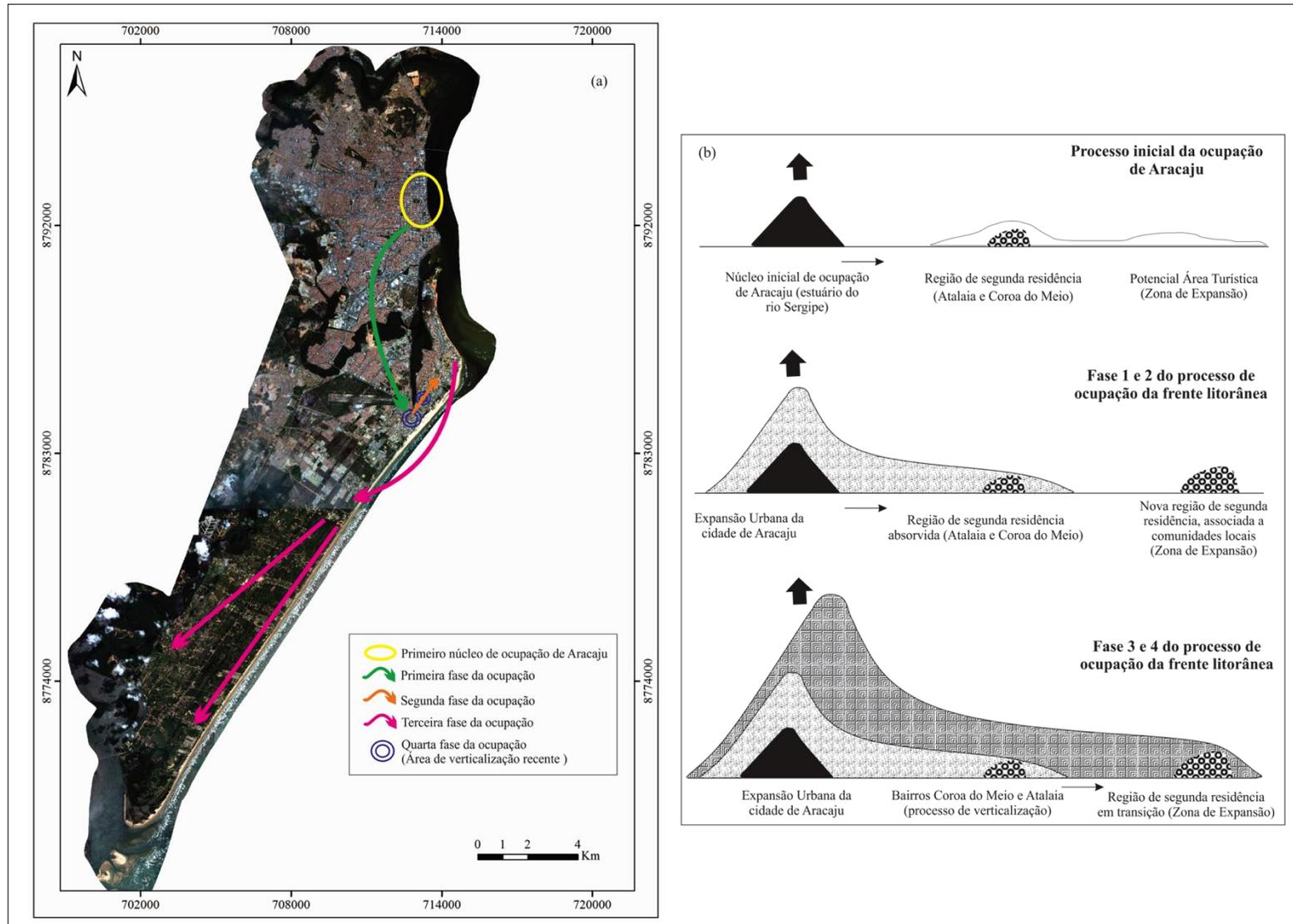
Devido às particularidades identificadas no processo de evolução da ocupação da frente litorânea, optou-se por delimitá-lo em quatro fases (Figura 19-a): a primeira fase abarca a formação do primeiro núcleo de ocupação defronte o mar, localizado no bairro da Atalaia (década de 1960); a segunda fase refere-se à expansão da ocupação em direção à Coroa do Meio, associada ao loteamento da área (1970-1990); já a terceira fase é atribuída à propagação da ocupação em direção à zona de expansão (a partir da década de 1980) e; a quarta fase relacionada ao processo de verticalização, especialmente no bairro Atalaia (a partir de 2008). Sobreleva-se que as fases delimitadas nesse estudo não se encerram no lapso histórico determinado para cada uma, apenas indicam o momento em que o processo foi mais efetivo para cada localidade.

Chama a atenção a figura 19-b que traz a aplicação do modelo elaborado por Lundgren (1974) – Estágios da expansão urbana/Zonas recreativa. Tal modelo faz referência à relação entre o núcleo urbano e às áreas do seu entorno destinadas ao veraneio. O primeiro estágio consiste na consolidação da cidade e no estabelecimento de uma zona destinada à recreação, com predominância das segundas residências. Também é caracterizado por um centro urbano de pequena a média dimensão, sem a atuação efetiva do mercado imobiliário. Para o caso de Aracaju, a ocupação efetivou-se na região estuarina, enquanto a Atalaia e a Coroa do Meio constituíam-se como área destinadas ao veraneio. A ausência de infraestrutura, principalmente de estradas, somada aos condicionantes naturais, impossibilitou por muito tempo uma ligação efetiva entre a malha urbana inicial e essa zona recreativa.

Com a expansão da cidade em direção à costa, a Atalaia e a Coroa do Meio passaram por uma transformação estrutural e funcional e foram aglutinadas à malha urbana consolidada do município, não mais se caracterizando como zona recreativa. Tal funcionalidade foi redirecionada para a Zona de Expansão, área afastada do núcleo urbano consolidado.

O surgimento de novas dinâmicas urbanas resultou em um processo de incorporação da Zona de Expansão à área de ocupação consolidada de Aracaju, fato que está alterando significativamente sua condição de área de segunda residência para bairro residencial.

Figura 19 – Fases da ocupação da frente litorânea de Aracaju/SE.

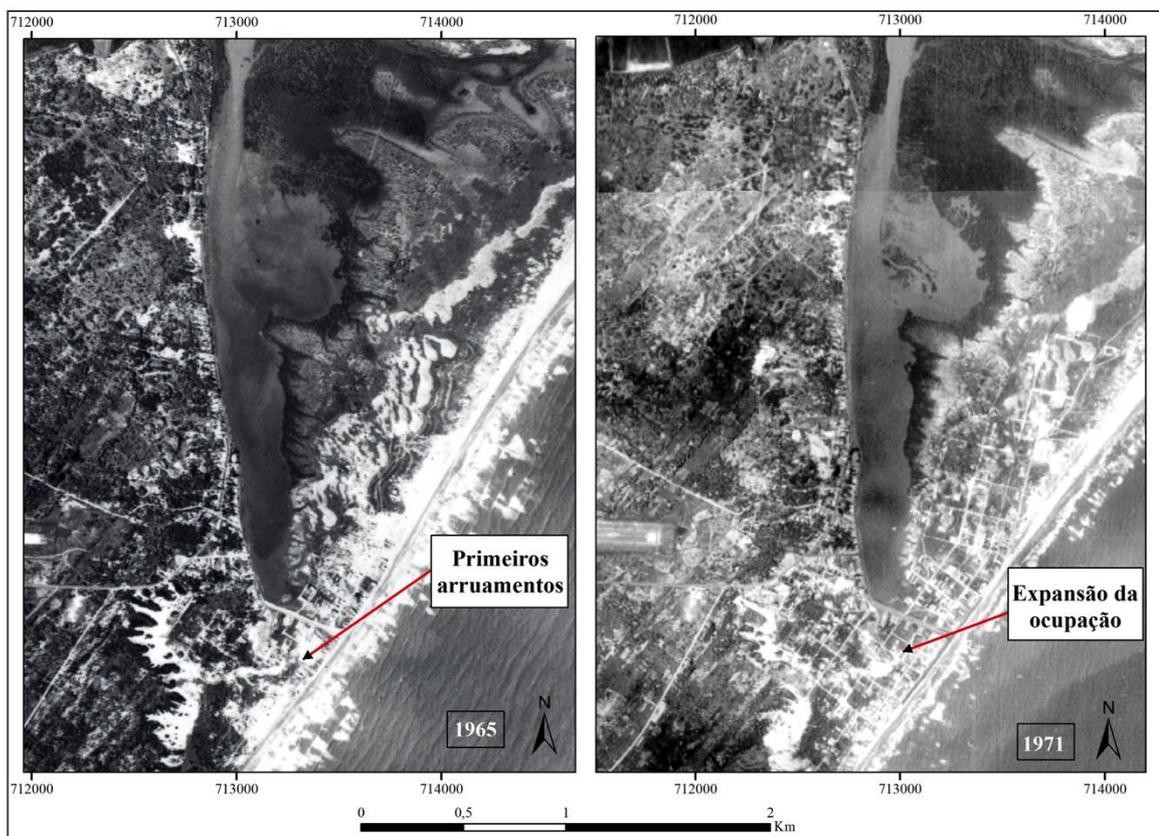


Em (a) fases da ocupação da frente litorânea de Aracaju. Em (b) aplicação do modelo de Lundgren (1974). Fonte: Imagem de Satélite QuickBird 2014. Elaboração da autora.

Retomando as quatro fases de ocupação definidas, destrincham-se a seguir as peculiaridades de cada etapa.

A primeira fase da ocupação da frente litorânea de Aracaju restringiu-se espacialmente ao atual bairro Atalaia, em meados da década de 1960, quando este ainda era denominado de “povoada Atalaia Velha”, até então componente da zona rural de Aracaju. Àquela altura já era possível observar núcleos pontuais de ocupação e arruamentos em grande parte do então povoado (Figura 20).

Figura 20 – Primeiros núcleos de ocupação no antigo “Povoado Atalaia Velha”.



Fonte: Fotografias aéreas de 1965 e 1971. Organização da autora.

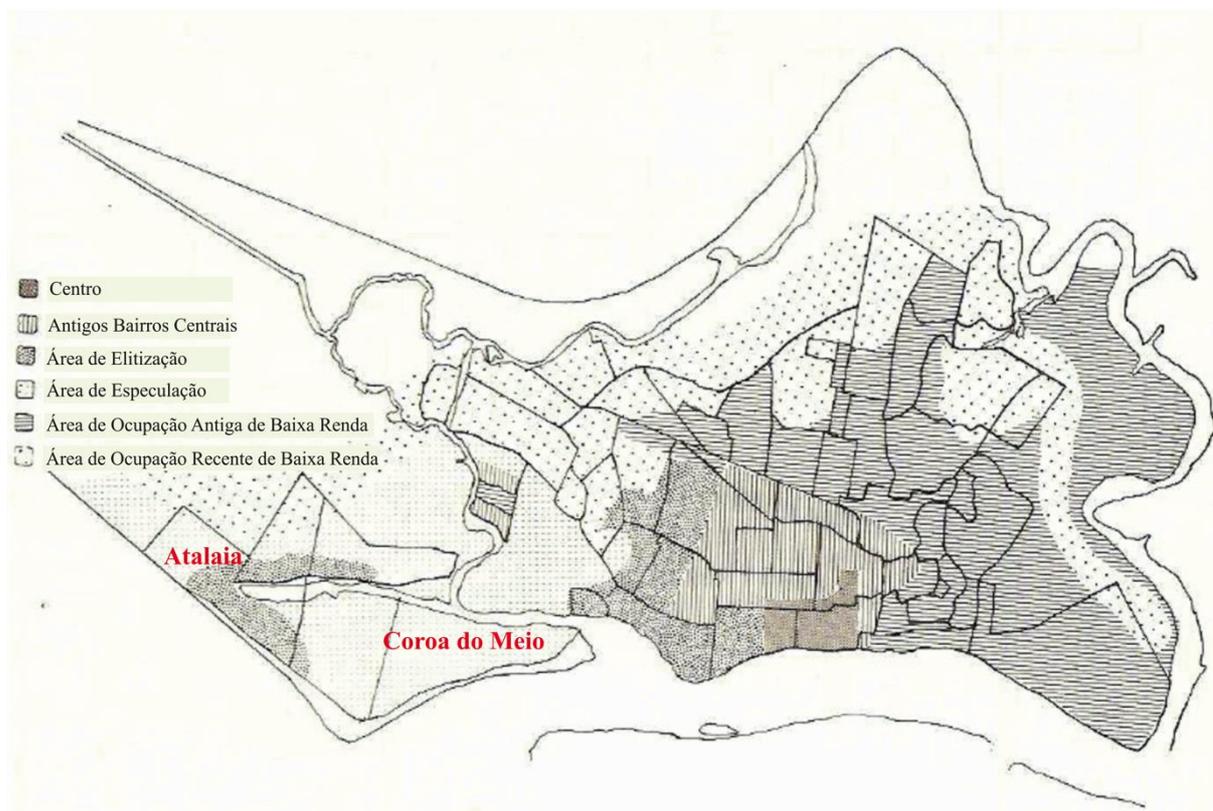
As ações de ocupação dessa área foram guiadas primordialmente pela ação do município, que a partir da promulgação de algumas leis garantiu obras de infraestrutura. A lei municipal nº 15/1948, por exemplo, concedia crédito especial de 200.000 mil cruzeiros para despesas com aterros e construção de uma ponte ligando a praia 13 de Julho à praia de Atalaia. Já a lei municipal nº 83/1955 autorizou o prefeito a abrir logradouros no então povoado e a abertura de mais crédito para desapropriações. Outras leis também foram promulgadas no sentido de fornecer infraestrutura básica para a região, como cisternas

públicas (lei municipal nº 38/1952), construção de um mercado (lei nº 18/1961) e arruamentos/divisão em lotes do povoado (lei municipal nº 9/1953).

Não foram obtidas informações exatas da data em que o povoado Atalaia Velha foi inserido na malha urbana de Aracaju, uma vez que nos registros históricos só se localizou a lei municipal nº 873/1982, que já delimita a Atalaia como bairro.

Com a contínua expansão da ocupação em direção à Atalaia, em pouco mais de uma década o bairro passou a figurar como área de elitização, conforme padrões definidos por Ribeiro (1985) (Figura 21). Dentro dos parâmetros dessa classificação enfatizam-se os padrões 2 e 3, que se distinguem pela valorização do solo no bairro Atalaia e a elevada especulação no bairro Coroa do Meio, o que desencadeou a segunda fase da ocupação.

Figura 21 – Padrões de ocupação da cidade de Aracaju em 1984.



Fonte: Ribeiro, 1985.

Nesse contexto, parte dos dois primeiros bairros costeiros a serem efetivamente ocupados em Aracaju, primeiramente a Atalaia e posteriormente a Coroa do Meio, tornaram-se áreas de reserva destinadas às classes mais abastadas, que poderiam usufruir dos atrativos naturais típicos das regiões praianas. Estas áreas receberam fartos investimentos, com a instalação massiva de infraestrutura, tornando-se alvo da especulação imobiliária crescente na

cidade (RIBEIRO, 1985). Como já destacado anteriormente, tal lógica foi comum na maioria das capitais nordestinas, o que resultou na ocupação da frente litorânea pela população de “classe alta” e consequente expulsão das populações residentes, de menor poder aquisitivo.

É importante salientar que até o momento histórico estudado por Ribeiro (1985), a Zona de Expansão ainda não figurava nos mapas e análises como componente da malha urbana de Aracaju, tendo em vista que seu reconhecimento enquanto bairro ocorreu apenas no final da década de 1980, permanecendo com imensas áreas vazias destinadas à futura especulação até então.

Nesse cenário merece especial notoriedade o bairro da Coroa do Meio, cuja ocupação iniciou a segunda fase delimitada no presente estudo, posterior à década de 1970, em que já se verificava o aparecimento dos primeiros arruamentos conectando-o à Atalaia. Tal processo foi motivado pela demanda das classes de maior poder aquisitivo em habitar um bairro de posição geograficamente privilegiada dentro de Aracaju. De tal forma, a Coroa do Meio recebeu diversos investimentos e foi alvo de grandes projetos urbanísticos, inaugurando importante e contraditória fase de ocupação da costa do município.

Durante a ocupação inicial de Aracaju (1850-1900) a Coroa do Meio ainda não havia sido formada (processo geomorfológico a ser descrito no próximo capítulo), surgindo apenas nas cartas náuticas no ano de 1914. De acordo com os relatórios da PLANAVE (1992) tais terrenos, até então de domínio da União, foram transferidos para o município em 1976, fato que possibilitou a comercialização de grandes parcelas de solo, assim como a realização de projetos urbanísticos pelos órgãos municipais.

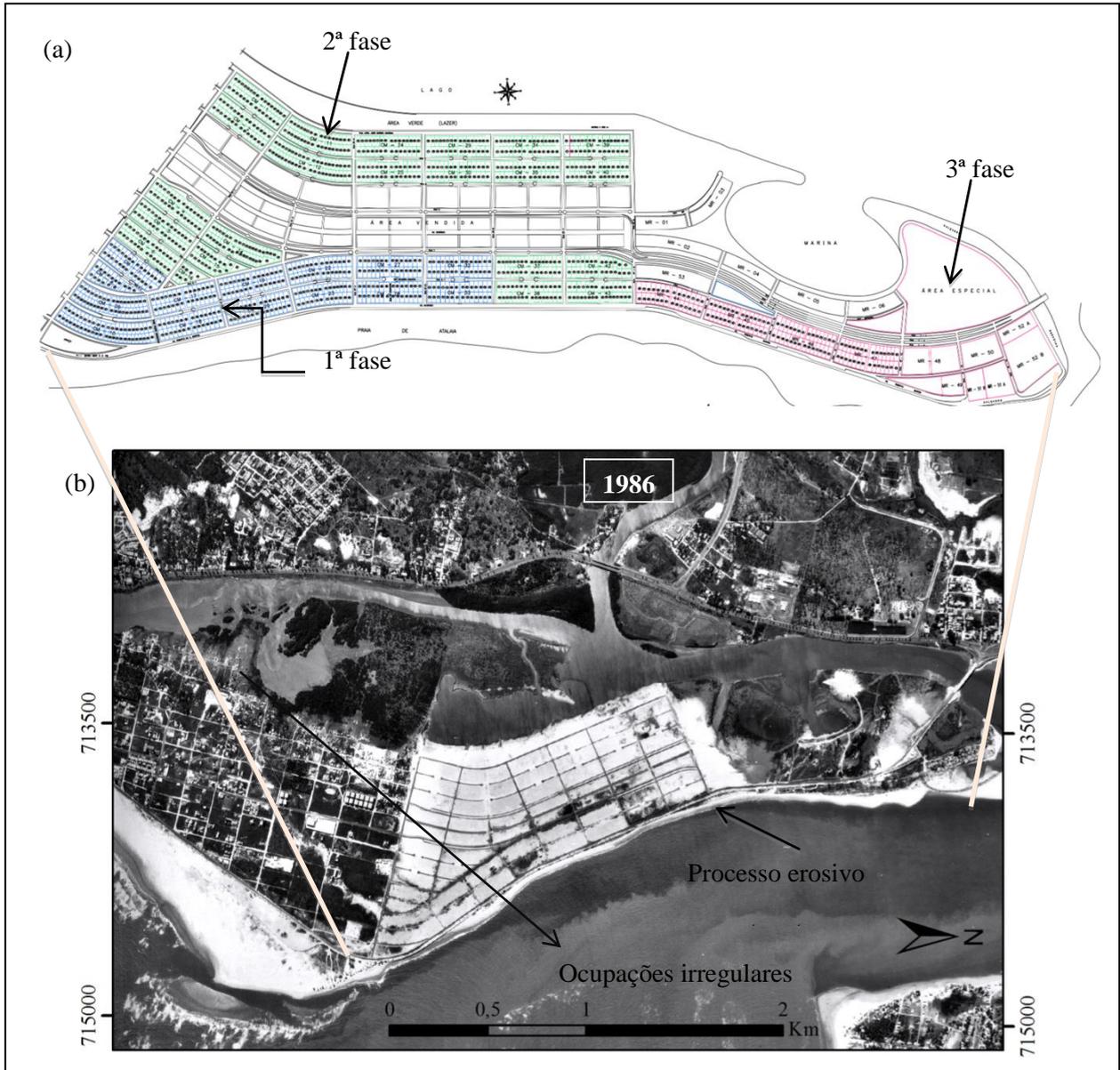
A ocupação da Coroa do Meio se deu por meio do aterramento de grandes áreas, já que era constituída basicamente por uma planície de maré e lençóis de areia adjacentes à praia. Tencionando a efetiva ocupação do bairro, a prefeitura municipal executou projeto urbanístico baseado na proposta elaborada pelo arquiteto Jaime Lerner (NOGUEIRA, 2004) visando à construção de um bairro modelo ainda em meados da década de 1970.

Tal projeto previa quatro fases de implantação. Entretanto, apenas três foram executadas, como pode ser visto na planta elaborada pela Empresa Municipal de Obras e Urbanização - EMURB na figura 22-a.

Vale ressaltar que mesmo antes da implementação do projeto de urbanização já residiam no bairro pequenas comunidades compostas basicamente por pescadores (FRANÇA; CRUZ, 2005), população esta que foi deslocada durante o processo de ocupação, passando a ocupar a área destinada à fase quatro do projeto (FRANÇA; CRUZ, 2005). Esta área absorveu o fluxo de moradores de baixo poder aquisitivo e, aliado à falta de planejamento e políticas

sociais para tais grupamentos, acabou por resultar no surgimento de ocupações irregulares sobre o manguezal, formando-se uma favela caracterizada por construções do tipo palafitas.

Figura 22 – Fases de implantação do Projeto de Urbanização para Coroa do Meio.



Em (a): Planta das três primeiras fases do projeto de urbanização da Coroa do Meio para a década de 1970. Em (b): Início da implantação do projeto na década de 1980.

Fonte: (a) EMURB (2002); (b) Fotografia aérea de 1986. Organização da autora.

Associado à problemática social, eventos erosivos severos assolaram a frente litorânea do bairro, resultando na destruição de uma avenida. Toda essa conjuntura foi sucedida pelo contínuo desinteresse das classes médias e altas em adquirir lotes, acarretando a estagnação da especulação imobiliária ao qual o bairro estava em princípio sujeito (NOGUEIRA, 2004), razão que levou à não concretização da etapa 4 do projeto.

De acordo com Nogueira (2004) a intenção do projeto de urbanização da Coroa do Meio era originar um bairro autossuficiente, com infraestrutura, serviços e moradia de maior densidade. Soma-se o fato de que a população mais indicada para a compra desses lotes seria aquela compreendida na faixa de ganho salarial entre seis e oito salários mínimos à época (NOGUEIRA, 2004). Não obstante os lotes terem sido financiados pelo governo, objetivando alcançar determinada parcela da população, os custos das obras associados à elevada especulação imobiliária, resultaram no direcionamento desses lotes às classes mais abastadas (NOGUEIRA, 2004). Como já mencionado, mesmo esta classe perdeu o interesse na área, resultando no insucesso parcial do primeiro projeto de urbanização da Coroa do Meio.

Com o avançar dos anos, a ocupação do bairro foi se consolidando, inclusive nas áreas de ocupações irregulares, as quais avançaram consideravelmente sobre as áreas de manguezais conhecidas como “Maré do Apicum”. A completa falta de infraestrutura na “favela da Coroa do Meio” (Figura 23) e ausência de regulamentação fundiária das ocupações suscitou a realização de um novo plano de urbanização para o bairro, no qual se realizaria a quarta fase do projeto, interrompida anteriormente. Este projeto (Projeto Integrado da Coroa do Meio/Projeto Social da Coroa do Meio) foi executado em meados do ano 2000, o qual contou com apoio financeiro do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e do Ministério das cidades (PMA, 2006).

Figura 23 – Palafitas no bairro Coroa do Meio.



Fonte: Instituto Marcelo Déda, 2004.

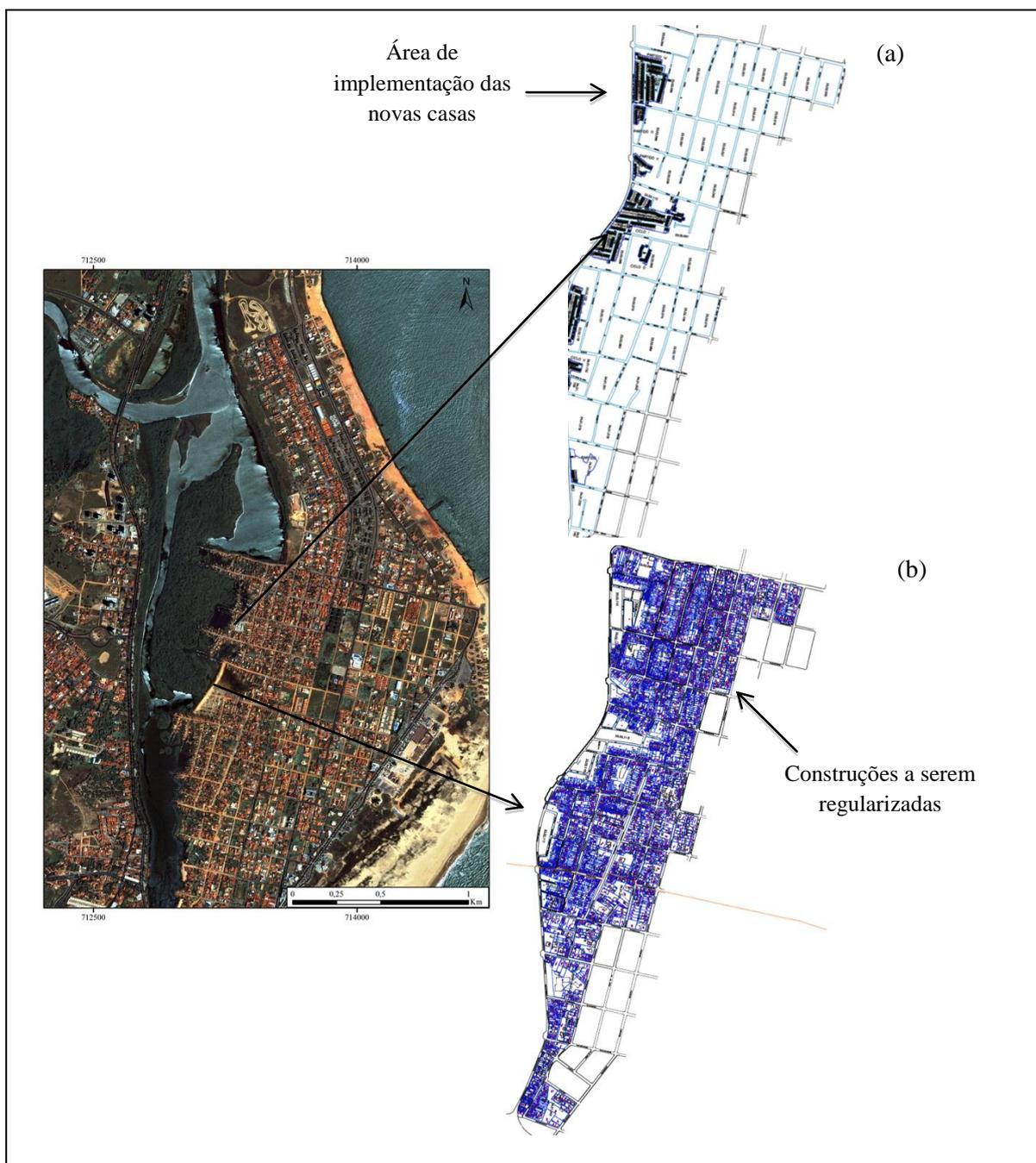
De acordo com a França; Cruz (2005) e a PMA (2006), o projeto abarcava a erradicação de 600 habitações em sub-condições e construção em igual número de casas de alvenaria, a abertura e pavimentação de ruas, entre outras providências. Em síntese, o referido plano de reurbanização vislumbrava basicamente a retirada da população das áreas de

manguezais (favela da Coroa do Meio) e sua realocação nas novas casas construídas nas adjacências do mesmo local. Além desses objetivos, o projeto ainda previa a educação sanitária e ambiental, geração de ocupação e renda e a própria recuperação do manguezal, bastante impactado.

Outro objetivo do novo plano de urbanização era a regularização fundiária das áreas de ocupação irregular (resultantes da invasão durante as três primeiras fases do projeto inicial de urbanização). Nesse sentido, a lei nº 3.077/2002 garante ao poder executivo municipal, através da EMURB, o direito de proceder à regularização fundiária da “Invasão da Coroa do Meio”, na modalidade de concessão de direito real de uso, onerosa ou não, às pessoas que possuísem áreas consolidadas urbanisticamente cadastradas no sistema da prefeitura como de baixa renda. Cabe salientar que esta lei foi direcionada ao atendimento da população residente em parte dos lotes que seriam destinados à quarta etapa da urbanização.

A figura 24 traz as plantas elaboradas pela EMURB, as quais demonstram a disposição das áreas destinadas à construção das casas (Figura 24-a) e as áreas já construídas a serem regularizadas (Figura 24-b).

Figura 24 – Plantas do Projeto de Reurbanização da Coroa do Meio.



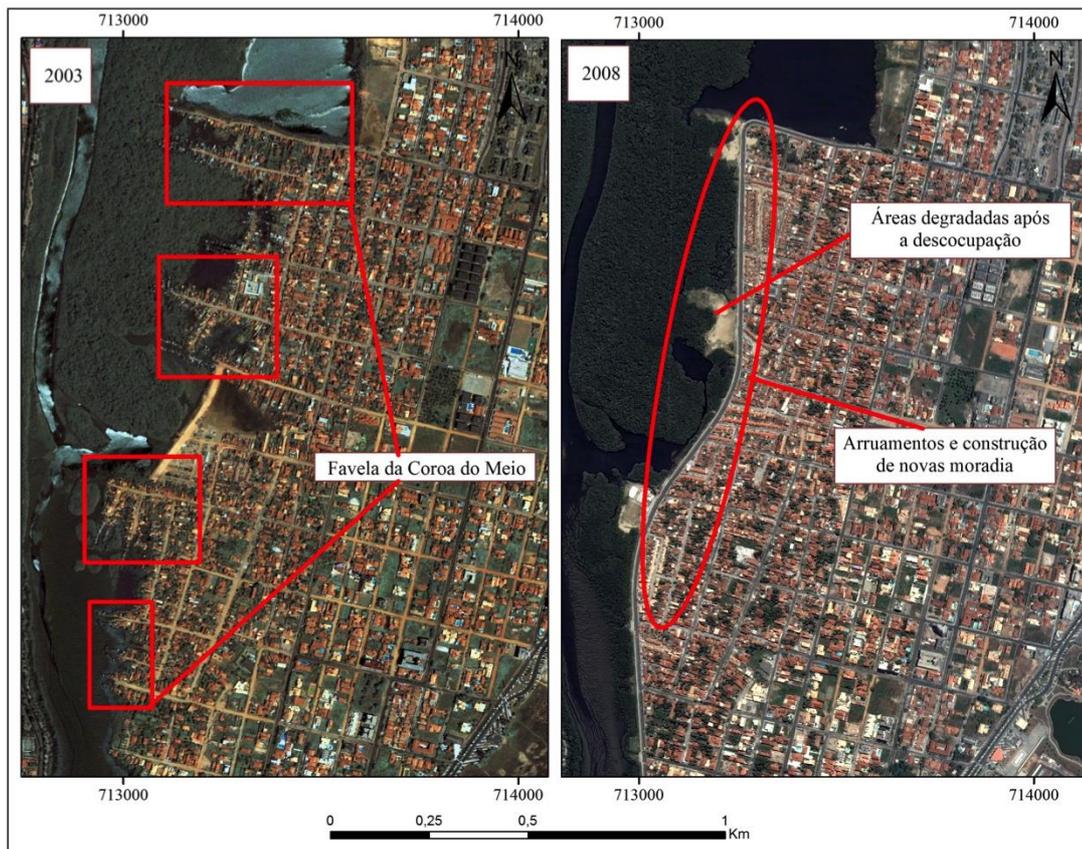
Fonte: EMURB, 2004. Organização da autora.

O projeto de reurbanização do bairro foi concluído (Figura 25), resultando na construção de 652 casas de alvenaria e consequente remanejamento da população. Com a finalização das obras, construiu-se uma avenida isolando o manguezal, a fim de evitar novas ocupações. De acordo com França; Cruz (2005), além das transformações físicas pelas quais o bairro passou, houve considerável melhoria da qualidade de vida dos habitantes.

Importa pontuar que, em visita realizada no ano de 2016 à EMURB, constatou-se a não execução da parte do plano que se referia à regularização fundiária, já que, conforme

registros, ainda havia 2.361 casas sem a devida regularização.

Figura 25 – Efetivação das obras de reurbanização da Coroa do Meio.



Fonte: Imagens de Satélite QuickBird 2003 e 2008. Organização da autora.

Com a ocupação quase efetiva dos bairros Atalaia e Coroa do Meio, houve uma lenta mudança no eixo de crescimento da cidade, que passou a direcionar-se mais para o sul do município, na sua Zona de Expansão, caracterizando a terceira fase da ocupação, posterior à década de 1980. Toda essa extensão restante da orla costeira permaneceu por algumas décadas praticamente desabitada, marcada pela presença de pequenos povoados, afastados da orla, nas proximidades do rio Santa Maria.

Apenas na década de 80, a Lei Municipal nº 873/82 delimitou formalmente a área que foi denominada como Zona de Expansão de Aracaju. Esta zona era caracterizada como uma área de ocupação incipiente e, por seu turno, reservada à futura expansão (FRANÇA; REZENDE, 2010).

A intervenção antrópica foi induzida, tal como na Coroa do Meio, pela ação do estado e dos agentes imobiliários. De acordo com Machado (1989), dita intervenção era notada pela substituição contínua das feições naturais, das antigas moradias e outras formas de uso da

terra, por obras públicas de infraestrutura, consolidação de conjuntos habitacionais, condomínios residenciais, entre outros.

Machado (1989) faz menção, ainda, aos empreendimentos privados que receberam incentivos e foram também viabilizados pelo Estado. Instituições como a Caixa Econômica Federal e o Banco do Estado de Sergipe merecem destaque, pois, ainda que de forma indireta, apoiaram a iniciativa privada a partir de financiamentos de empreendimentos.

Ainda no tocante às ações estatais é relevante apontar a construção do complexo do TECARMO na zona sul de Aracaju que, além de dinamizar a área, serviu de ponto de junção entre a malha urbana consolidada do município e a nova área em expansão (MACHADO, 1989; RIBEIRO, 1985).

De tal modo, ao dotar de mínima infraestrutura algumas parcelas do solo, geralmente onde se pretendia a realização de loteamentos, a própria ação do estado foi determinante no sentido de fomentar a ação imobiliária, que passou a ser um dos principais vetores responsáveis pelo crescimento da Zona de Expansão.

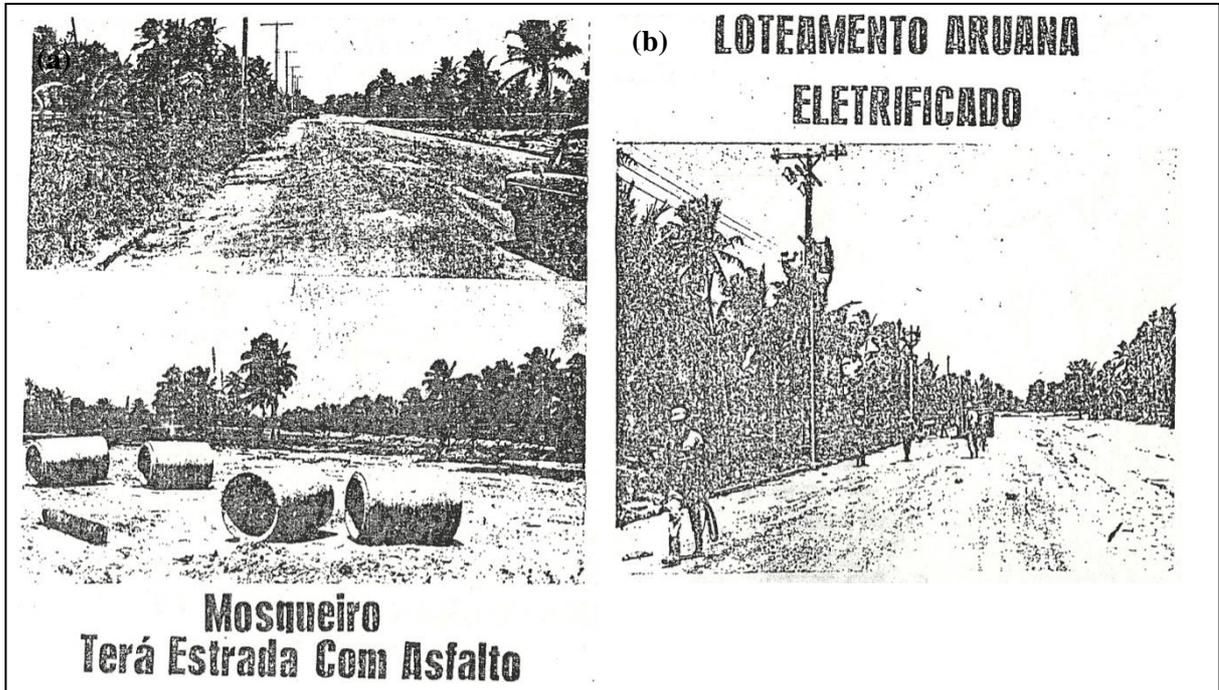
A falta de infraestrutura básica retardou, em parte, o aumento da ocupação até a década de 70. Apenas a partir do final dessa década e início da década de 80 houve a concretização do projeto de eletrificação de algumas áreas e o asfaltamento e finalização da rodovia dos Náufragos (FRANÇA; REZENDE, 2011; MACHADO, 1989; VILAR, 2010). Este acontecimento propiciou o fácil acesso ao então Loteamento Aruana, Povoado Mosqueiro e seus arredores (MACHADO, 1989; VILAR, 2010). A construção das vias de acessos e implementação do projeto de eletrificação, como mostra a figura 26, foi uma resposta do Estado aos anseios do crescimento imobiliário, comprovado a partir dos relatos contidos nos jornais da época, em que se afirmava:

“Sem dúvida alguma, a cada dia a cidade chega mais perto do mar. Isso se faz sentir com o grande número de loteamentos existente na área praiana. O governo também estimula esta avançada do público à praia seja para morar ou simplesmente para investir abrindo concorrência recentemente para pavimentação asfáltica da rodovia que liga Aracaju ao Mosqueiro. São dezenas de quilômetros transformados em recantos lindos, sítios atrativos e chácaras belíssimas, com vários empreendimentos novos sendo iniciados com a finalidade de oferecer oportunidade ao homem conviver com a natureza com mais espaço e tranquilidade sem ficar isolado da comunidade social de Aracaju. A venda do loteamento ARUANA está a cargo da COMLAR”

“A praia é a grande pedida do momento, para aqueles que sabem que viver bem, é estar constantemente em contato com a natureza. No Loteamento Aruana além de você estar praticando a arte de viver bem, você encontrará toda uma infraestrutura montada, com praças, áreas verdes, ruas pavimentadas, saneamento básico, água, telefone e agora com todo o projeto de eletrificação instalado. Agora ficará mais fácil o acesso ao loteamento Aruana, pois o governo no sentido de incentivar o

desenvolvimento da área, resolveu fazer a pavimentação asfáltica da estrada que liga Aracaju-Mosqueiro” (GAZETA DE SERGIPE, 1979 *apud* MACHADO, 1989).

Figura 26 – Eixos estruturantes da ocupação da Zona de Expansão de Aracaju.

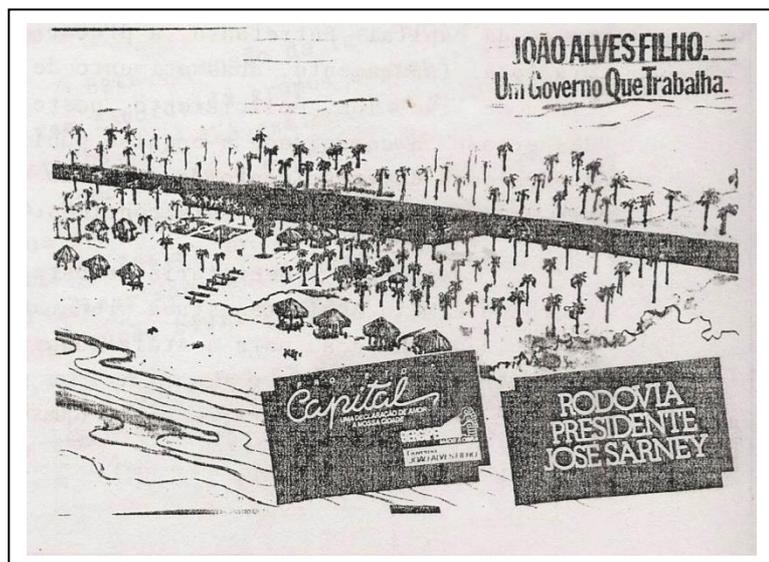


Em (a): Construção da rodovia dos Náufragos; Em (b): Venda de loteamentos na Aruana.
Fonte: Gazeta de Sergipe, 1979 *apud* MACHADO, 1989.

Os relatos acima transcritos tentam encorajar os moradores de Aracaju, notadamente das classes média e alta, a se deslocarem para a praia, “em contato com a natureza”, sem perder a ligação com a malha urbana de Aracaju, o que teria sido possibilitado pela rede de infraestrutura recém criada. Como já demonstrado, esse apelo para morar próximo à praia foi comum a todo o litoral de Aracaju, o que auxiliou a inaugurar uma nova fase na distribuição da ocupação do município, que até então se restringia basicamente às proximidades dos estuários do rio Sergipe.

Outro importante eixo viário de comunicação entre toda a frente litorânea da cidade foi a rodovia José Sarney, construída à beira mar em meados da década de 80, ligando a orla da Atalaia à foz do rio Vaza-Barris (Figura 27). Este eixo visou a dinamizar a orla costeira de Aracaju através do turismo e da construção de edificações à beira mar. Esta obra também permitiu o desenvolvimento da área compreendida entre as duas rodovias, com a criação de novos loteamentos e construção de condomínios.

Figura 27 – Folder ilustrativo da propaganda da construção da rodovia José Sarney.



Fonte: MACHADO (1989).

Aos eixos até aqui relatados, acrescenta-se a ponte Joel Silveira, sobre o rio Vaz-Barris, inaugurada no dia 30 de março de 2010. Essa estrutura foi idealizada com o objetivo de desenvolver o turismo em seus níveis local, estadual e interestadual a partir da ligação entre o litoral central e o litoral sul do estado, e também, ao estado da Bahia. Seus efeitos são notórios, uma vez que aumentou consideravelmente o fluxo de veículos na rodovia dos Náufragos, o que certamente tem atraído novos investimentos, especialmente do setor imobiliário.

Para o caso da Zona de Expansão merece destaque, ainda, as segundas residências. Nesse sentido, Machado (1989) destaca a transformação de antigas chácaras em casas de veraneio e posteriormente, na década de 90, em residências fixas, como ocorreu nos povoados de Robalo, Areia Branca e do Mosqueiro, o que resultou em importantes transformações na paisagem.

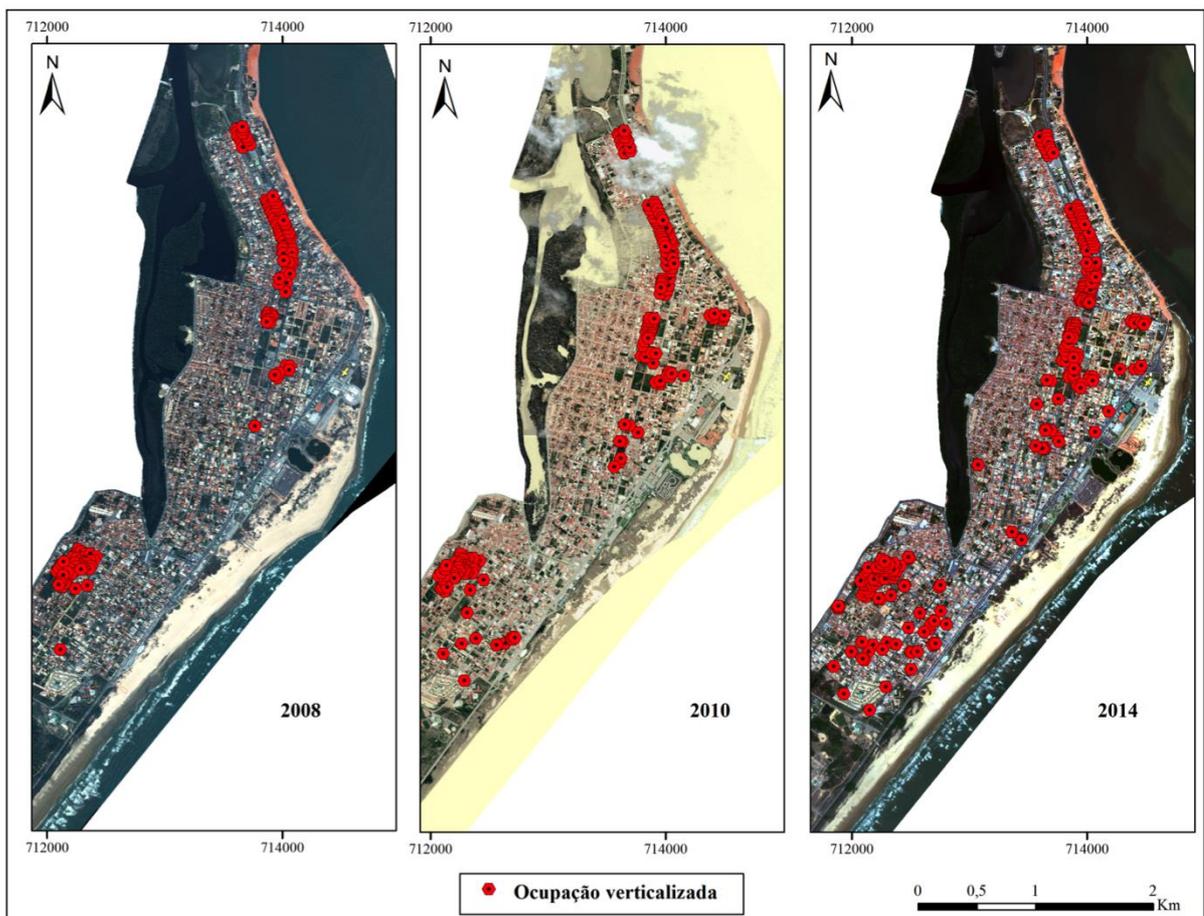
A terceira fase de ocupação da costa aracajuana ainda está em pleno andamento, tendo em vista a disponibilidade de extensas áreas e o contínuo fluxo populacional em direção à Zona de Expansão.

Inserido nesse contexto de aumento populacional defronte ao mar desponta a quarta e mais recente fase da ocupação, marcada por um novo padrão, até então infrequente na costa aracajuana: a verticalização das edificações. Tal processo teve seu marco histórico no ano de 2008, devido às modificações introduzidas pela lei complementar municipal nº 74/2008 (que alterou a lei complementar municipal nº 62/2003), a qual modificou o número de pavimentos

permitido para a cidade de Aracaju. A edição desta lei ampliou o gabarito dos edifícios de 12 para 16 ou 17 pavimentos, neste caso, desde que o segundo piso seja garagem, altura esta que passou a ser admitida para o todo o município, restringindo apenas o que a lei determina como Orla Marítima (faixa de praia). Até então as edificações na frente litorânea restringiam-se a poucos pavimentos, geralmente associados aos prédios destinados a serviços hoteleiros ou habitacionais, estes mais distanciados da orla.

Imediatamente após a aprovação da lei complementar, iniciaram-se inúmeras obras de edifícios residenciais com mais de 12 andares, em sua grande maioria localizados no bairro Atalaia e, secundariamente, na Coroa do Meio. A figura 28 aponta o crescimento do número de empreendimentos verticais entre o anos de 2008, 2010 e 2014.

Figura 28 – Evolução da verticalização na frente litorânea de Aracaju/SE.



Fonte: Imagens de Satélite QuickBird 2008, 2010 e 2014. Elaboração da autora.

A partir da análise evolutiva identifica-se o “boom” das ocupações verticalizadas, que modificou consideravelmente a paisagem destes bairros. Ressalta-se, nesse contexto, o efetivo

interesse dos agentes imobiliários na aprovação da Lei Complementar que permitiu tal mudança. Observa-se pela figura 28 que apenas dois anos após a aprovação da lei, em 2010, grande números de empreendimentos já haviam sido edificadas, fato que demonstra que parte dos vazios urbanos contidos nesses bairros já haviam sido reservados para essa finalidade.

No ano de 2014 a lei complementar nº 132 entrou em vigor, revogando a lei complementar nº 74/2008, entre outras providências. A nova lei modificou novamente a quantidade de pavimentos permitidos para os bairros da Atalaia e Coroa do Meio, ficando estabelecido que: para a Coroa do Meio, nos quarteirões defronte ao mar, os pavimentos restringem-se a 4 e, nas demais quadras, é permitido até 8 pavimentos; já para Atalaia, nos quarteirões defronte ao mar são permitidas construções de até 8 pavimentos, nos quarteirões da segunda faixa até 12 pavimentos, e nos demais quarteirões até 16 pavimentos. Destaca-se, ainda, que apesar das alterações realizadas, a nova lei previu que só seria aplicável para as licenças concedidas a partir da data de sua publicação, de modo que as licenças concedidas anteriormente poderiam manter seu projeto inicial, independente da quantidade de pavimentos. Considerando-se que as licenças concedidas tem longo prazo de validade, tem-se que as salvaguardas aparentemente trazidas pela nova lei foram ilusórias.

No que concerne à Zona de Expansão, a lei complementar em vigor até o presente momento permite apenas edificações de até dois pavimentos em razão de ser classificada como uma Zona de Adensamento Restrito pelo Plano Diretor da cidade.

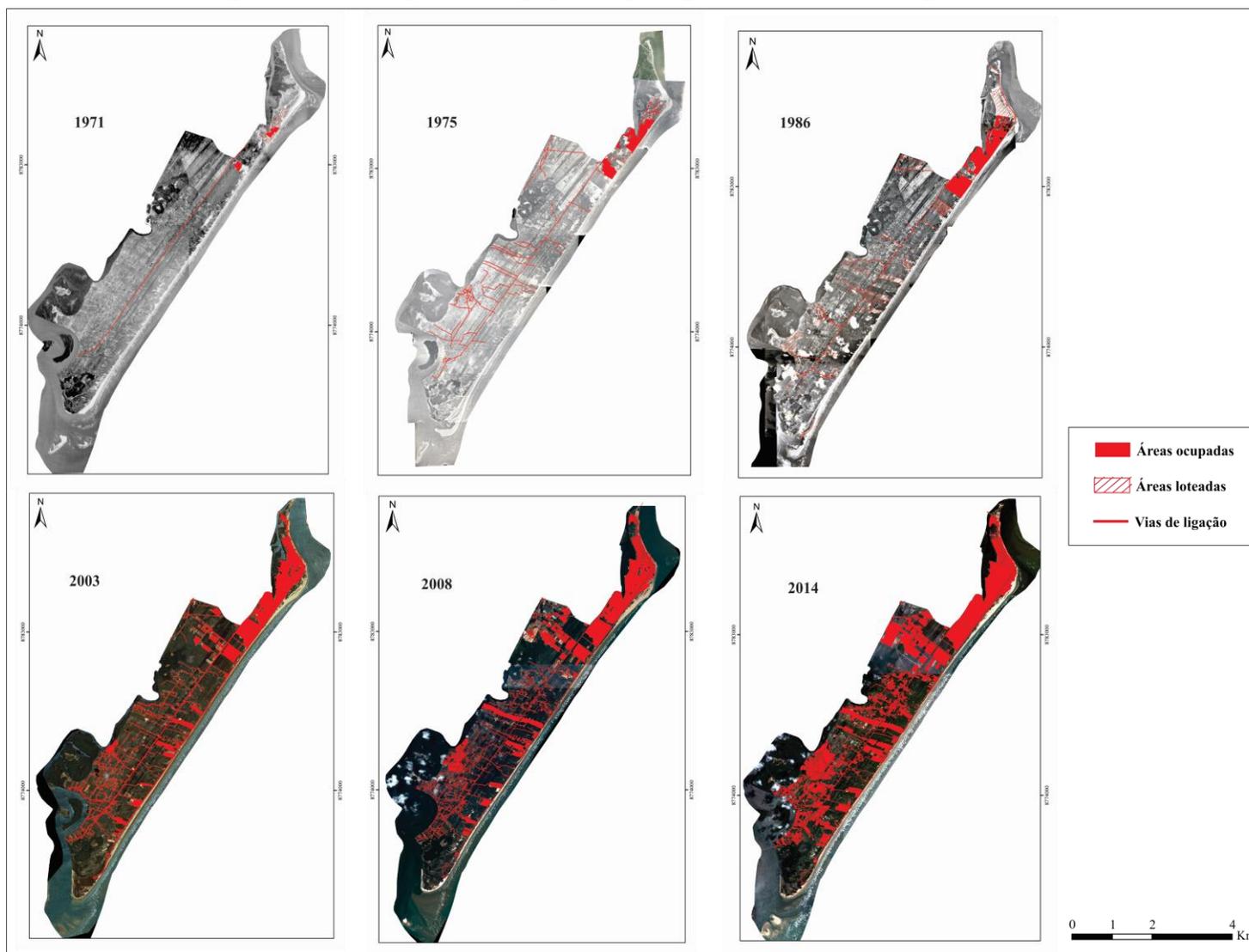
Um fato merece destaque no tocante às citadas leis municipais, tanto a de nº 74/2008, quanto a de nº 132/2014: ambas se prestaram a alterar parâmetros que são afetos à essência do Plano Diretor da cidade. Nada obstante, foram discutidas, aprovadas pela Casa Legislativa e sancionadas pelo Poder Executivo sem que nenhuma audiência pública fosse realizada. Em razão disso, tramita no presente momento histórico (ano de 2017) uma ação civil pública ajuizada pela Ordem dos Advogados do Brasil, Seccional Sergipe (OAB/SE), que se originou em representação popular e que pretende a anulação das leis complementares aqui citadas por “vício legal no processo legislativo”. É que se a elaboração do Plano Diretor exige amplo debate com a sociedade civil como previsto pelo Estatuto das Cidades, antes de que seja levado à votação, qualquer legislação que se preste a alterar tópicos que sejam da sua essência (e o perfil dos gabaritos é um deles) há de observar o mesmo rito, sob pena de se subverter a vontade da lei. Tal não ocorreu em relação à dita legislação.

Ante o exposto e no sentido de avaliar como ocorreu a evolução da ocupação na paisagem costeira de Aracaju, a figura 29 salienta o contínuo aumento da intervenção antrópica entre os anos de 1971 e 2014. Tal processo corrobora a discussão já realizada sobre

a ocupação dos bairros costeiros, que se revelou intensa para a Atalaia e Coroa do Meio, entre as décadas de 1960 e 1990, concretizando-se na década posterior. Já para Zona de Expansão esse processo foi mais tardio, posterior à década de 80, efetivando-se depois dos anos 2000. A figura revela também a disposição da ocupação, a qual se encontra muito mais concentrada nos bairros Atalaia e Coroa do Meio, ao contrário da Zona de expansão, cujo adensamento ainda é bastante esparso. Tal circunstância evidencia que este bairro ainda concentra vazios urbanos, muitos destes destinados à especulação imobiliária.

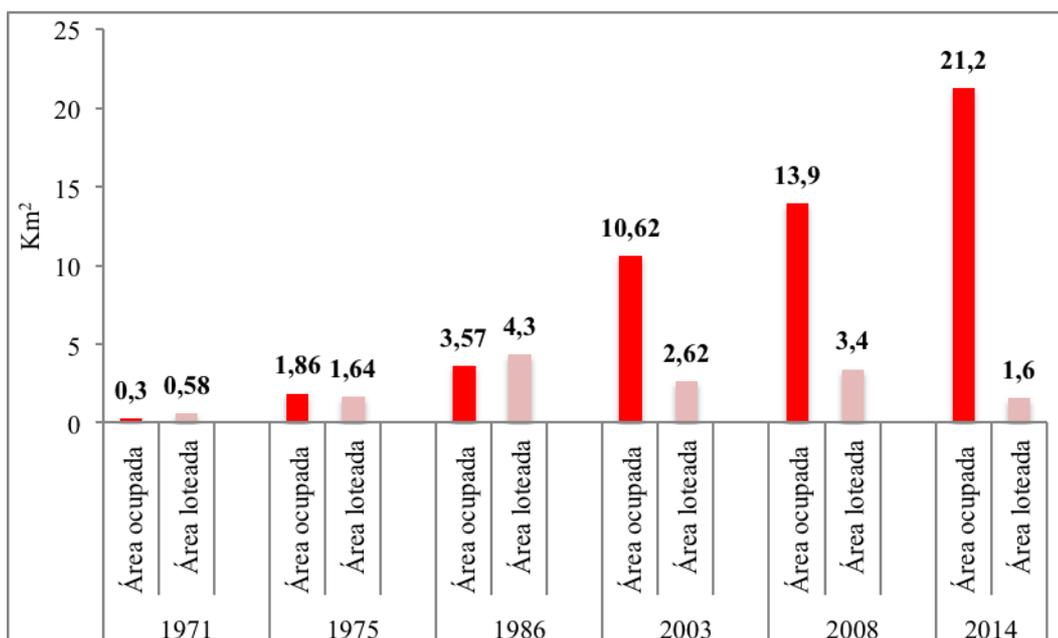
No tocante ao aumento da área ocupada, o gráfico 1 revela a vertiginosa elevação de áreas ocupadas na paisagem costeira de Aracaju nos últimos cinquenta anos. Evidencia-se um aumento da ordem de aproximadamente onze vezes da área ocupada no período total de análise, sendo que concentrada entre os anos de 2003 e 2014 houve duplicação da ocupação.

Figura 29 – Evolução da ocupação da paisagem costeira de Aracaju/SE.



Fonte: Fotografias aéreas de 1971, 1975 e 1986; Imagens de Satélite QuickBird de 2003, 2008 e 2014. Elaboração da autora.

Gráfico 1 – Evolução da intervenção antrópica entre 1971 e 2014.



Fonte: Elaboração da autora.

Contrasta tal análise os dados trazido na tabela 7 a respeito da evolução da população nos bairros costeiros entre 2000 e 2010. Vê-se que o principal aumento ocorreu na Zona Expansão, tal como demonstrado na figura 29, seguido dos bairros da Coroa do Meio e Atalaia.

Tabela 7 – Evolução da população nos bairros costeiros de Aracaju entre os anos de 2000 e 2010.

| Ano | Aracaju | Coroa do Meio | Atalaia | Zona de Expansão |
|------|---------|---------------|---------|------------------|
| 2000 | 461.534 | 14.065 | 8.597 | 18.554 |
| 2010 | 571.149 | 18.871 | 11.799 | 27.899 |

Fonte: Censo demográfico, IBGE (2010).

3.3. Formas de ocupação da paisagem costeira

A análise dos padrões de assentamento estabelecidos para a paisagem costeira de Aracaju revelou a existência de basicamente quatro formas de ocupação:

- Padrão de ocupação vertical (Figura 30- a) – este padrão de assentamento é o mais recente para a frente litorânea de Aracaju, até então de padrão horizontal ou com construções

de poucos andares. Este padrão de ocupação concentra-se no bairro Atalaia e, em menor proporção, na Coroa do Meio.

- Padrão de ocupação concentrado/horizontal (Figura 30-b) – O referido padrão concentra-se no bairro Atalaia e Coroa do Meio, caracterizado pelo elevado adensamento populacional.

- Padrão de ocupação em loteamentos (Figura 30-c) – esse padrão foi inaugurado na frente litorânea de Aracaju entre meados da década de 70 e 80, quando do parcelamento de grande parte da Coroa do Meio em lotes. O maior fluxo populacional em direção a este bairro resultou na efetiva ocupação da grande maioria dos lotes, procedendo a inclusão de tal bairro também no padrão concentrado de ocupação. O padrão em loteamentos tem se estabelecido em parte da Zona de Expansão, principalmente às margens das duas principais rodovias – José Sarney e Náufragos. Em geral, essa forma de assentamento está diretamente associada a alto poder aquisitivo, de modo que os imóveis são em geral destinados ora a residência fixa, ora a segundas residências.

- Padrão de ocupação disperso (Figura 30-d) – esse padrão de assentamento é restrito à Zona de Expansão. O maior número dessas formas de ocupação está relacionado a comunidades tradicionais, de localidades (povoados) como Robalo, Mosqueiro, São José, entre outros.

Dentre os padrões de ocupação destacados traz-se à lume o padrão em loteamentos. Como dito anteriormente, este padrão foi estabelecido inicialmente para incentivar a ocupação na frente litorânea de Aracaju, com destaque para a Coroa do Meio, expandindo-se posteriormente para a Zona de Expansão. Nesse sentido, enfatiza-se as contribuições dadas por Macedo (2004) que destaca o papel dos loteamentos como forma de urbanização de grande parte das cidades costeiras.

O autor destaca um padrão urbanístico para cidades costeiras que em muito coincide com o processo ocorrido em parte da frente litorânea de Aracaju. Quando da incorporação dos espaços praianos aos espaços de lazer, houve uma grande valorização dos terrenos à beira-mar, fato que tornou tais ambientes grandes áreas de atração. É nesse contexto que surge a figura dos loteamentos que, de acordo com Macedo (2004), visam à obtenção de um espaço com elevado valor paisagístico em que se pode reproduzir casas com padrões urbanísticos diferenciados das áreas de primeira residência. O surgimento de padrões em lotes está associado diretamente às casas de veraneio, caracterizado pela forma em xadrez à beira-mar ou nas suas imediações (MACEDO, 2004).

Figura 30 – Padrões de ocupação na paisagem costeira de Aracaju.



Em (a): Padrão de ocupação concentrado e vertical; em (b) Padrão de ocupação concentrado e horizontal; Em (c) Padrão de ocupação em loteamentos; Em (d) Padrão de ocupação disperso. Fonte: (a) Levantamento fotográfico da autora; (b) Ortofotos 2008 – SPU; (c, d) QuickBird 2014 – EMURB.

O padrão em comento dá-se a partir de duas perspectivas: na formação de bairros praianos e na constituição de área de veraneios mais afastadas da malha urbana consolidada. Para o caso da Coroa do Meio, seguiu-se basicamente a primeira lógica, com a abertura de lotes destinados à moradia fixa. Já para a Zona de Expansão, o padrão seguido foi o segundo, no qual os lotes localizam-se em regiões mais afastadas do centro urbano, com menos infraestrutura e grande parte das características naturais preservadas, destinados majoritariamente à segunda residência. Nada obstante, observa-se que, atualmente, os

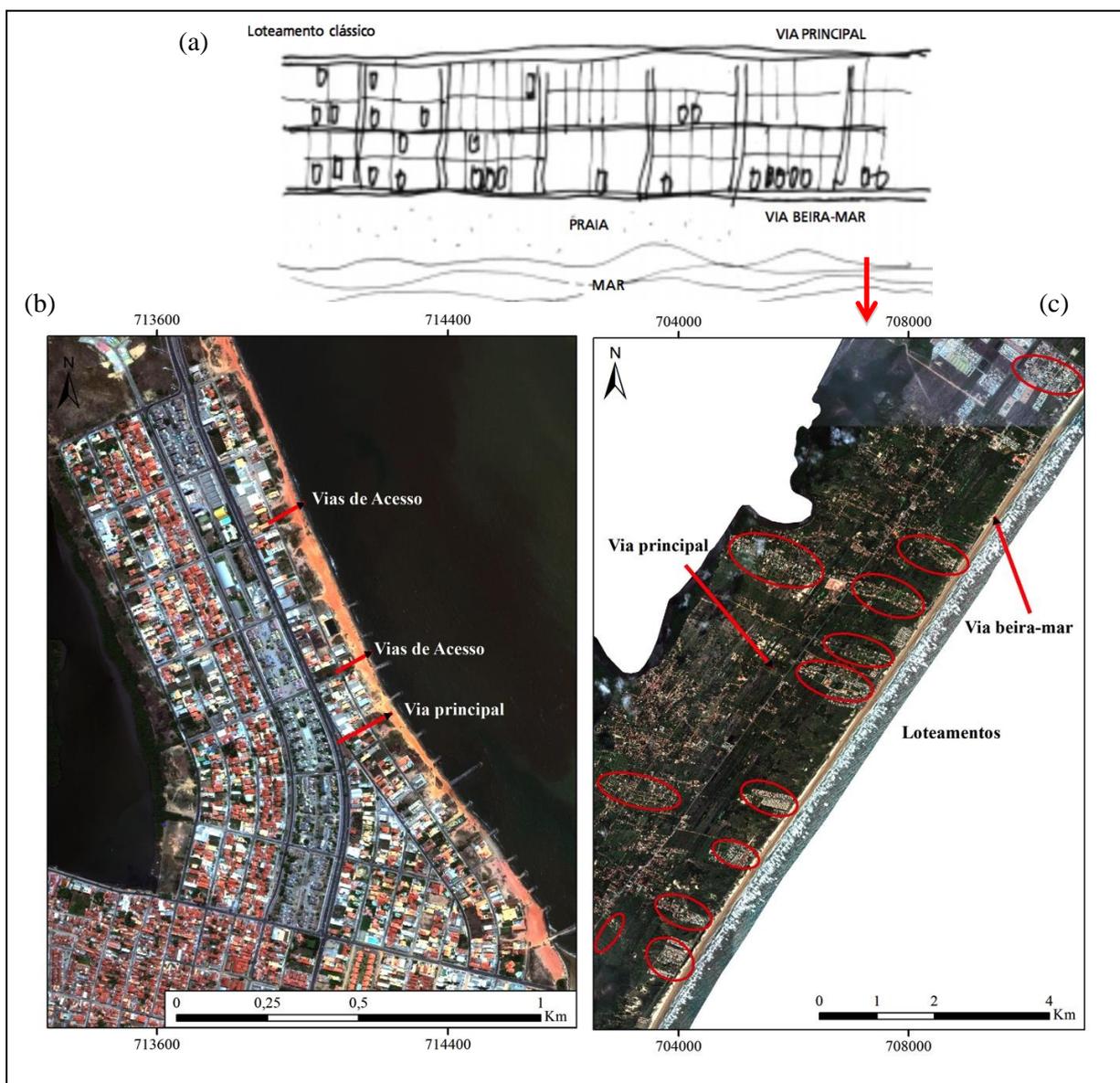
loteamentos mais próximos à malha urbana consolidada de Aracaju já se constituem como áreas de moradias fixas.

Independentemente da destinação, o que se observa nesse padrão de assentamento é a incompatibilidade com a estrutura natural das unidades. O padrão reticulado adotado na delimitação dos lotes acaba por romper com a estrutura natural dos ecossistemas costeiros. Como destaca Macedo (2004), há uma modificação da morfologia existente a fim de que se adeque ao traçado dos lotes, impondo à paisagem “um modelo rígido de desenho que, ao imprimir a ela o caráter urbano do bairro-jardim, causa sempre perdas reais dos valores paisagísticos e ambientais da região”(p. 46).

Quanto à criação e estruturação dos lotes, a partir dos modelos apontados por Macedo (2004), comparou-se a estruturação dos loteamentos inseridos nos bairros da Coroa do Meio e Zona de Expansão e chegou-se à conclusão de que estes seguiram os denominados “Loteamentos Clássicos”. Esse modelo pressupõe que os lotes estejam dispostos em função de uma via principal de acesso e uma via beira-mar, paralelas à praia (Figura 31).

Para o caso da Coroa do Meio há uma excepcionalidade: quando da construção inicial dos lotes (1º, 2º e 3º fase), o modelo adotado seguiu basicamente os princípios dos loteamentos clássicos. Contudo, processos erosivos impediram a construção de parte da rodovia à beira-mar, restringindo o acesso aos lotes à via central. Para o restante do bairro, a não concretização da quarta etapa da urbanização resultou em ocupações irregulares que romperam com o padrão de lotes em parte do bairro, modificando o arruamento previsto para a área.

Figura 31 – Modelos de loteamento estabelecidos para os bairros Coroa do Meio e Zona de Expansão.



Em (a): Modelo de Loteamento Clássico (MACEDO, 2004) Em (b, c): Modelo de Loteamento Clássico aplicado à Coroa do Meio e à Zona de Expansão de Aracaju. Fonte: Imagens de Satélite QuickBird 2003. Elaboração da autora.

3.4. Legislação urbanística e entraves da ocupação

Dentre as principais leis que regulamentam o uso e a ocupação do solo nas cidades detentoras de mais vinte mil habitantes destaca-se o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbanístico (PDDU), motivo que atrai esta lei ao centro das discussões em torno do processo de ocupação da paisagem costeira de Aracaju, que se soma às leis que regulamentam a

ocupação nos ambientes costeiros, a exemplo do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC).

Dentre as áreas definidas pelo PDDU (2000) como áreas de preservação, destacam-se: mangues, dunas acima de 10 m, cursos d'água, mananciais subterrâneos e lacustres e lagoas reservadas para a drenagem pluvial. Estas não são parceláveis e “*non-aedificand*”, sendo vedado o corte ou retirada da vegetação.

Para as dunas, o PDDU (2000) define que: dunas de até 6 m de altura a ocupação é livre, com possibilidade de desmonte; dunas que possuam entre 6 m – 10 m de altura, a ocupação é restrita a uma área em projeção horizontal que não ultrapasse 70% da área da duna; e para o caso das dunas acima de 10 m, como já descrito, a ocupação é proibida.

Feição costeira que merece destaque dentro desse arranjo são os cordões litorâneos, preponderantes na planície costeira de Aracaju, detentores de importantes funções ecológicas, tal qual as dunas. A não existência de legislação local que regule especificamente estes ambientes tem resultado na supressão indiscriminada dessas feições.

Em relação às áreas de mangue, há de considerar, historicamente, o art. 1º da Lei Estadual nº. 2.683/1988, que estabelecia que essas áreas fossem de preservação permanente, vedado qualquer tipo de uso, aterramento ou destruição. No entanto, a Lei Estadual nº 3.117/91 modificou esse artigo e estabeleceu que as áreas de mangue ainda são caracterizadas como áreas de preservação, com a ressalva de que é permitido o uso e ocupação dentro dos parâmetros estabelecidos pelo Conselho Estadual do Meio Ambiente - CECMA. Em razão da dissonância existente entre os dispositivos legais que regulam o seu manejo, grandes áreas de mangues foram destruídas direta e indiretamente em razão da expansão urbana de Aracaju. Atualmente, o PDDU (2000) inclui a referida unidade costeira como área de preservação permanente, em consonância com a lei federal nº 12.651/2012, a qual dispõe sobre a proteção de vegetação nativa.

Outro importante ambiente retratado pelo PDDU são as lagoas, especialmente restritas à Zona de Expansão de Aracaju. Em razão da não existência de infraestrutura de macrodrenagem na maior parte do bairro, estas desempenham a função ecológica de drenagem natural da área e por tal razão foram incluídas nas áreas de preservação permanente. A extensão dessas lagoas deve ser definida tendo em vista o seu nível mais alto de água no inverno (PDDU, 2000). Este aspecto delimitador é de fundamental importância, uma vez que parte das lagoas encontradas na área de estudo são sazonais, resumindo-se a pequenas áreas de solos úmidos no período de poucas chuvas.

Apesar da restrição trazida pela legislação municipal quanto à supressão das lagoas, é importante frisar a sua inobservância em muitos casos. O aumento de áreas ocupadas tem resultado na impermeabilização do solo associada ao aterramento de muitas dessas feições, fato que tem resultado em alagamentos constantes na área (Figura 32).

Figura 32 – Alagamentos na Zona de Expansão de Aracaju.



Fonte: (a e b) Infonet (2010); (c e d) Jadilson Simões - Jornal da Cidade (2010).

Diante de tal problemática e da falta de solução para os problemas referentes à drenagem da Zona de Expansão, tudo isso aliado à falta de ação dos poderes públicos competentes, o Ministério Público Federal, em litisconsórcio com o Ministério Público do Estado de Sergipe e com o Conselho das Associações de Moradores dos Bairros Aeroporto e Zona de Expansão de Aracaju – COMBAZE –, ajuizou em 2009 Ação Civil Pública contra União, Caixa Econômica Federal (CEF), Petróleo Brasileiro S.A (PETROBRAS), Companhia de Saneamento do Estado de Sergipe (DESO), Administração Estadual do Meio Ambiente (ADEMA), Prefeitura Municipal (PMA) e Empresa Municipal de Obras e Urbanização (EMURB). Acatando o pedido de urgência dos autores da ação, a 1ª Vara Federal de Sergipe concedeu medida liminar no sentido de coagir o Município e demais órgãos a solucionar os problemas de drenagem e esgotamento sanitário da área, na tentativa de corrigir e evitar desequilíbrios ambientais oriundos da ocupação irregular e sem planejamento prévio.

Ao proferir a sua decisão, a juíza federal Telma Maria Santos ponderou que,

(...) o problema de drenagem no local se deve, essencialmente, à ausência de uma estrutura planejada para escoamento das águas pluviais somada ao fato de terem sido edificadas muitos empreendimentos imobiliários, os quais implicaram em aterramento e pavimentação de áreas antes servíveis para absorção dessas águas pelo solo (AÇÃO CIVIL PÚBLICA – MPF, 12 de junho de 2009, IX).

(...) Somente em meados de 2008 é que foi elaborado um projeto de macrodrenagem para a região, quando já existiam diversos empreendimentos, totalizando mais de 10 mil unidades residenciais, se considerados somente aqueles operacionalizados pela CEF. (...) Vê-se, portanto, que os problemas de drenagem e de esgotamento sanitário que atingem a Zona de Expansão de Aracaju decorrem da falta de planejamento na urbanização daquela área, com a preparação necessária de sistemas de drenagem e de esgotos adequados para o local e para os tipos de empreendimentos que foram licenciados para edificação. (...) Observa-se também, não sem uma grande perplexidade, que os réus têm conhecimento dos problemas e das amargas consequências em não resolvê-los, mas não se empenham como deveriam e como a população corretamente espera (AÇÃO CIVIL PÚBLICA – MPF, 12 de junho de 2009, IX - XI).

Com base nas considerações do Ministério Público Federal, a Justiça Federal de Sergipe determinou aos réus da Ação Civil Pública - ACP, em sede liminar, cada um nos limites de suas atribuições, que apresentassem projetos e cronogramas para execução do sistema de macrodrenagem, assim como determinou que: a ADEMA não concedesse nenhum licenciamento ambiental para novas construções; a EMURB não emitisse alvará de construção, habite-se e outros atos administrativos para uso e ocupação do solo para novas obras e; a CEF não inaugurasse novos empreendimentos. No entanto, consta nos autos do processo que, ato contínuo à contestação dos réus, algumas restrições foram revistas, restando estabelecido que,

a) **não podem ser emitidos alvarás de construção ou outros atos administrativo para uso e ocupação do solo relativos a nenhum novo empreendimento, ainda que esteja de acordo com as exigências contidas no Termo de Ajustamento de Conduta - TAC**, só podendo ser expedidos tais documentos em relação aos empreendimentos que já estivessem em andamento antes da concessão da liminar e desde que estivessem em observância às exigências do TAC firmado com o MPF e o MP/SE, considerando-se novo empreendimento aquele cujo requerimento administrativo de concessão de licença tenha sido protocolado junto à EMURB após a decisão liminar proferida; b) **podem ser expedidos alvarás/licenças/autorizações que resultem no uso e ocupação do solo, relativos às frações privativas de terrenos ou lotes individuais em relação aos condomínios de lotes e loteamentos**, desde que estes já tenham sido licenciados, emitidos Habite-se e Termos de Verificação de Obras – TVO em relação aos mesmos, e, ainda, se estiverem de acordo com as exigências do TAC, uma vez que o condomínio considerado em sua integralidade já se encontrasse devidamente regularizado, não se enquadrando como novo empreendimento, nos termos da vedação contida na decisão proferida; (...) j) **não estão abrangidos pela vedação à liberação de novos empreendimentos aqueles referentes a imóveis situados na Sub-bacia da Atalaia, que contem com rede coletora de esgotamento sanitário e cuja drenagem seja direcionada para a Maré do Apicum e não para as demais áreas da ZEA**. k) a EMURB não deve recusar, sob o argumento da liminar deferida por este Juízo, os requerimentos de Alvará de Construção através de seu sistema de protocolo, podendo ela dar o regular andamento aos mesmos, sem, contudo, expedir o alvará deles resultantes, comunicando aos interessados o motivo que está obstando tal expedição, caso compreendam-se na vedação determinada pela liminar proferida. (AÇÃO CIVIL PÚBLICA – MPF, 12 de junho de 2009, grifo nosso).

Esta ação teve grande repercussão, uma vez que balizou a ocupação no período atual caracterizado pela expansão imobiliária, obrigando os órgãos públicos a limitarem a ação das construtoras, além de projetar e concretizar um sistema de drenagem que consiga sustentar o crescimento populacional para a área, ação esta que deveria ter sido realizada em momento anterior ao próprio incentivo à ocupação.

No momento da conclusão desta tese a ação ainda tramitava na primeira instância Justiça Federal (Seção Judiciária de Sergipe – 1ª Vara Federal) e vigiam as determinações judiciais e respectivas restrições aqui expressadas.

No que tange às áreas de proteção, foram delimitadas pelo PDDU (2000): faixas circundantes às dunas com mais de 10 m, aos mangues e às lagoas interdunares, assim como as áreas de risco e as próprias lagoas interdunares, sendo a ocupação nesta área sujeita à avaliação pelos órgãos municipais competentes.

Destaque especial dentro das áreas de proteção dá-se ao que lei denomina de “áreas de risco”, entendidas como “aquelas sujeitas, de fato ou potencialmente, a sediar ou serem atingidas por fenômenos geológicos naturais ou induzidos, bem como aquelas que já tenham sofrido efeitos danosos de degradação do solo, por extração ou por processos de urbanização predatória” (PDDU, 2000, p. 20). Além da definição, a referida lei ainda destaca:

I – áreas de risco potencial: incidentes em terrenos não ocupados; II – áreas de risco efetivo: incidentes em terrenos já parcelados, ocupados ou não, que sofreram grandes modificações na paisagem natural, decorrente de ações lesivas, praticadas pelo homem, ou em decorrência de fenômenos naturais. (...) Consideram-se áreas de risco geológico, para os efeitos desta lei: I – áreas passíveis de deslizamento em decorrência de ações antrópicas ou de fenômenos naturais, que possam causar danos pessoais ou materiais, considerada a inclinação e natureza do solo; II – áreas sujeitas a inundações; III – áreas sujeitas aos fenômenos de erosão ou de assoreamento (Art. 32, PDDU, 2000).

O uso e a ocupação das áreas de risco também é regulamentada pelo PDDU, o qual estabelece as seguintes diretrizes:

I – adoção de medidas mitigadoras, em conformidade com a natureza e intensidade do risco declarado; II – destinação que exclua o adensamento, nas áreas onde as condições de risco não puderem ser mitigadas; III – assentamento compatível com as situações de risco, apontadas tecnicamente (Art.35, PDDU, 2000).

Referente ao macrozoneamento a partir das características urbanas, Aracaju foi dividida em: Zona de Adensamento Preferencial (ZAP), Zona de Adensamento Básico (ZAB), Zona de Adensamento Restrito (ZAR) (PDDU, 2000).

Os bairros da Coroa do Meio e Atalaia estão inseridos nas Zonas de Adensamento Básico por apresentarem potencial de urbanização, mas com déficit de infraestrutura, sistema viário, transporte, comércio e serviços. Para estes bairro, há o estabelecimento de algumas diretrizes, a exemplo de: adensar de forma controlada o uso e ocupação do solo, articular a implantação de infraestrutura, entre outros (PDDU, 2000).

Já a Zona de Expansão está inserida na Zona de Adensamento Restrito em razão do padrão de ocupação disperso e não contínuo, associado à ausência de infraestrutura e serviços urbanos (PDDU, 2000). Assim sendo, as diretrizes estabelecidas pelo PDDU (2000) são: garantir que a instalação de infraestrutura preceda o processo de uso e ocupação do solo e estruturar a área, especialmente no que concerne ao sistema viário e ao sistema de macrodrenagem.

Especial atenção merece estas duas diretrizes, uma vez que nenhuma delas foi efetivamente adotada durante o processo de ocupação da Zona de Expansão. A evolução da área ocupada na referida zona entre os anos de 2003 e 2014 foi vultosa, ocorrendo à revelia de melhorias urbanas e, principalmente, da existência de um sistema de macrodrenagem, como já descrito.

Analisando ainda esse cenário sob a perspectiva do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro, destaca-se o art. 16 do Decreto nº 5.300/2004, que determina que “qualquer

empreendimento na zona costeira deverá ser compatível com a infraestrutura de saneamento e sistema viário existentes, devendo a solução técnica adotada preservar as características ambientais e a qualidade paisagística”. É fato que tais prescrições não vêm sendo adotadas para a paisagem costeira de Aracaju.

Dentro do macrozoneamento estabelecido, sobrepõe-se as Áreas de Diretrizes Especiais, detentoras de normas próprias de uso e ocupação. São elas: Áreas Especiais de Interesse Social (AEIS), Áreas de Interesse Urbanístico (AIU), Áreas de Desenvolvimento Econômico (ADEN) e Áreas de Interesse Ambiental (AIA).

Parte da área investigada encontra-se em algumas dessas classificações. Pequeno seguimento entre os bairros Atalaia e da Coroa do Meio compõe uma Área de Interesse Social, cujas diretrizes são estabelecidas tendo em vista a regularização fundiária e execução de projetos de urbanização. Como já fora aqui exposto, o projeto de urbanização daquela área foi concluído em 2006, contudo, a regularização das ocupações ainda não ocorreu por completo.

A Zona de expansão está completamente inserida nas Áreas de Interesse Urbanístico cujas diretrizes de intervenção pressupõem: proteção ambiental e dos índices de balneabilidade da praia, elevação dos índices de cobertura vegetal e estímulo às atividades turísticas. Às áreas de manguezais e lagoas tanto da Coroa do Meio, quanto da Zona de Expansão, foram incluídas nas Áreas de Interesse Ambiental.

Em verdade, ao se lançar os olhos sobre as diretrizes estabelecidas pelo Plano Diretor, principalmente no que pertence à Zona de Expansão do município, e compará-las com a realidade empírica, constata-se a ausência de infraestrutura urbana e negligência quanto aos elementos naturais que a área contém. No entanto, parece não haver discernimento dessa área como receptora de um contínuo e elevado fluxo populacional a demandar do poder público maiores investimentos em infraestrutura e novas diretrizes de intervenção. Parte da população, principalmente a de menor poder aquisitivo, sofre com o déficit de elementos básicos de infraestrutura, a exemplo de calçamento, saneamento, transporte público, postos de saúde, escolas e creches (Figura 33).

Figura 33 – Déficit de infraestrutura urbana na Zona de Expansão de Aracaju.



Fonte: Levantamento fotográfico da autora.

Como o Plano Diretor em vigência foi elaborado no ano 2000, o prazo legal exigido para a sua revisão, seria o ano de 2010 (art. 40, §3º, Lei Federal nº 10.257/2001 – Estatuto das Cidades). Com demasiado atraso, a revisão do PDDU de Aracaju se encontrava, quando da conclusão deste estudo, com as audiências e consultas públicas no âmbito do Poder Executivo concluídas, aguardando remessa do Projeto de Lei para a Câmara Municipal de Vereadores do município.

Dentro da Zona de Expansão também foi delimitada uma área de proteção ambiental na foz do rio Vaza-Barris (APA da foz do rio Vaza-Barris), a qual foi definida pela Lei Estadual nº 2.795/1990. Essa área compreende a ilha do Paraíso, na foz do Vaza-Barris, e a ilha da Paz, na foz do rio Santa Maria. Nos termos do que ela prescreve, é proibido qualquer tipo de uso e ocupação que modifique as características geomorfológicas e da cobertura vegetal.

Além do Plano Diretor, de outras leis esparsas e das resoluções pertinentes, merece também atenção o Projeto de Intervenção da Orla Marítima de Aracaju, elaborado em 2002, que, apesar de não ser um documento normativo, visa a recuperar áreas degradadas e a orientar o crescimento urbano no ambiente costeiro de Aracaju, com ênfase na Zona de Expansão. Esse projeto propõe metas para a resolução dos problemas socioambientais na referida área, assim como conciliar o uso com a preservação dos ambientes naturais.

A Lei Federal nº 7.661/1988 e o Decreto Federal nº 5.300/2004, que regulamentam o PNGC, indicam a necessidade de elaboração de Planos Estaduais e Municipais de Gerenciamento Costeiro (GERCO) como instrumentos aliados, a fim de definir responsabilidades e instrumentos para a sua execução. Para o caso de Sergipe, o GERCO

ficou sob a responsabilidade inicial da atual SEPLANTEC (Secretaria de Estado e Planejamento), um ano após a promulgação do PNGC (1989) (VILAR, ARAÚJO, 2010).

Atualmente a competência para implementação do “Projeto de Gestão da Orla Marítima em Sergipe” dentro do PNGC é da Secretaria de Estado e Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos – SEMARH. O Decreto Estadual nº 29.167, de abril de 2013, constituiu a “Comissão Técnica Estadual de Gerenciamento Costeiro de Sergipe – CTE-GERCO/SE”, com o objetivo de coordenar as ações de gerenciamento costeiro dentro do Estado. Apesar disso, apenas em outubro de 2015 a SEMARH divulgou nota informando que as discussões sobre o Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro de Sergipe foram retomadas. Já no tocante ao plano municipal de Aracaju, não há sequer previsão de elaboração.

Diante de todo o exposto, verificou-se um certo padrão de não adequação da contínua expansão de área ocupada às normatizações existentes, principalmente quando estas primam pela não descaracterização de determinadas feições, cruciais à manutenção da estabilidade natural da zona costeira. Para além disso, muitas destas regulamentações têm sido elaboradas no sentido de atender a determinados setores da sociedade, mormente o econômico. Esta conjuntura revela um cenário de conflito advindo das demandas econômicas para a zona costeira, ocasionalmente atendida pelo poder público, apesar da elevada fragilidade apresentada pelo ambiente costeiro aracajuano.

CAPÍTULO IV

A ANÁLISE INTEGRADA DA PAISAGEM COSTEIRA DE ARACAJU SOB O PRISMA DA GEOECOLOGIA.

4. A ANÁLISE INTEGRADA DA PAISAGEM COSTEIRA DE ARACAJU SOB O PRISMA DA GEOECOLOGIA.

À geoeecologia cabe desvendar a essência da paisagem nas suas dimensões vertical e horizontal, nas quais se revelam os diferentes agentes que atuam na sua composição e funcionamento. A partir de tal assertiva, ao presente capítulo incumbe realizar uma análise integrada da paisagem costeira de Aracaju alicerçada nos princípios geoeecológicos, evidenciando as características genéticas, a estruturação e o processo dinâmico-evolutivo. Em razão da geoeecologia tencionar o estudo da paisagem sob a ótica geossistêmica, aponta-se inicialmente na figura 34 a correlação entre as grandezas escalares da paisagem examinada.

Figura 34 – Constituição da paisagem investigada.



Fonte: Ortofoto de 2004; levantamento fotográfico da autora. Organização da autora.

Acentua-se que no decorrer do capítulo os termos utilizados estão relacionados à proposta metodológica trazida pela geoeecologia diante do reconhecimento de que o

geossistema refere-se à paisagem costeira e fluviomarinha, o geofácio constituiu as unidades geocológicas e o geótopo equivale às subunidades.

4.1. Fatores geocológicos de formação da paisagem

Os fatores de formação da paisagem referem-se aos componentes naturais da paisagem que caracterizam a sua composição e delineiam a sua estruturação e funcionamento (RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2004).

4.1.1. Fatores Geológicos e Geomorfológicos

A geologia e a geomorfologia do litoral de Sergipe foram analisadas por autores como Bittencourt *et al* (1983), Cunha (1980) e Dominguez; Bittencourt; Martin (1983).

O setor costeiro de Sergipe é representado pelas Formações Superficiais e é composto por três grandes unidades: as coberturas Tércio-quadernárias, o Grupo Barreiras, e as Coberturas do Quaternário (Pleistocênico e Holocênico).

O Grupo Barreiras é constituído por areias finas e grossas, com presença de níveis argilosos e de seixos. Os tabuleiros costeiros, com altitudes de 100 a 200m desenvolveram-se nesses depósitos, separados da planície costeira por uma linha de falésias inativas.

Os depósitos do Quaternário são representados pela Planície Costeira, disposta externamente ao Grupo Barreiras. Segundo Bittencourt *et al* (1983), os depósitos quadernários individualizam-se em depósitos Pleistocênicos e Holocênicos. Na área de estudo são encontrados apenas depósitos que datam do Holoceno, são eles (figura 35):

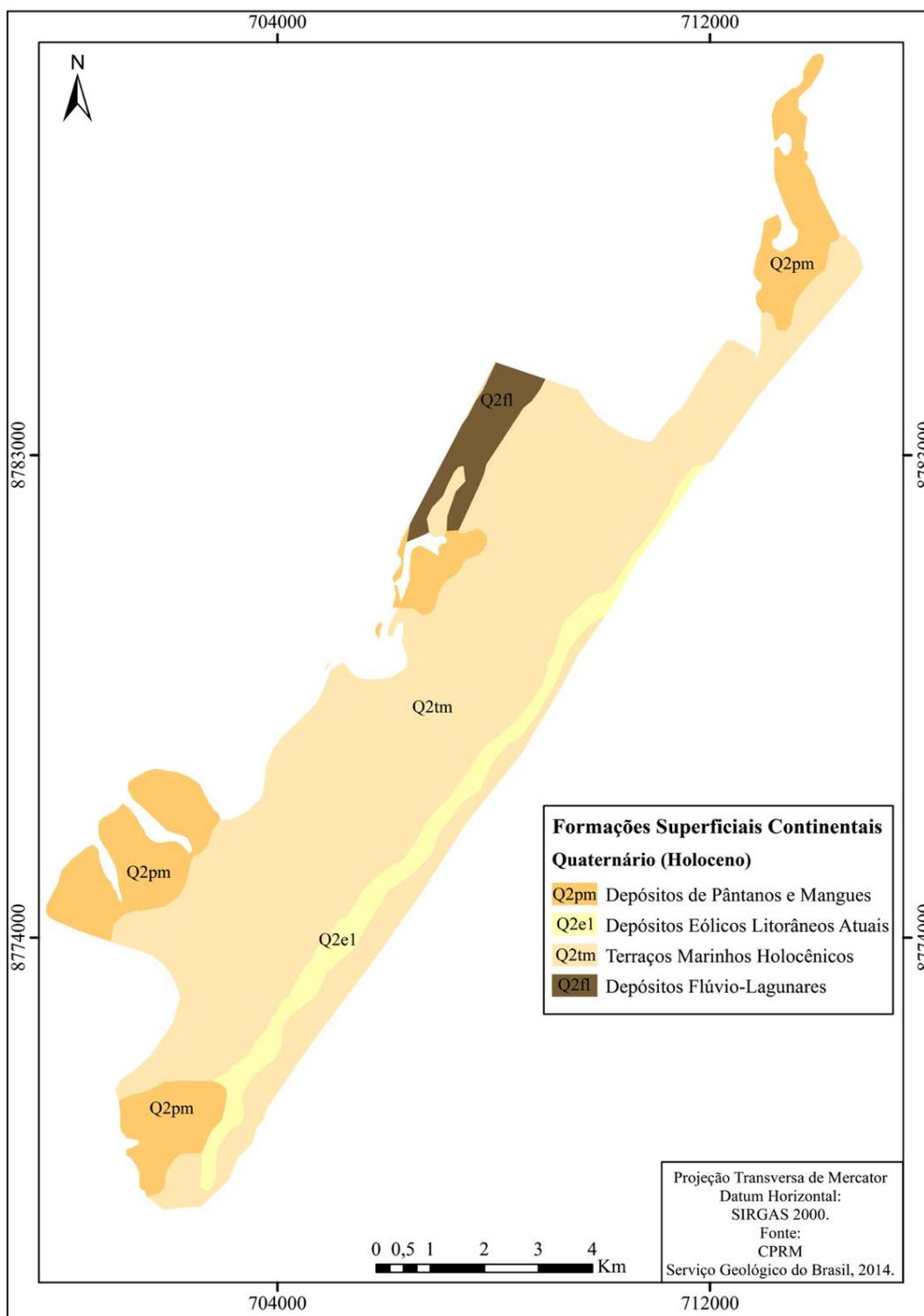
- Depósitos Marinhos – São compostos por areias bem selecionadas, podendo conter conchas marinhas. Compreendem os terraços marinhos que estão localizados na borda externa dos terraços pleistocênicos ao longo de toda a costa. Estes terraços possuem pequena elevação, onde são encontrados cordões litorâneos, que representam antigas linhas de praia.

- Depósitos Flúvio-lagunares – São compostos de sedimentos argilo-lamosos de origem flúvio-lagunar. São encontrados nas zonas que separam os terraços marinhos pleistocênicos dos holocênicos.

- Depósitos de Mangue – Os depósitos de mangue são compostos de sedimentos argilo-siltosos, ricos em material orgânico. São encontrados em regiões sob influência das marés.

- Depósitos Eólicos – São constituídos por sedimentos arenosos de granulometria fina, bem selecionados, com grãos arredondados. Estes depósitos compreendem as dunas que bordejam todo o litoral. Ocorrem sobre os terraços marinhos holocênicos.

Figura 35 – Mapa geológico da área de estudo.



Fonte: Adaptado de CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2014.

A análise geomorfológica indica a presença de quatro unidades: o Terraço Marinho Holocênico, as Dunas Litorâneas Atuais, a Planície de Maré, os Bancos Anexados à Costa e o Pontal Arenoso (figura 36). As discussões sobre o processo de formação e as subdivisões das referidas unidades serão realizadas nos itens e capítulos posteriores, principalmente envolvendo as unidades geocológicas, isto porque a individualização destas deu-se principalmente em função dos aspectos geomorfológicos da área investigada.

Figura 36 - Mapa geomorfológico da área de estudo.



Fonte: Elaboração da autora.

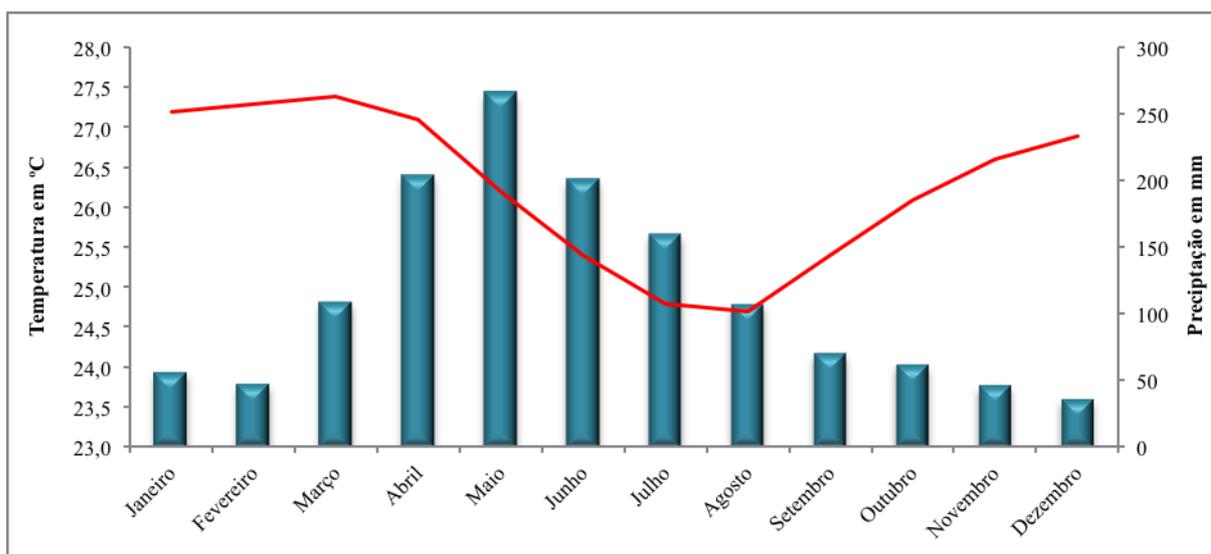
4.1.2. Fatores climáticos

O regime pluviométrico de Sergipe está relacionado aos sistemas atmosféricos de diferentes escalas que atuam no Nordeste brasileiro, em que se destaca a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), os Sistemas de Massas de Ar e a influência da maritimidade (MOLION, BERNARDO, 2002; DINIZ, MEDEIROS, CUNHA, 2014).

De acordo Molion; Bernardo (2002) a posição geográfica na qual Sergipe se encontra, ENE, apresenta totais de precipitação diferenciados do NNE e SNE, cujas concentrações pluviométricas perfazem o mês de março e de novembro a fevereiro, respectivamente, enquanto na localidade ENE as chuvas atingem o máximo no mês de maio. Kousky (1980) sugere que esse máximo pluviométrico no mês de maio é derivado de sistemas de frentes frias, ou dos seus remanescentes, que contribuem para aumentar a precipitação à medida em que se movimentam em direção à costa do nordeste.

Referente ao clima do município de Aracaju, este está inserido no tipo Tropical Litorâneo do Nordeste Oriental, com temperatura e precipitação média anuais de 28°C e 1.400 mm, respectivamente. O climograma exposto no gráfico 2 evidencia que o período de maior concentração pluviométrica inicia-se no final do verão e perdura até o inverno, momento em que a média da temperatura reduz relativamente.

Gráfico 2 - Climograma do município de Aracaju/SE.



Fonte: Dados da rede do INMET. Organização da autora.

Utilizando o parâmetro de Henri Gausson (índice de aridez) para o estabelecimento de meses secos (precipitação mensal inferior ao dobro da temperatura – $P < 2T$), identificou-se

que Aracaju apresenta três meses caracterizados como seco, não obstante haja presença de precipitação em todos os meses do ano. Tal confirmação foi obtida através da análise da média mensal de precipitação e temperatura realizada para o período de 1961 a 2015 (Tabela 8).

Ressalta-se que a análise mais aprofundada sobre a distribuição e características da precipitação será realizada na avaliação da suscetibilidade a alagamentos (capítulo 7).

No que se refere à direção e velocidade dos ventos para Aracaju, Pinto; Santos; Souza (2010), embasado em uma análise de dados disponibilizados pela INFRAERO, deduziram que a direção predominante é proveniente de sudeste, com velocidade média variando entre 14,8 km/h e 11,1 km/h. Os autores citados analisaram que entre os meses de menor precipitação pluvial, de setembro a fevereiro, a velocidade do vento variava em torno de 13,7 km/h; já no período chuvoso, com destaque para o mês de maio, a velocidade média do vento reduz para cerca de 9,8 km/h.

Tabela 8 – Identificação dos meses secos de Aracaju/SE.

| Meses | Média mensal de Temperatura em °C | (T °C x 2) | Média mensal de precipitação em mm | Meses Secos (P<2T) |
|------------------|-----------------------------------|------------|------------------------------------|--------------------|
| Janeiro | 27,2 | 54,4 | 57 | - |
| Fevereiro | 27,3 | 54,6 | 48 | X |
| Março | 27,4 | 54,9 | 110 | - |
| Abril | 27,1 | 54,2 | 205 | - |
| Mai | 26,2 | 52,4 | 267 | - |
| Junho | 25,4 | 50,8 | 202 | - |
| Julho | 24,8 | 49,6 | 161 | - |
| Agosto | 24,7 | 49,5 | 108 | - |
| Setembro | 25,4 | 50,8 | 71 | - |
| Outubro | 26,1 | 52,2 | 63 | - |
| Novembro | 26,6 | 53,2 | 47 | X |
| Dezembro | 26,9 | 53,9 | 37 | X |

Fonte: Rede de dados do INMET. Organização da autora.

4.1.3. Fatores Pedológicos

Na área de estudo são identificados basicamente três tipos de solo: Espodossolos, Neossolos Quartzarênicos e os Solos Indiscriminados de Mangue (Figura 37) (EMBRAPA, 2004).

Os Espodossolos, via de regra, apresentam significativa diferença entre seus horizontes, caracterizado basicamente pela existência de um horizonte B espódico, o qual apresenta acumulação iluvial de matéria orgânica, associada a complexos de sílica-alumínio ou húmus-alumínio, com presença ou não do ferro (EMBRAPA, 2009; IBGE, 2007).

A sequência dos horizontes geralmente é: A, E, B espódico, C, podendo ocorrer de formas diferenciadas a depender do processo pedogenético que originou o solo. O horizonte B espódico pode estar imediatamente abaixo do horizonte A ou E, assim como encontrar-se dentre 200 cm e 400 cm da superfície (solos hiperespessos) (EMBRAPA, 2009).

Figura 37 – Mapa de solos da área de estudo.



Fonte: Adaptado do mapa de solos da EMBRAPA, 2004.

Estes são caracterizados pela textura predominantemente arenosa e de baixa fertilidade, provenientes de matérias arenoquartzosas, constituídas sob condições de umidade elevada, em relevo plano ou suave ondulado (EMBRAPA, 2009; IBGE, 2007). Em função dessa característica genética, os Espodosolos estão presentes em grande parte da costa brasileira.

Para o caso da área de estudo, este tipo de solo é predominante e está associado ao terraço marinho.

Os Neossolos são solos poucos desenvolvidos, constituídos por material mineral ou orgânico, caracterizado primordialmente pela não existência de um Horizonte B diagnóstico (EMBRAPA, 2009). Dentro desta categoria de solos enfatiza-se os Neossolos Quartzarênicos, derivados de sedimentos arenoquartzosos do Grupo Barreiras (Tércio-quaternário) e sedimentos marinhos (Quaternário – Holoceno). Caracterizam-se por serem profundos ou muito profundos, com textura areia ou areia franca, em profundidade de até 150 cm a partir da superfície. Pode, ainda, apresentar hidromorfismo quando da presença do lençol freático nas proximidades da superfície (saturação com água permanente dentro dos primeiros 50 cm do solo, ou presença do lençol em até 150 cm durante a época seca) (EMBRAPA, 2009).

Os Neossolos Quartzarênicos estendem-se por toda a faixa litorânea da área de estudo, compreendendo as dunas móveis, a faixa de praia e os depósitos associados à coalescência de bancos arenosos.

Já os Solos Indiscriminados de Mangue (SM) são solos halomórficos, pouco desenvolvidos, e não apresentam, de modo geral, diferenciação de horizontes (IBGE, 2007). A formação desse substrato está relacionada às áreas de influência fluviomarinha, caracterizadas por condições de baixa energia (ausência da ação de ondas e fluxos elevados) em que há recorrente deposição de sedimentos finos, principalmente silte e argila, os quais originam um substrato lamoso. De acordo com Neto; Silva (2011) os sedimentos lamosos típicos do SM ainda não passaram por processos pedogenéticos, fato que resulta na ausência de um horizonte diagnóstico e impediria a sua classificação enquanto solo. Por tal razão o Manual de Solos da Embrapa, tal como o Manual Técnico de Pedologia do IBGE, não trazem informações detalhadas sobre esse substrato.

Na área de estudo, os substratos lamosos que compõem os Solos Indiscriminados de Mangue são encontrados nas proximidades dos rios Vaza-Barris, Santa Maria e Sergipe, associados ao ecossistema manguezal.

4.1.4. Fatores Hidro-Oceanográficos

Os parâmetros oceanográficos são definidos em função das características do regime de marés, das ondas e das correntes costeiras.

Para o litoral de Aracaju, o regime de marés é do tipo meso-maré de caráter semi-diurno, com amplitude máxima de 2,0 m e mínima de -0,1 m. As maiores amplitudes ocorrem nas marés de sizígia, principalmente nos meses de março, abril, agosto, setembro e outubro (DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO, 2015).

Já para as ondas, de acordo com o modelo elaborado por Pianca; Mazzine; Siegle (2010) para o setor que compreende o litoral de Sergipe detectaram-se as seguintes características para a área de estudo: verão – incidência das ondas de E (50,2%), com altura média de 1-2m; outono – incidência de ondas de E (42,1%), com altura média de 1-2m e 2-3m; inverno – incidência das ondas de SE (60,1%), com altura média de 1-2m e 2-3m; primavera – incidência das ondas de E (60,1%), com altura média de 1-2m. Estas ondas são geradas pela ação dos ventos alísios, possuindo, como observado por Pianca; Mazzine; Siegle (2010) e por Oliveira (2003), a predominância de E e, secundariamente, de SE. As ondas são reforçadas durante o inverno por ondas de S e SSE, associadas ao avanço das frentes polares, com o aumento na altura das ondas, que podem chegar a 3 m ou 4 m de altura (OLIVEIRA, 2003; PIANCA; MAZZINE; SIEGLE, 2010).

Quanto à deriva litorânea, como a orientação da linha de costa de Sergipe é de NE-SW e a direção que predomina na incidência de ondas é de E, a corrente de deriva litorânea e, conseqüentemente, o sentido do transporte de sedimentos, é predominantemente de NE-SW (OLIVEIRA, 2003).

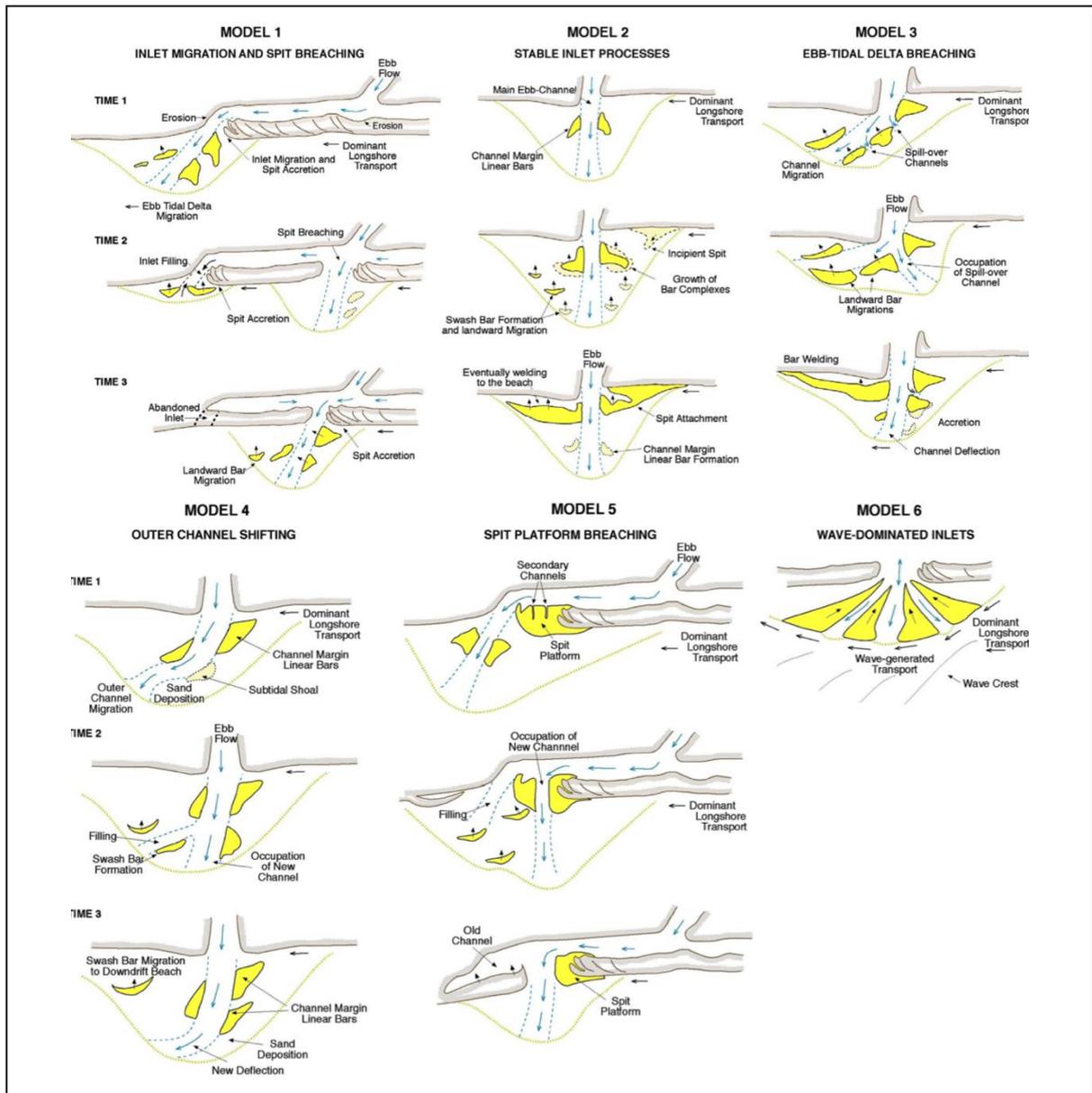
No que concerne à hidrografia, o município de Aracaju está inserido nas bacias hidrográficas dos rios Sergipe e Vaza-Barris, contendo as desembocaduras fluviais dos principais afluentes das referidas bacias, localizadas ao Norte (desembocadura do rio Sergipe) e ao Sul do município (desembocadura do rio Vaza-Barris). A vazão média do rio Vaza-Barris para os últimos 43 anos foi de 10,5 m³/s e a do rio Sergipe para igual tempo foi de 3,9 m³/s (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA, 2015).

De acordo com Cunha (1980) as referidas desembocaduras ocorrem em amplas planícies de inundação, com uma drenagem com cursos relativamente largos e curtos, típicos de áreas afogadas, em razão do processo de regressões e transgressões marinhas.

Ainda no que pertence às desembocaduras, apresenta-se o processo evolutivo de cada uma delas, tendo em vista a elevada morfodinâmica, característica de ambas, que resultou em transformações consideráveis na paisagem em médio e curto prazos.

Enfatiza-se que as análises realizadas no que concerne ao processo evolutivo das desembocaduras fluviais tiveram suporte teórico e metodológico baseado nos estudos realizados por FitzGerald; Hubbard; Nummedal (1978) e complementados por FitzGerald, Kraus, Hands (2000), os quais elaboraram o modelo de *bypassing* de sedimentos para as desembocaduras (Figura 38).

Figura 38 – Modelos conceituais de evolução das desembocaduras associados ao *bypassing* de sedimentos.



Fonte: FitzGerald; Kraus; Hands, 2000.

Tal modelo expõe seis formas de mobilidade do canal fluvial: *Stable Inlet Processes* (Canais estáveis), *Ebb-Tidal Delta Breaching* (Quebra do Delta de Maré-Vazante), *Inlet*

Migration Spit Breaching (Migração do Canal e Quebra do Pontal Arenoso), *Outer Channel Shifting* (Canal Exterior Deslocável), *Spit Platform Breaching* (Quebra da Plataforma do Pontal Arenoso), *Wave-Dominated inlets* (Canal Dominado pela ação das Ondas).

Para fins de comparação entre os modelos expostos à evolução das desembocaduras, utilizou-se as linhas de costas pretéritas expostas em Cartas Náuticas, as quais apontaram para a evolução das desembocaduras em médio prazo, e imagens de satélite para análise da configuração em curto prazo.

A evolução da desembocadura do rio Sergipe foi estudada por diversos autores a exemplo de Monteiro (1963), Cunha (1980), Wanderley (2006), Santos (2012) e alvo de diversos estudos técnicos (EMURB, 1985; WEGGEL, 1985; HIDROSERVICE, 1987; PLANAVE, 1992; SERGIPORTOS, 1998). Em razão da existência pretérita do Porto de Aracaju, a referida área possui inúmeras cartas náuticas que facilitaram o estudo do processo evolutivo, o qual pode ser discutido de forma mais acurada. De acordo com a PLANAVE (1992), as primeiras informações sobre a desembocadura do rio Sergipe remontam ao ano de 1851.

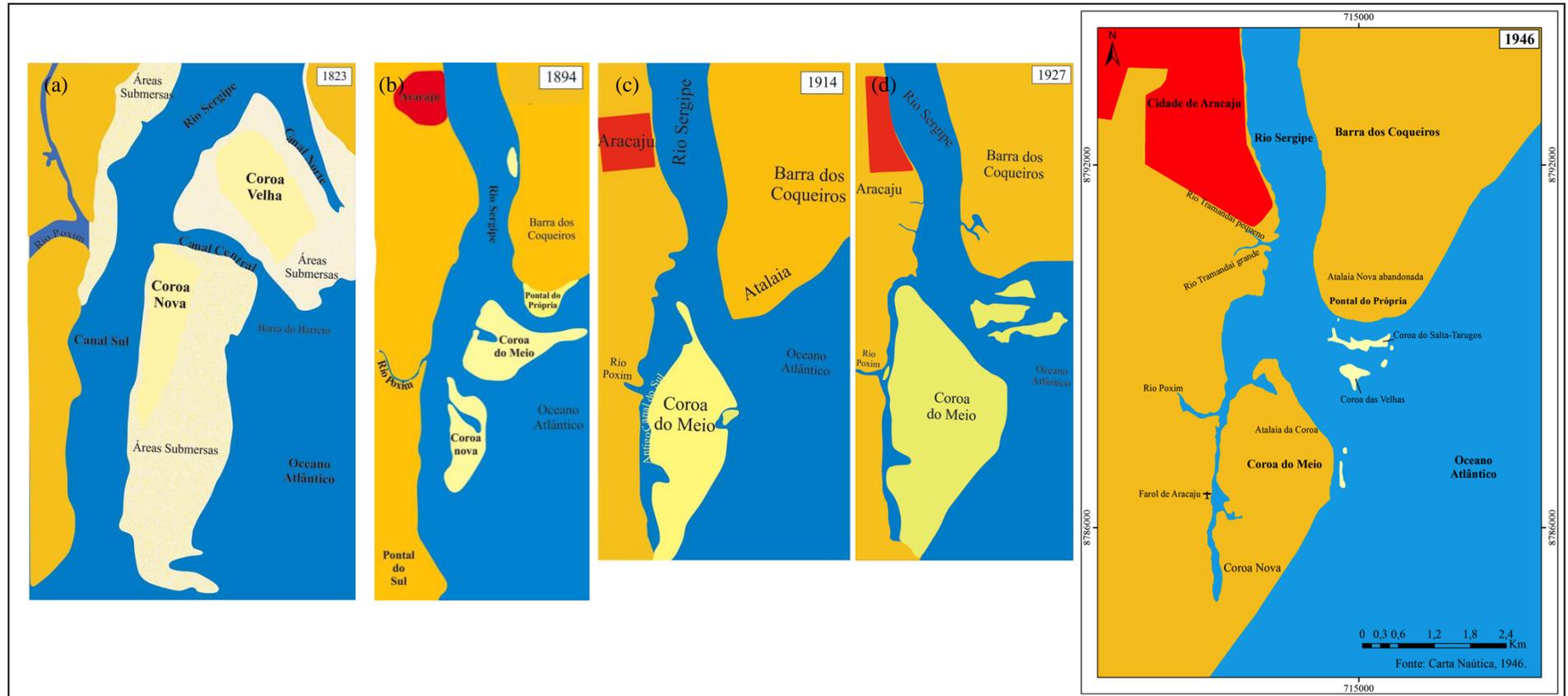
A figura 39 explicita o processo evolutivo da desembocadura supracitada baseado em cartas náuticas para os anos de 1823, 1894, 1914, 1927 e 1946. A avaliação dos mapas associada à análise de estudos técnicos de diversos autores apontou que a evolução da desembocadura esteve ligada inicialmente a agentes naturais e, posteriormente, à intervenção antrópica.

De acordo com a PLANAVE (1992) em anos anteriores a 1881, a desembocadura deslocou-se de NE para SW, e o canal principal, até então o Canal Sul, encontrava-se em posição extrema de deslocamento ao Sul. Conforme observado nas cartas náuticas, os bancos arenosos defronte à desembocadura dividiam a foz do rio Sergipe em dois canais: Norte e Sul (Figura 39-a). Tal como visto na figura 39-a, o canal norte encontrava-se bloqueado pelos sedimentos. Neste momento os sedimentos e a foz do rio Sergipe estavam direcionados para o Canal Sul (WANDERLEY, 2006).

Em 1895 houve o alargamento e aprofundamento do Canal Norte da desembocadura, com o fechamento sucessivo do Canal Sul, que se tornou o braço morto do rio Sergipe (Figura 39-b) (PLANAVE, 1992). O referido parecer técnico afirma que à medida que se fechava o Canal Sul, o Canal Norte tendia a se aprofundar, momento que coincidiu com a ruptura do banco arenoso, no eixo de menor resistência, e posterior migração do banco (coroa do meio) em direção à costa (Figura 39-c). De acordo com a PLANAVE (1992), o banco anexou-se ao continente e consolidou-se com o mínimo de intervenção humana, crescendo para dentro do

estuário, fato que resultou no processo de fechamento do braço morto como parte principal do estuário. De acordo com Santos (2012), foi o desenvolvimento do pontal sul (Atalaia) que culminou na continentalização das coroas arenosas e fechamento total do Canal Sul (Figura 39-c, 39-d).

Figura 39 – Evolução da desembocadura do rio Sergipe entre 1823 e 1946.

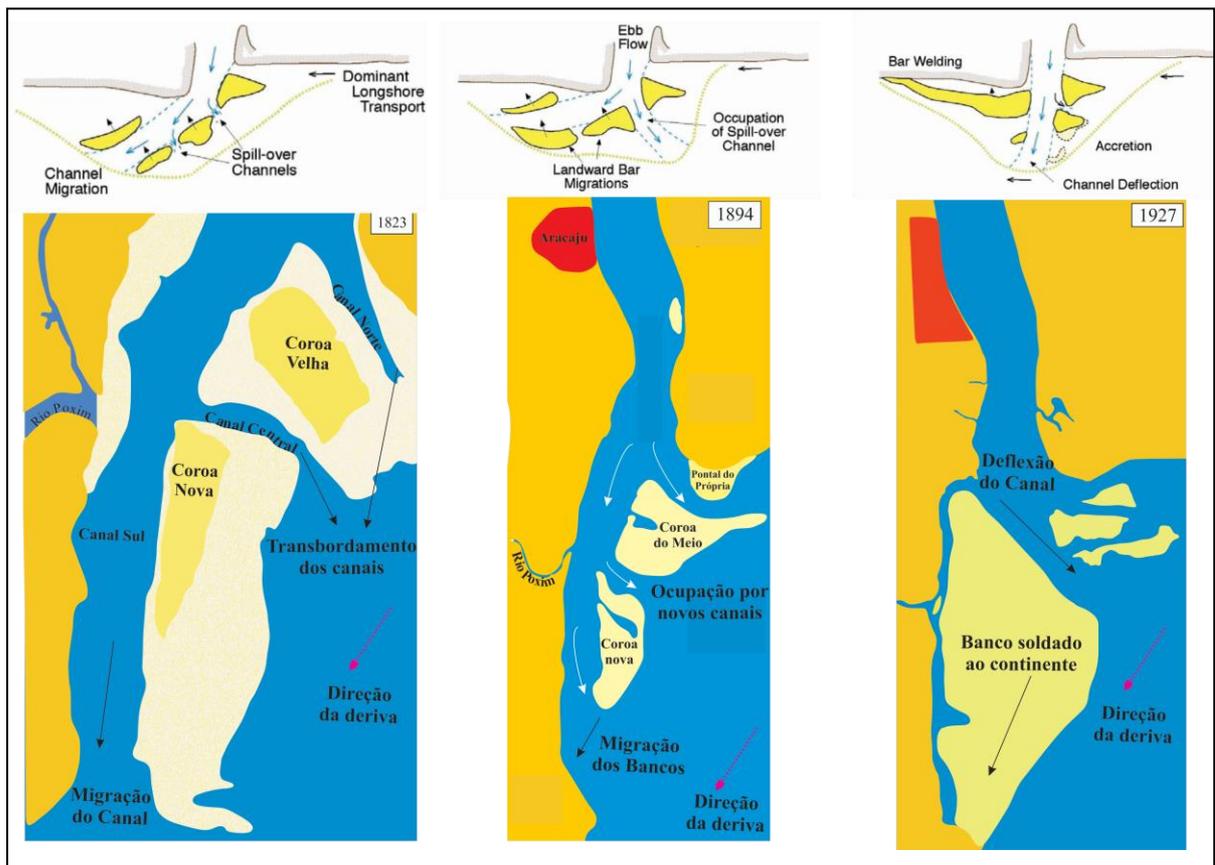


Fonte: Cartas Náuticas de 1823, 1894, 1914, 1927 e 1946 – DHN. Elaboração da Autora.

No que concerne ao processo de união total entre as coroas arenosas e o pontal sul, o IPH (1965) indica que houve obras de aterramento com a finalidade de consolidar definitivamente tal ligação. Já a HIDROSERVICE (1987) indica que não há informações oficiais quanto ao processo de fechamento, mas sugere que este tenha acontecido naturalmente, em função das características observadas na área, a exemplo das formas das linhas topográficas. Nada obstante, não descarta a hipótese de interferência humana na antecipação de um processo natural.

Diante da análise evolutiva avaliou-se que a desembocadura do rio Sergipe seguiu o modelo de Quebra do Delta de Maré-Vazante “*ebb-tidal delta breaching*”. Dita evolução seguiu praticamente todas as fases explicitadas neste modelo, tal como pode ser visualizado na figura 40.

Figura 40 – Evolução da desembocadura do rio Sergipe comparado ao modelo “Quebra do Delta de Maré-Vazante”.



Fonte: Elaboração da autora.

A analogia com o referido modelo revelou que a direção dominante do transporte longitudinal, de NE para SW, produziu uma acumulação de sedimentos à barlamar (*updrift*)

do delta de maré-vazante, que inicialmente provocou uma deflexão do canal principal. Tal modificação no canal pode torná-lo hidraulicamente ineficiente, tal como aconteceu no rio Sergipe. Esta condição desviou o fluxo para uma rota mais curta em direção ao mar, através do delta de maré-vazante, gerando canais secundários (canal norte e central), fato que resultou em seu rompimento. Assim que a formação do novo canal foi completada (canal norte), ele passou a transmitir a maior parte do fluxo hídrico. O processo de rompimento do delta de maré-vazante geralmente resulta no *bypassing* de uma grande parte da areia, sendo que parte pode vir a preencher o canal abandonado e a outra porção pode migrar e anexar-se ao continente.

No caso da área de estudo, o transpasse de sedimentos em função do rompimento do delta de maré-vazante resultou na migração e posterior anexação dos bancos arenosos (coroa nova e coroa do meio) à costa, processo que isolou o antigo canal principal, tornando-o uma área sem influência direta da ação das ondas, o que proporcionou o seu preenchimento parcial por sedimentos finos e em suspensão, com a subsequente formação de uma planície de maré (maré do Apicum).

Como já foi dito anteriormente, a evolução da presente desembocadura até um certo momento deu-se unicamente pela dinâmica de agentes naturais, responsáveis pela intensa variabilidade morfodinâmica de ambientes estuarinos. No entanto, o processo evolutivo natural foi interrompido pela intervenção humana, que resultou em alteração da dinâmica natural até então predominante.

Em momento posterior àquele em que os bancos arenosos (coroas) migraram e se anexaram ao continente, iniciou-se o processo de ocupação da área e de suas proximidades, apesar de ainda estarem sujeitas a diversos processos costeiros, típicos destes ambientes. O grande problema da inserção humana nesta nova paisagem consolidada esteve associada ao fato de que, em função de agentes naturais, o talvegue da desembocadura tornou a mover-se na direção sudoeste, contra a margem do bairro Coroa do Meio, circunstância esta que gerou processos erosivos severos na margem direita da desembocadura, que já se encontrava à época parcialmente ocupada (WEGGEL, 1985).

De acordo com a PLANAVE (1992), a expansão da ocupação gerou aterramentos consecutivos, principalmente nas proximidades do braço morto do rio Sergipe (Figura 41), alteração esta que resultou na diminuição do poder de armazenamento desse corpo d'água, causando desequilíbrio do escoamento ao longo do litoral montante da Coroa do Meio, fato que veio a compor mais uma causa da erosão do litoral.

Figura 41 – Configuração da Coroa do Meio em 1978.



Fonte: Fotografia aérea de 1978. Organização da autora.

Além dos fatores apontados, de acordo com a EMURB (1985), ao se processar o aterro da Coroa do Meio, realizado no início da década de 80, destruiu-se a proteção natural da costa, já que os diversos canais que cortavam a área e serviam de quebra mar natural foram aterrados. Como afirma o relatório da PLANAVE (1983), “com a implantação do plano urbanístico na Coroa do Meio, a construção de um cais marginal e dragagens para a construção, estabeleceu-se uma intervenção nos condicionantes da natureza e o equilíbrio dinâmico da foz tem sido modificado”.

Na tentativa de minimizar os efeitos dos processos erosivos foi construído na área um muro vertical de concreto. No entanto, ainda de acordo com a PLANAVE (1992), à época as taxas de recuo chegavam a 20m/ano, situação que veio a comprometer o muro de contenção. Em 1983, iniciou-se a construção de novo muro de gabiões, que também foi solapado pela ação do mar (PLANAVE, 1992).

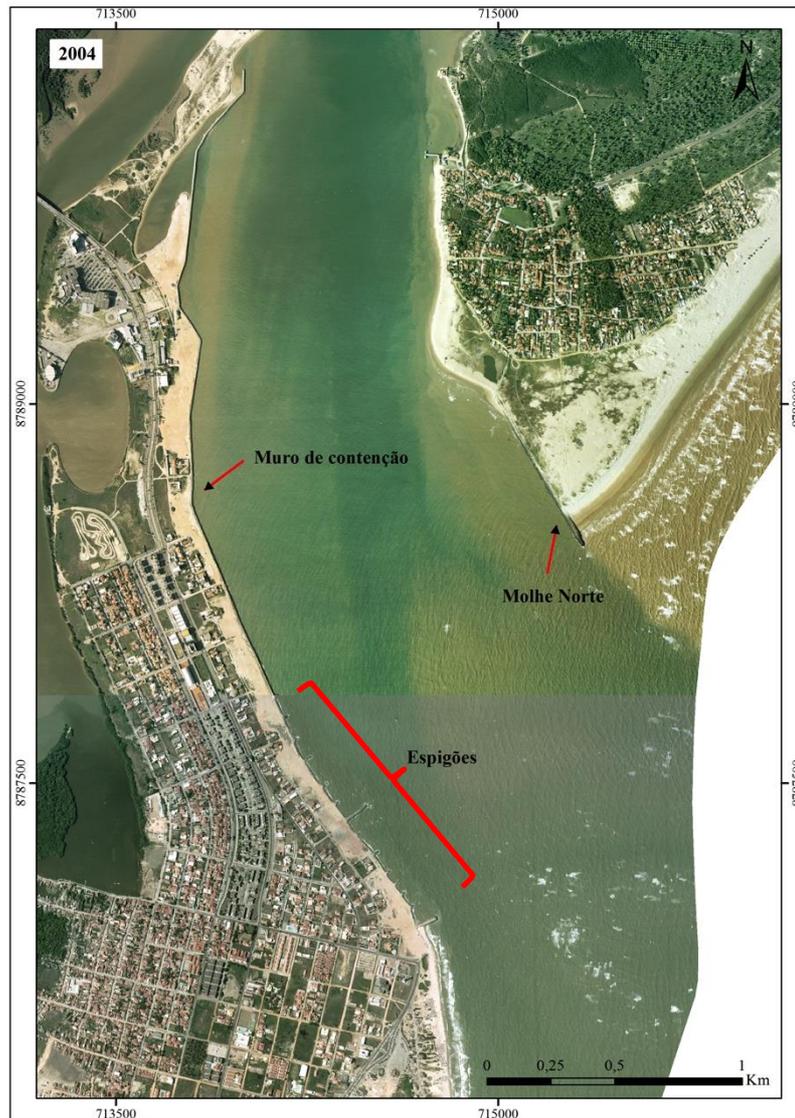
Diante de tal contexto, o Governo do Estado de Sergipe contratou a PLANAVE em 1983 para desenvolver projeto de contenção da erosão costeira. De acordo com o parecer técnico da referida empresa, qualquer solução que se restringisse apenas à margem direita não seria efetiva em face da migração do canal para sul, razão pela qual a empresa propôs a construção de um molhe ao norte da foz do rio Sergipe, associada à proteção da Coroa do Meio e à dragagem da foz do rio Sergipe.

O molhe da Atalaia Nova/Barra dos Coqueiros teria dimensão de 1200m. Já a proteção da Coroa do Meio se daria por espigões curtos em espaçamentos pequenos. Não obstante o objetivo da obra fosse evitar processos erosivos severos na margem direita, a PLANAVE deixa claro em seu relatório sobre a possibilidade de existência de déficit de sedimentos nas praias mais ao sul e conseqüente processo erosivo ao longo de até 10 anos após a conclusão das obras. Tal como a PLANAVE, a EMURB e o engenheiro Richard Weggel apontaram a construção dos espigões e muro de gabiões (fundo do terreno dos espigões) na margem direita e molhe na margem esquerda.

As obras de construção do molhe e espigões se iniciaram a partir da década de 1990 (PLANAVE, 1992), destacando-se a ocorrência de alguns fatos: o molhe norte ficou delimitado em pouco mais de 800 m, dos 1200 m previstos pela PLANAVE; a erosão prevista para as praias mais ao sul aconteceram no ano de 2007 e foi responsável pela destruição de estrutura fixas; e, após a finalização das obras de contenção não mais se observou a formação de bancos arenosos defronte à desembocadura, o que se acredita tenha decorrido da retenção de grande parte dos sedimentos provenientes das correntes costeiras na margem esquerda da desembocadura.

A configuração atual da desembocadura do rio Sergipe está exposta na figura 42.

Figura 42 – Configuração atual da desembocadura do rio Sergipe.



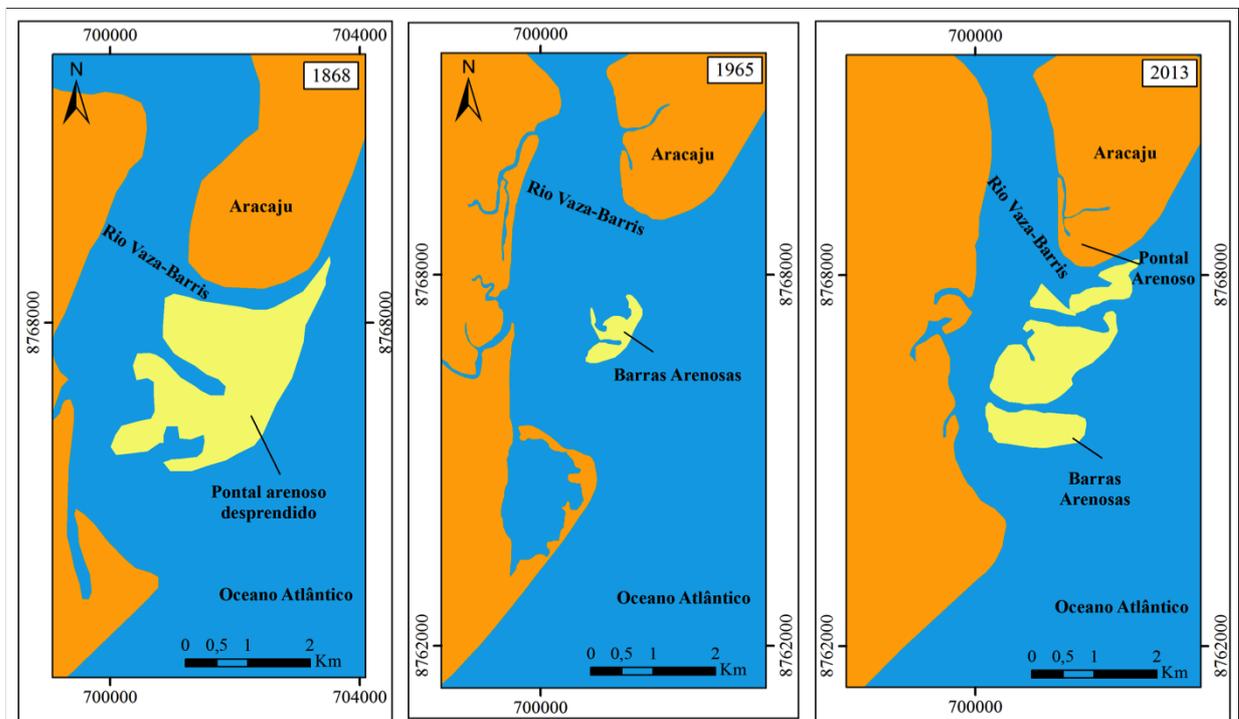
Fonte: Ortofoto, 2004. Organização da autora.

Partindo para a análise da desembocadura do rio Vaza-Barris destaca-se que esta apresentou desenvolvimento diferenciado, dada a ausência de intervenção antrópica em seu processo evolutivo (Figura 43). Com fundamento nas análises realizadas para a desembocadura do rio Vaza-Barris constatou-se que o modelo que mais se aproxima do seu processo evolutivo é o Quebra da Plataforma do Pontal Arenoso (*Spit Platform Breaching*) (Figura 44).

FitzGerald, Kraus, Hands (2000) consideram que na maioria dos canais que apresentam tendência à migração é comum, à *updrift*, encontrar uma plataforma de um pontal arenoso. A plataforma pode se estender de 100 a 1000m para o interior da desembocadura, gerando um canal assimétrico. Assim, há um canal principal na retrobarreira, geralmente paralelo à

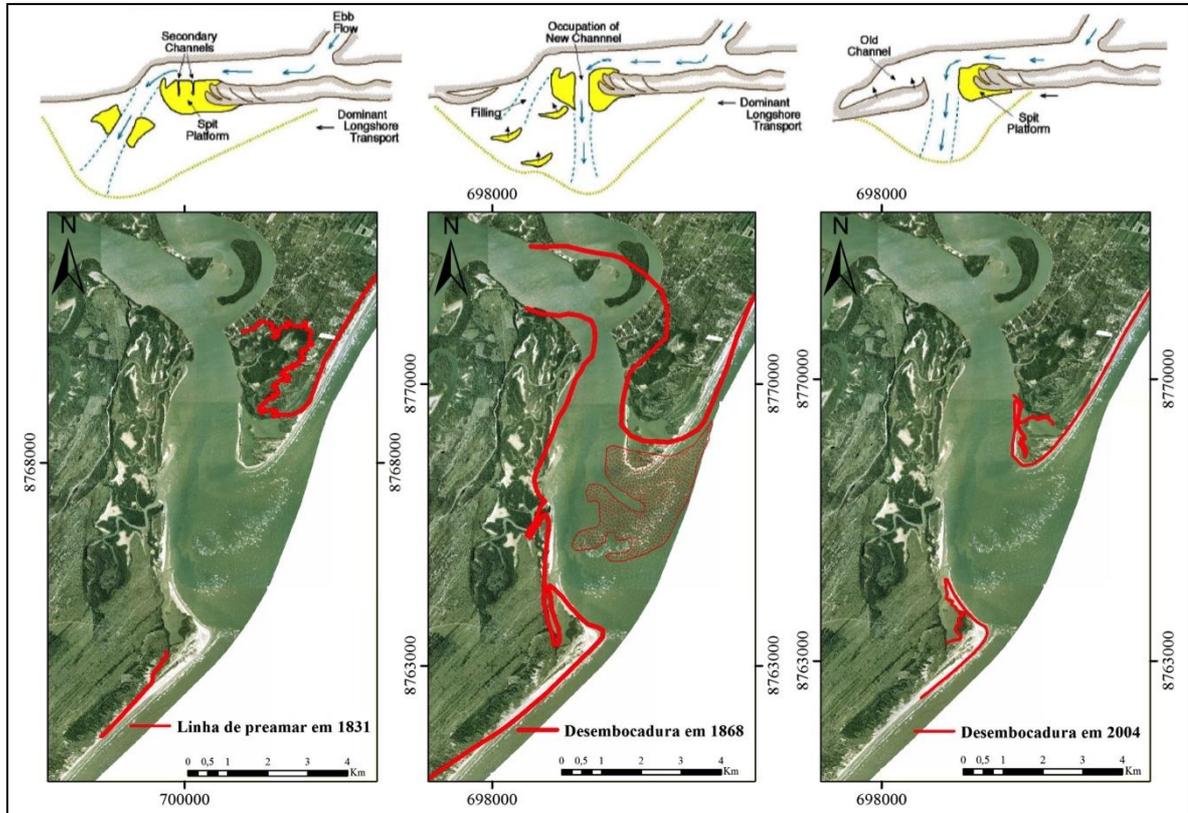
retaguada do pontal, o qual flui até a desembocadura em torno do pontal, assemelhando-se a um padrão de curva de um rio meândrico, em que há uma porção onde ocorre erosão (*downdrift*) e outra em que há acúmulo (*updrift*) (FITZGERAL, KRAUS, HANDS, 2000). Nesse modelo de “*spit platform breaching*” grandes quantidades de areia são movidas em função do *bypassing* de sedimentos, quando um canal secundário rompe a barreira do pontal arenoso. Isso pode ocorrer em função da existência de canais menores sobre a plataforma dos pontais que em momentos de maior vazão podem rompê-los (FITZGERAL, KRAUS, HANDS, 2000). A tendência é que o pontal arenoso, mesmo depois de rompido, continue a ser acrescido, resultando na migração do canal (FITZGERAL, KRAUS, HANDS, 2000). Aplicando tais preceitos à desembocadura estudada, detectou-se, a partir da linha de preamar do ano de 1831, a formação pretérita de um pontal arenoso à *updrift* que, possivelmente, foi rompido, resultando no surgimento de um canal secundário que separava a plataforma do pontal da margem esquerda. Tais feições são visíveis na carta náutica de 1868. Após esse processo houve continuidade do crescimento do pontal arenoso à *updrif*, posterior ao ano de 1978 e presente até os dias atuais, o que indica que a desembocadura fluvial tem migrado de NE para SW, no sentido da deriva litorânea.

Figura 43 – Evolução da desembocadura do rio Vaza-Barris entre 1868 e 2013.



Fonte: Cartas Náuticas de 1823, Fotografias aéreas de 1965 e imagens de satélite QuickBird 2013. Elaboração da Autora.

Figura 44 – Evolução da desembocadura do rio Vaza-Barris comparado ao modelo “spit platform beaching”.



Fonte: Ortofotos de 2004. Organização da Autora.

4.1.5. Fatores Bióticos

As comunidades vegetais existentes na área de estudo estão associadas à influência marinha e fluviomarinha. São encontradas formações pioneiras com influência marinha arbórea, arbustiva e herbácea e formações pioneiras fluviomarinhas arbórea e herbácea (Figura 44).

Figura 45 – Tipos de vegetação da área de estudo.



Fonte: Levantamento fotográfico da autora.

A vegetação típica da influência marinha, também denominada de vegetação de restinga, compreende grande parte da área estudada. Nas proximidades da linha de costa, associadas às praias e dunas, encontram-se as herbáceas; na medida em que se afasta da linha de costa, encontra-se vegetação do tipo arbustiva e arbórea.

No tocante à vegetação de influência fluviomarinha, destaca-se o mangue, que atualmente na área de estudo está presente nos estuários dos rios Sergipe e Vaza-barris, neste em maior dimensão, assim como nas margens do canal Santa Maria. É constituído pelas

espécies: *Rhizophora mangle* (mangue vermelho), *Avicennia sp* (mangue preto) e *Laguncularia racemosa* (mangue branco). Entremeando e margeando os manguezais, vê-se na área de estudo a presença de apicuns (supramaré), cuja denominação designa uma planície de solos hipersalinos e arenosos, desprovidos de cobertura vegetal ou abrigando vegetação herbácea (SCHAEFFER-NOVELLI, 2008).

4.2. Delimitação das unidades geológicas e o enfoque dinâmico-evolutivo da paisagem

A delimitação das unidades geológicas, partindo da perspectiva horizontal da paisagem, perpassa pela individualização tipológica das diferentes unidades regionais e locais a partir de complexos relativamente homogêneos, os quais se reproduzem pela influência de fatores naturais e antropogênicos (RODRIGUES; SILVA; CAVALCANTI, 2004). Não é apenas o critério visual que define a homogeneidade de uma paisagem, mas também a unidade relativa de sua estrutura morfológica e funcional.

A referida delimitação, usualmente, leva como critério básico os aspectos naturais, afinal, é a relação entre eles que engendra na paisagem características que lhe são próprias. No entanto, dentro da conjuntura atual, é praticamente inexecutável individualizar as unidades geológicas, em determinadas áreas, desvinculando-se da ação antrópica na paisagem.

Em ambientes associados a um elevado índice de antropização, a exemplo do que ocorre na paisagem costeira do município de Aracaju, determinados aspectos fisionômicos chegam a ser completamente suprimidos, de forma a dificultar a classificação geológica, caso se utilize unicamente da análise visual e horizontal da paisagem. Assim, as paisagens derivadas resultantes de tal processo devem ser analisada também sob a ótica da verticalidade e, principalmente, evolutiva, tendo em vista a identificação de estruturas prévias à intervenção humana.

A partir das premissas aqui expostas, a paisagem costeira de Aracaju foi delimitada em seis unidades geológicas e suas respectivas subunidades, a fim de identificar os processos atuantes em cada segmento, considerando, contudo, a inter-relação entre as unidades, pressuposto básico da análise sistêmica. Estas foram:

- **Terraço Marinho** – equivale ao depósito marinho constituído por sedimentos arenosos e denominado por Bittencourt *et al* (1983) de Terraço Marinho do Holoceno. Caracterizado por apresentar sequências de cordões litorâneos (antigas cristas de praia) entremeados por baixios úmidos, sujeitos a inundações. Lagoas perenes e intermitentes são encontradas em quase toda a extensão do Terraço Marinho. A presente unidade concentra

grande parte da ocupação antrópica, fato que resulta em grande modificação dos seus componentes biofísicos.

▪ **Campo de Dunas** – compreende as subunidades do campo de dunas, depressões interdunares e dunas frontais. As dunas, neste caso também denominadas de dunas secundárias, são feições constituídas por depósitos arenosos de origem eólica originadas em diferentes momentos de formação do ambiente costeiro. A maior parte das dunas contidas nesta unidade são fixas (estáveis) ou semi-fixas (ativas), em função da presença da vegetação. Evidencia-se na subunidade das Dunas uma peculiaridade que se refere à associação de dunas com as antigas cristas de praias (cordões litorâneos), fato que altera suas formas convencionais. Apesar de demarcadas nos mapas, sua área não foi contabilizada, diferentemente do procedimento adotado para o restante das subunidades. As depressões interdunares correspondem às áreas mais baixas que entremeiam as dunas, muitas vezes caracterizados pela presença de terras úmidas. Já as dunas frontais, também definidas como primárias, correspondem a feições formadas pelo acúmulo de sedimentos eólicos diretamente associados à linha de costa e, por esta razão, realiza troca bidirecional de sedimentos com as praias adjacentes. Juntamente às dunas frontais, distinguem-se os lençóis de areia, que não ostentam forma de dunas, mas apenas grande quantidade de sedimentos espalhados ao longo do pós-praia.

▪ **Planície de Maré** – superfície caracterizada pela prevalência da ação das marés de baixo gradiente, identificada pela presença de sedimentos lamosos (composição argilosa) recobertos ou não pela vegetação de mangue. Os seus três subambientes foram individualizados: inframaré – porção subaquosa, geralmente relacionada a áreas que se encontram abaixo do limite das marés; intermarés – vegetadas pelo mangue, está associada a áreas que são atingidas em períodos de maré cheia, e; supramaré, também denominada de apicum, encontra-se acima do nível da maré cheia, podendo ser atingida apenas por marés de maiores amplitudes.

▪ **Ambientes de Sedimentação Recente (Holoceno Tardio)** – composto pela praia/pós-praia, bancos arenosos e pontal arenoso. A praia/pós-praia é definida como uma acumulação de sedimentos inconsolidados, compreendida entre a linha de maré baixa e o início das dunas frontais e/ou até a linha de vegetação fixa. Os bancos arenosos presentes na área estudo compreendem o delta de maré-vazante definido como a acumulação de sedimentos arenosos defronte às desembocaduras, sedimentos estes originados pelas correntes fluviais e costeiras. Já o pontal arenoso é uma feição arenosa encontrada na linha de costa adjacente à desembocadura do rio Vaza-Barris, a qual surgiu posteriormente à década de

1980. Todos esses elementos foram incluídos nesta unidade por estarem mais sujeitos a processos de sedimentação e, em razão disso, têm suas formas alteradas em elevada frequência temporal.

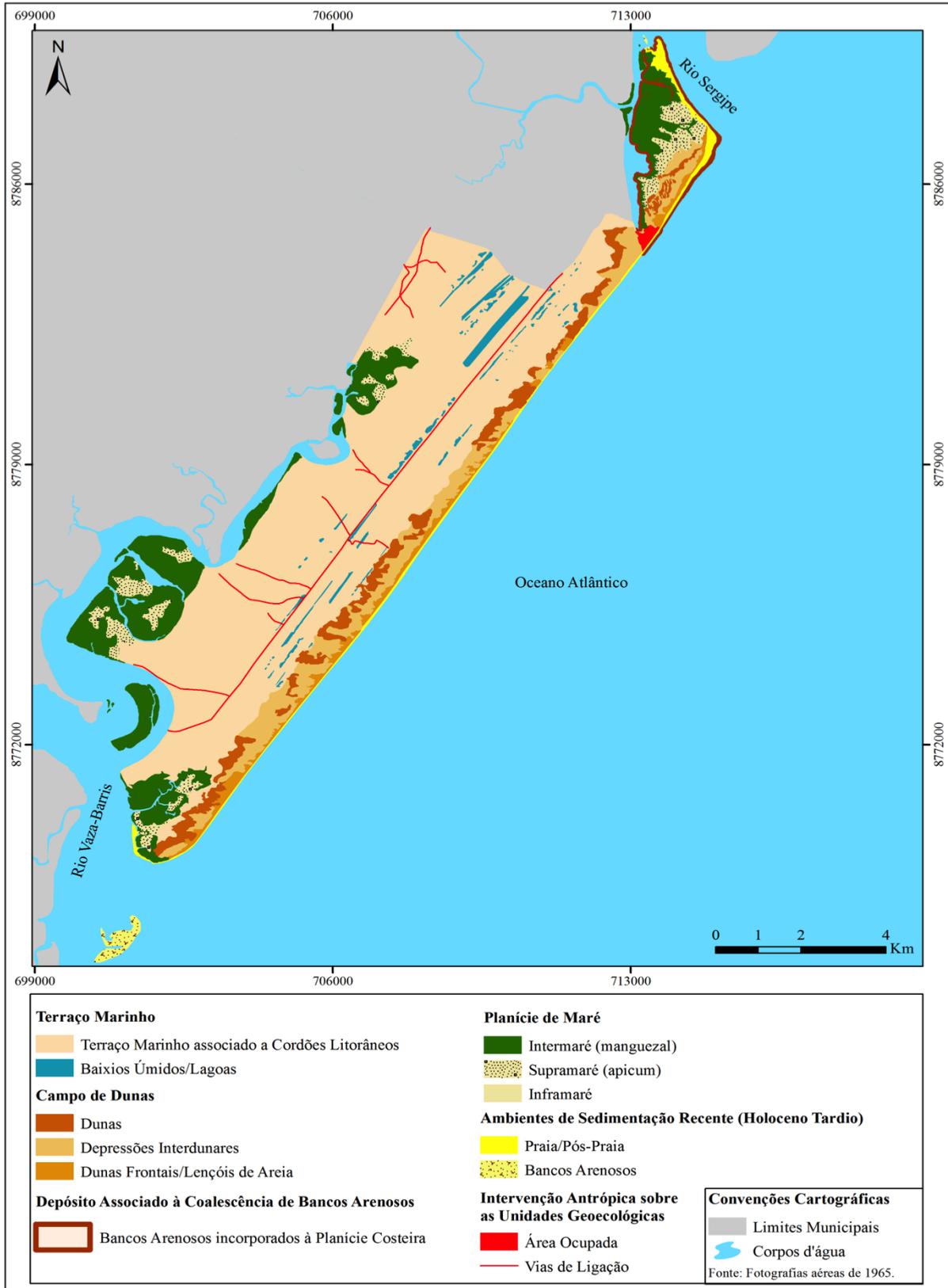
▪ **Depósito Associado à Coalescência de Bancos Arenosos** – Esta unidade é *sui generis* dentro da paisagem estudada. Tal como descrito anteriormente (vide Figura 38), a área (bairro da Coroa do Meio) foi originada a partir da migração e anexação de coroas arenosas localizadas no interior da desembocadura do rio Sergipe, ao continente. Embora esta seja enquadrada em mapas geológico-geomorfológicos (CPRM) como Terraço Marinho Holocênico, as análises pormenorizadas aqui realizadas revelaram que não se trata em verdade dessa unidade geomorfológica. Para além das cartas náuticas que atestam a anexação de bancos arenosos a esta porção da costa, não há registro de cordões litorâneos nessa extensão, típicos de toda a planície costeira de Aracaju associada a Terraços Marinheiros. Assim, optou-se por individualizá-la em uma única unidade. Outro aspecto que a torna peculiar é o fato de ter passado por processos de derivação natural, que resultou no surgimento de parte de outras unidades geocológicas – planície de maré (intermaré e supramaré), o campo de dunas (depressões interdunares e dunas frontais) e o ambiente de sedimentação recente (praia/pós-praia). Por essa razão a referida unidade aparece delimitada nos mapas elaborados, embora sua área não tenha sido contabilizada, o que se deu em razão de ter sido acrescida nas unidades derivadas destacadas.

▪ **Depósitos Tecnogênicos** – Unidade originária dos processos derivativos antrópicos das unidades da Planície de Maré e do Campos de Dunas. Na análise evolutiva aparece apenas após década de 1980.

A individualização das unidades e subunidades geocológicas, a partir do panorama horizontal, foi realizada para os anos de 1965 (Figura 46), 1986 (Figura 47) e 2014 (Figura 48) a fim de evidenciar o processo dinâmico-evolutivo em médio prazo.

É importante frisar que, apesar de constar de modo individualizado nos mapas a serem apresentados, a intervenção antrópica foi considerada como componente das unidades delimitadas. Para subsidiar a análise, realizou-se o cálculo de áreas das unidades e subunidades geocológica da paisagem, o qual é evidenciado na tabelas 9, 10 e 11, para os anos de 1965, 1986 e 2014 respectivamente.

Figura 46 – Unidades Geocológicas da Paisagem Costeira em 1965.



Fonte: Elaboração da autora.

Tabela 9 - Área das Unidades Geocológicas da Paisagem Costeira em 1965.

| Unidade Geocológica | Subunidades | Área (Km²) | Intervenção Antrópica sobre a Unidade (Km²) | Total da Unidade (Área da Unidade (-) Área de Intervenção Antrópica) |
|--|--|------------------------------|---|---|
| Terraço Marinho | Terraço Marinho associado aos cordões litorâneos | 43,6 | 0 | 45,2 |
| | Baixios úmidos/Lagoas | 1,6 | | |
| | Total da Unidade | 45,2 | | |
| Campo de Dunas | Dunas | 3,9 | 0,2 | 11,3 |
| | Depressões interdunares | 5,9 | | |
| | Dunas Frontais/Lençóis de Areia | 1,7 | | |
| | Total da Unidade | 11,5 | | |
| Planície de Maré | Intermaré (manguezal) | 10,3 | 0 | 13,6 |
| | Supramaré (apicum) | 3,3 | | |
| | Inframaré | 0 | | |
| | Total da Unidade | 13,6 | | |
| Ambientes de Sedimentação Recente (Holoceno Tardio) | Praia/Pós-Praia | 1,5 | 0 | 2 |
| | Bancos Arenosos | 0,5 | | |
| | Total da Unidade | 2 | | |

Fonte: Organização da Autora.

Figura 47 – Unidades Geocológicas da Paisagem Costeira em 1986.



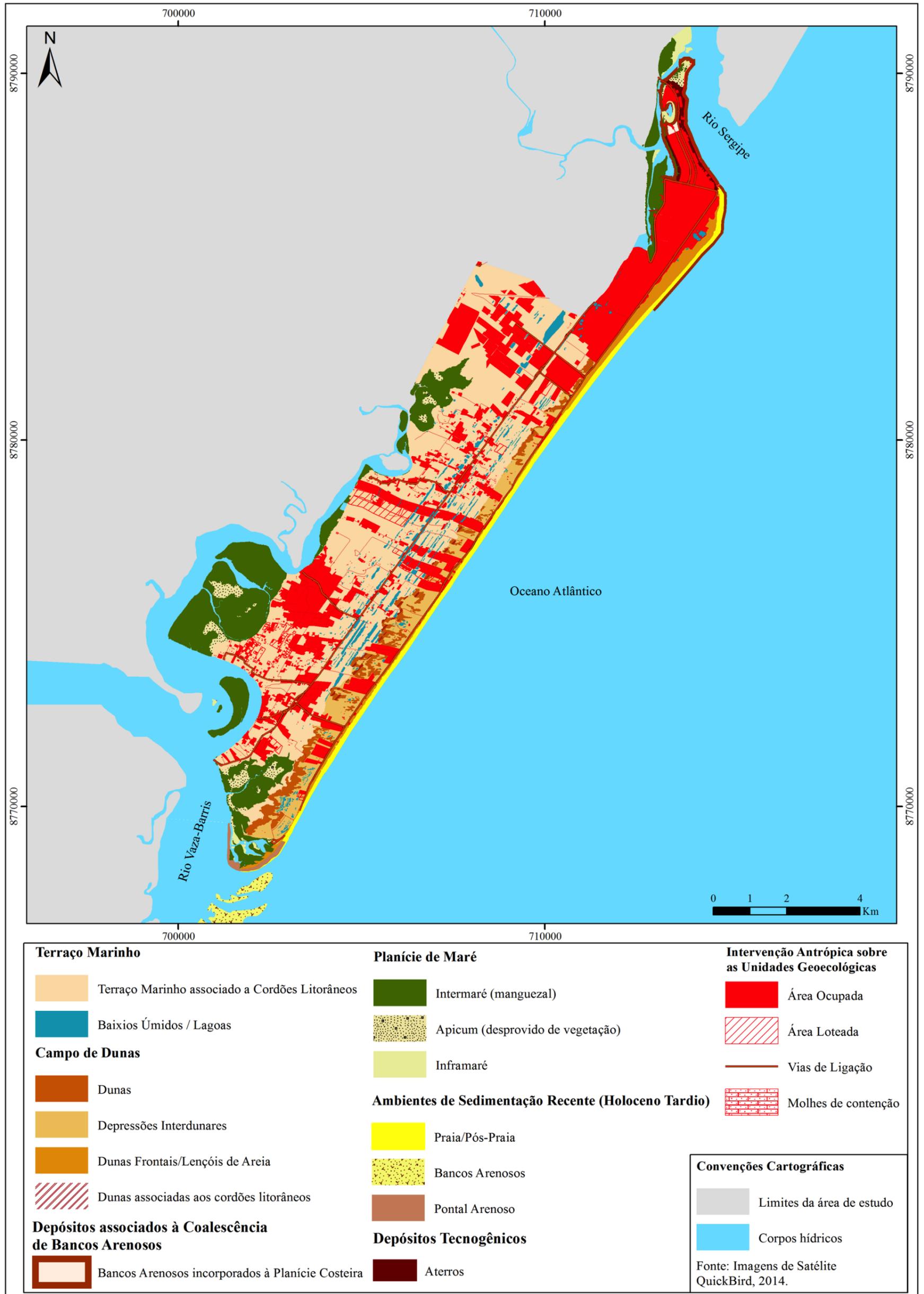
Fonte: Elaboração da Autora.

Tabela 10 - Área das Unidades Geológicas da Paisagem Costeira em 1986.

| Unidade Geológica | Subunidades | Área (Km²) | Intervenção Antrópica sobre a Unidade (Km²) | Total da Unidade (Área da Unidade (-) Área de Intervenção Antrópica) |
|--|--|------------------------------|---|---|
| Terraço Marinho | Terraço Marinho associado aos cordões litorâneos | 43,6 | 1,9 | 43,2 |
| | Baixios úmidos/Lagoas | 1,5 | | |
| | Total da Unidade | 45,1 | | |
| Campo de Dunas | Dunas | 2,7 | 1 | 9,3 |
| | Depressões interdunares | 5,8 | | |
| | Dunas Frontais/Lençóis de Areia | 1,8 | | |
| | Total da Unidade | 10,3 | | |
| Planície de Maré | Intermaré (manguezal) | 11,5 | 2,9 | 11,7 |
| | Supramaré (apicum) | 1,9 | | |
| | Inframaré | 1,2 | | |
| | Total da Unidade | 14,6 | | |
| Depósitos Tecnogênicos | - | 1,2 | 1,2 | Unidade completamente ocupada (loteamentos). |
| | Total da Unidade | 15,8 | | |
| Ambientes de Sedimentação Recente (Holoceno Tardio) | Praia/Pós-Praia | 2 | 0 | 3,6 |
| | Bancos Arenosos | 0,8 | | |
| | Pontal Arenoso | 0,8 | | |
| | Total da Unidade | 3,6 | | |

Fonte: Organização da Autora.

Figura 48– Unidades Geocológicas da Paisagem Costeira em 2014.



Fonte: Elaboração da autora.

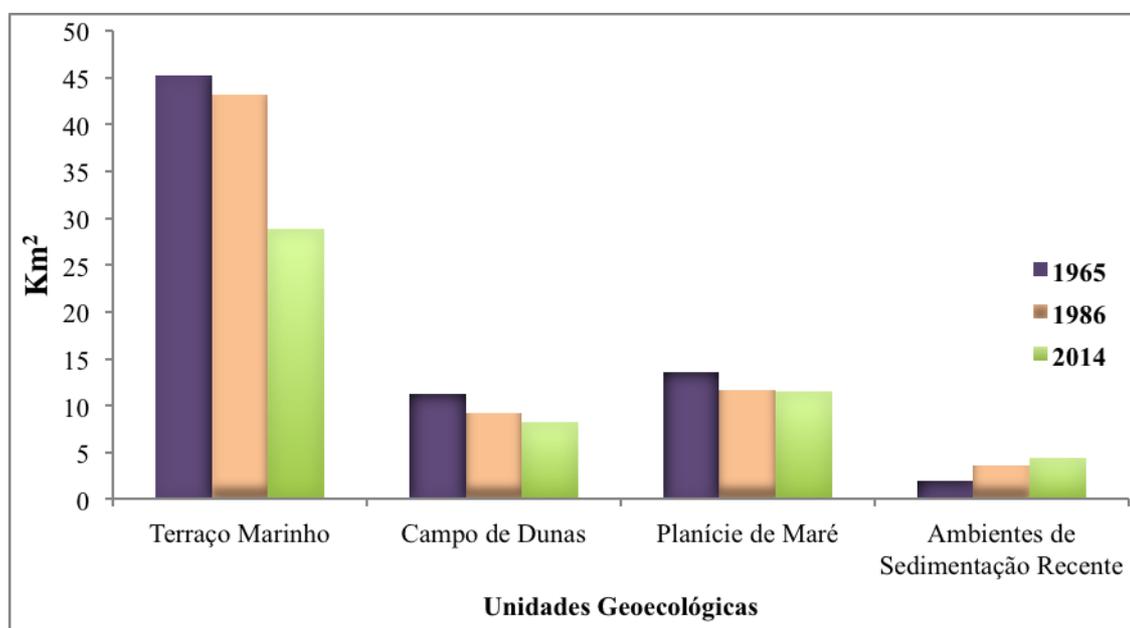
Tabela 11 - Área das Unidades Geológicas da Paisagem Costeira em 2014.

| Unidade Geológica | Subunidades | Área (Km²) | Intervenção Antrópica sobre a Unidade (Km²) | Total da Unidade (Área da Unidade (-) Área de Intervenção Antrópica) |
|--|--|------------------------------|---|---|
| Terraço Marinho | Terraço Marinho associado aos cordões litorâneos | 43,6 | 16,8 | 28,8 |
| | Baixios úmidos/Lagoas | 2 | | |
| | Total da Unidade | 45,6 | | |
| Campo de Dunas | Dunas | 2,5 | 2,5 | 8,2 |
| | Depressões interdunares | 5,9 | | |
| | Dunas Frontais/Lençóis de Areia | 2,3 | | |
| | Total da Unidade | 10,7 | | |
| Planície de Maré | Intermaré (manguezal) | 11,9 | 2,2 | 11,5 |
| | Supramaré (apicum) | 1,2 | | |
| | Inframaré | 0,6 | | |
| | Total da Unidade | 13,7 | | |
| Depósitos Tecnogênicos | - | 1,31 | 1,2 | 0,11 |
| | Total da Unidade | 1,31 | | |
| Ambientes de Sedimentação Recente (Holoceno Tardio) | Praia/Pós-Praia | 2,3 | 0 | 4,4 |
| | Bancos Arenosos | 1,7 | | |
| | Pontal Arenoso | 0,4 | | |
| | Total da Unidade | 4,4 | | |

Fonte: Organização da Autora.

Evidenciou-se que a estrutura espacial da área estudada se apresenta em forma de mosaico e com elevada diversidade tipológica, apesar de comporem a mesma unidade de relevo – a planície costeira. A análise multitemporal revelou um processo contínuo de intervenção antrópica que resultou no aumento expressivo de Áreas ocupadas/loteadas sobre a paisagem costeira nos últimos 50 anos. Tal crescimento também redundou na supressão parcial e até mesmo total de parte das unidades geoecológicas. Notou-se que as alterações de extensão das unidades não decorreram exclusivamente do fator antropogênico, mas também da dinâmica dos agente naturais. O gráfico 3 revela as mudanças ocorridas, em relação à dimensão, durante o processo evolutivo das unidades estudadas.

Gráfico 3 – Evolução das unidades Geoecológicas entre 1965 e 2014*.



*Não foram calculados os valores de área da Unidade dos Depósitos Associados à Coalescência de Bancos Arenosos e da Unidade dos Depósitos Tecnogênicos. Esta em razão de só aparecer na paisagem depois da década de 1980, e aquela por ter passado por derivações naturais, as quais deram origem a outras unidades e subunidades.

Fonte: Organização da autora.

A unidade que apresentou maior redução na sua extensão, entre 1965 e 2014, foi o Terraço Marinho (cerca de 36%), unidade seguida pelo Campo de Dunas, com redução aproximada de 27,4%, e pela Planície de Maré, com retração de aproximadamente 15,4%. Desse modo, essas três unidades se enquadram como unidades em regressão superficial, efeito da expansão das áreas de intervenção antrópica.

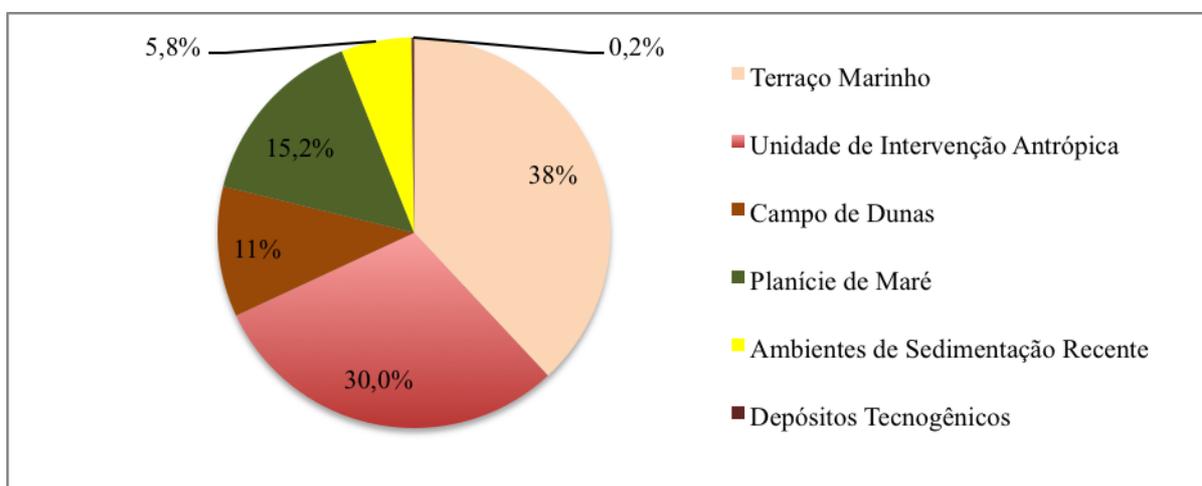
A unidade dos Ambientes de Sedimentação Recente apresentou crescimento de quase 120% em sua extensão, enquadrando-se enquanto unidade em expansão superficial. Como apontado nos gráficos, esta é a única unidade que não apresenta ocupação efetiva, estando

sujeita apenas à ação antrópica indireta. O surgimento de feições arenosas, fruto da dinâmica fluviomarina, resultou nesse elevado incremento de área.

Já a unidade dos depósitos tecnogênicos está em todas as medidas associada à dinâmica antrópica, desde a sua origem, associada a duas fases de aterro, até a quase completa ocupação da unidade.

Com suporte, exclusivamente, nos dados do atual cenário da paisagem (2014), merece destaque aspecto relacionado à predominância de cada unidade na estrutura espacial da paisagem (gráfico 4).

Gráfico 4 – Estrutura espacial da paisagem costeira de Aracaju.



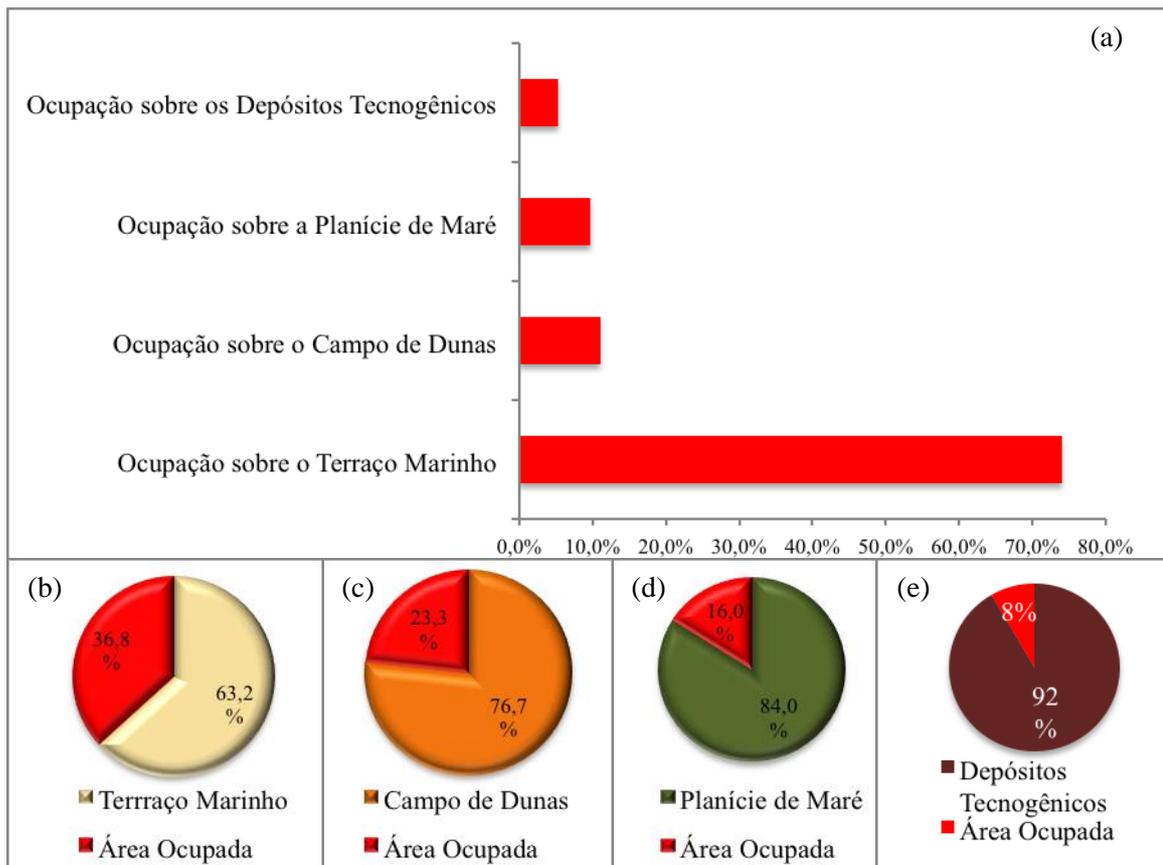
Fonte: Organização da autora.

A paisagem dominante é o Terraço Marinho, compondo cerca de 38,1% da área, seguido das Áreas de Intervenção Antrópica, que perfazem em torno de 29,9% da paisagem. Já as paisagens subdominantes são constituídas pela Planície de Maré, totalizando aproximadamente 15,2%, o Campo de Dunas, com cerca de 10,8%, os Ambientes de Sedimentação Recente, compondo em torno de 5,8%, e os Depósitos Tecnogênicos com cerca de apenas 0,2%. Destacam-se também algumas subunidades enquanto paisagens raras, por ocuparem porções limitadas na área estudada, a exemplo das Lagoas e Baixios Úmidos, das Dunas associadas aos Cordões litorâneos e dos ambientes de Inframaré, que compõem respectivamente as unidades do Terraço Marinho, do Campo de Dunas e da Planície de Maré. Há, ainda, as paisagens únicas, por se apresentarem apenas uma vez ao longo de toda a área estudada, as quais são representadas pelos Bancos Arenosos, o Pontal Arenoso, Depósitos Associados à Coalescência de Bancos Arenosos e os Depósitos Tecnogênicos.

Em outra perspectiva de análise, levando em consideração o quanto cada unidade geocológica está sujeita às interferências do fator antropogênico, destaca-se o gráfico 5. Este revela a distribuição da ocupação total individualizada por unidade, assim como aponta para o percentual de área ocupada em relação à extensão de cada unidade.

Ao considerar a distribuição do total de ocupação na paisagem, a unidade que concentra o maior índice é o Terraço Marinho, seguido da Planície de Maré, do Campo de Dunas e dos Depósitos Tecnogênicos (gráfico 5-a). Já ao analisar o quanto de cada unidade está ocupada, no relativo à sua própria área, há alterações, tendo em vista que a unidade dos Depósitos Tecnogênicos é que se encontra mais ocupada, e o Campo de Dunas apresenta-se mais ocupado em relação a sua extensão do que a Planície de Maré (gráficos 5-b, 5-c, 5-d, 5-e).

Gráfico 5 –Intervenção Antrópica nas Unidades Geocológicas da Paisagem Costeira de Aracaju/SE em 2014.



Fonte: Elaboração da Autora.

Partindo para a análise da estrutura vertical da paisagem, segundo componente da análise estrutural, inicialmente traz-se quatro perfis transversais da área estudada, perpassando

por todas as unidades mapeadas (Figura 49). Levou-se em consideração cinco aspectos: compartimento morfoescultural, unidades geoecológicas da paisagem, pedologia, vegetação original e características climáticas.

Constatou-se que se trata de uma paisagem composta por apenas uma unidade morfoescultural – a Planície Costeira, a despeito de possuir grande diversidade de unidades e subunidades. Tal multiplicidade é justificada pelo fato de esta paisagem constituir-se como um ambiente de interface continente-oceano de elevada dinamicidade e no qual se encontram vários agentes atuantes na formação e transformação da paisagem.

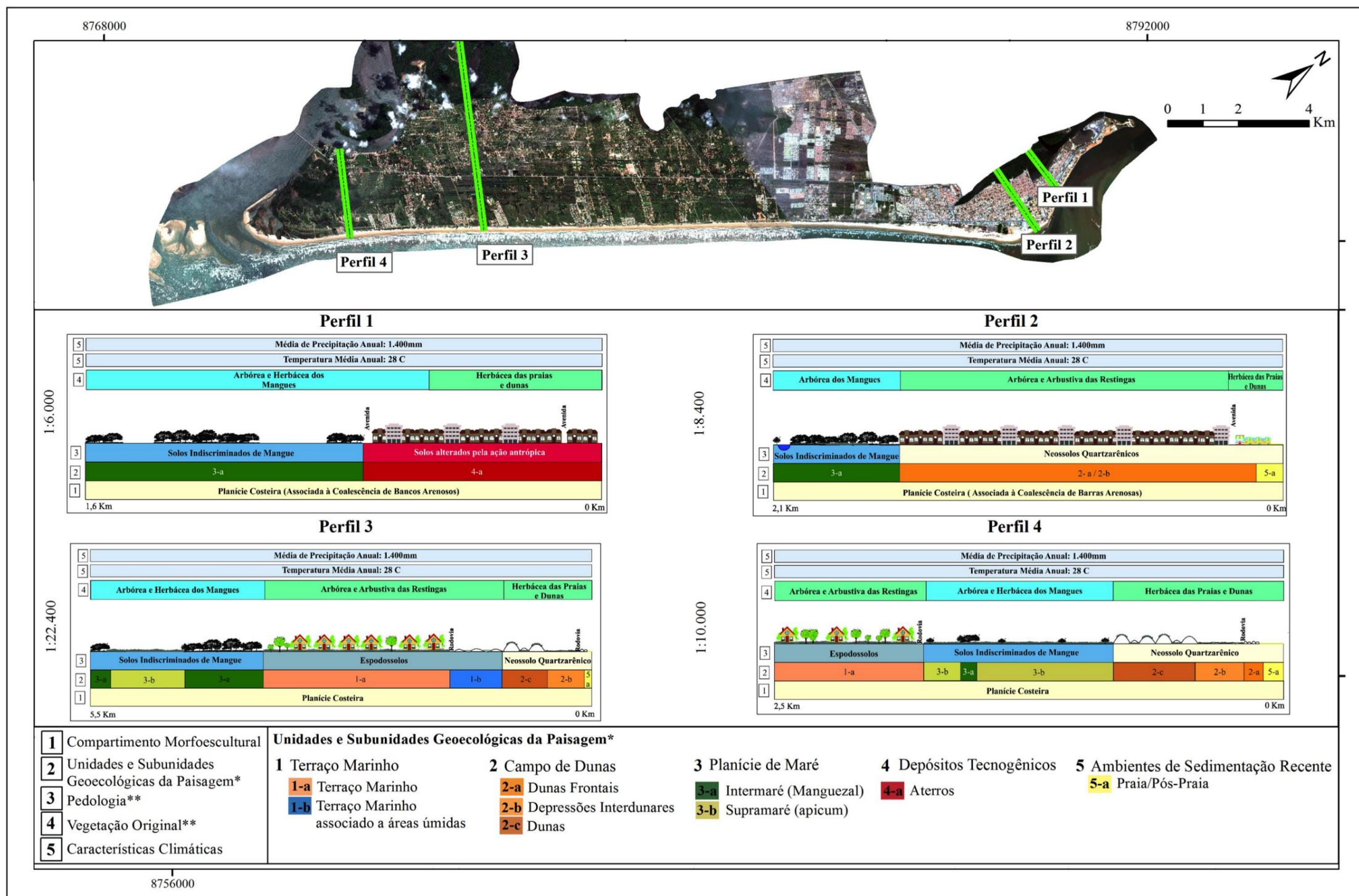
No que se refere aos tipos de solo, três tipos compõem os perfis analisados: os Espodossolos, associados ao Terraço Marinho; os Solos Indiscriminados de Mangue, associados à Planície de Maré; e os Neossolos Quartzarênicos, associados aos Ambientes de Sedimentação Recente, ao Campo de Dunas e aos Depósitos associados à Coalescência de Bancos Arenosos.

No atinente à classificação dos solos, acentua-se pequena divergência quanto ao setor que engloba os perfis 1 e 2, inseridos no bairro Coroa do Meio. Conforme classificação da EMBRAPA (2004), a referida área é composta por solos do tipo do Espodossolos. No entanto, a análise do processo evolutivo somada às sondagens realizadas apontou que os solos que compõem essa área possuem características muito mais próximas aos Neossolos Quartzarênicos. Já no tocante ao processo evolutivo, além da origem estar relacionada à anexação de bancos arenosos, o tempo de formação desta unidade é relativamente curto, cerca de 100 anos, de modo que é improvável que processos pedogenéticos configurem solos do tipo Espodossolos. Além dessa circunstância, nas sondagens realizadas, com profundidades de até 150 cm, não foi encontrado horizonte B espódico, típicos dos Espodossolos, em nenhum dos cinco pontos de coleta. A análise granulométrica do material relativo às amostras coletadas indicou a classificação textural Franco-Arenosa.

Quanto aos tipos de vegetação, verificou-se basicamente a existência de arbórea e herbácea de mangue associadas à Planície de Maré; arbórea e arbustiva das restingas associadas ao Terraço Marinho; e herbácea e cactáceas associadas ao Campo de Dunas e aos Ambientes de Sedimentação Recente.

O último elemento da estrutura vertical é o relativo às características climáticas. Todos os perfis analisados estão incluídos dentro um único tipo climático (em função da escala adotada), Tropical Litorâneo do Nordeste Oriental, com características muito semelhantes, tanto de precipitação quanto de temperatura.

Figura 49 – Perfis geocológicos das unidades que compõem a paisagem costeira de Aracaju/SE.



**As cores usadas para os temas Pedologia e Vegetação foram adotadas em função dos parâmetros estabelecidos pelo Manual Técnico de Pedologia e Manual Técnico de Vegetação. Fonte: Elaboração da autora.

CAPÍTULO V

**UNIDADES GEOECOLÓGICAS DA PAISAGEM COSTEIRA: ENFOQUES
ANALÍTICOS, ESTADO AMBIENTAL E A VULNERABILIDADE BIOFÍSICA**

5. UNIDADES GEOECOLÓGICAS DA PAISAGEM COSTEIRA: ENFOQUES ANALÍTICOS, ESTADO AMBIENTAL E A VULNERABILIDADE BIOFÍSICA.

O presente capítulo tem o propósito de avaliar os atributos das unidades geoecológicas da paisagem costeira de Aracaju respaldado nos enfoques funcional, estrutural e antropogênico, a partir dos quais será delimitado o estado ambiental da paisagem. O estudo geoecológico, com ênfase para a dimensão vertical, levará ao desígnio final do capítulo, qual seja, a delimitação da vulnerabilidade biofísica das unidades.

5.1. Enfoque funcional e estrutural das unidades geoecológicas

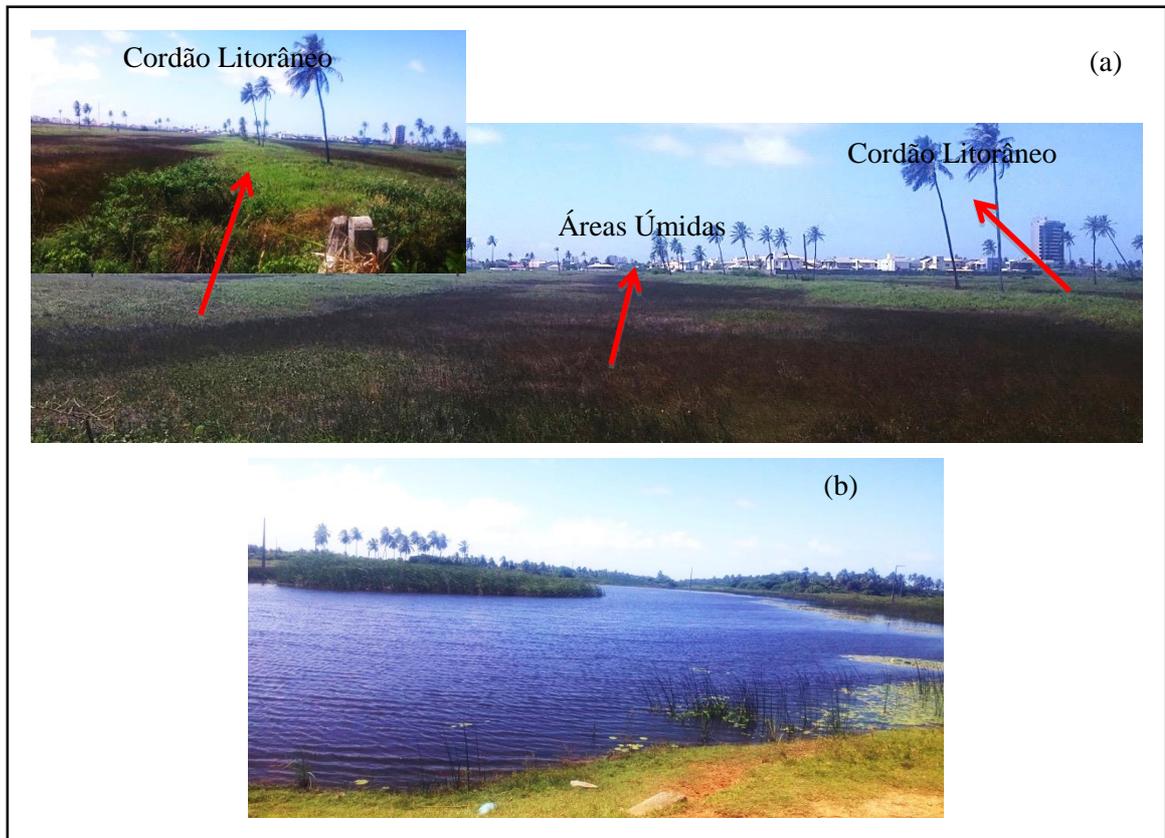
De forma concisa, o enfoque estrutural representa basicamente a análise da paisagem tendo por premissa básica evidenciar a forma de organização dos seus elementos e inter-relações, em que se faz fundamental a análise vertical e horizontal da paisagem. Já o enfoque funcional se encarrega de aclarar como a paisagem está estruturada (relações funcionais de seus elementos) somado a outros designios, por exemplo, as relações genéticas da paisagem e suas funções naturais e sociais.

Com suporte nessas propriedades, analisou-se individualmente as unidades e suas subunidades.

5.1.1 Unidade Geoecológica do Terraço Marinho

A unidade do Terraço Marinho é dominante na área de estudo, compondo atualmente cerca de 38,1% da paisagem estudada. Nesta preponderam as áreas planas, marcadas por pequenas ondulações advindas da existência dos cordões litorâneos, entremeados por baixios úmidos e, por vezes, alagados. A ação pedogenética sobre o material de origem configurou solos do tipo Espodossolos. Toda esta área é recoberta por vegetação típica de restingas (arbórea, arbustivas e herbáceas). Tendo em vista tais características, individualizou-se o Terraço Marinho em duas subunidades: o Terraço Marinho associado aos cordões litorâneos e o Terraço Marinho associado aos baixios úmidos e as lagoas (Figura 50).

Figura 50 – Subunidades do Terraço Marinho.



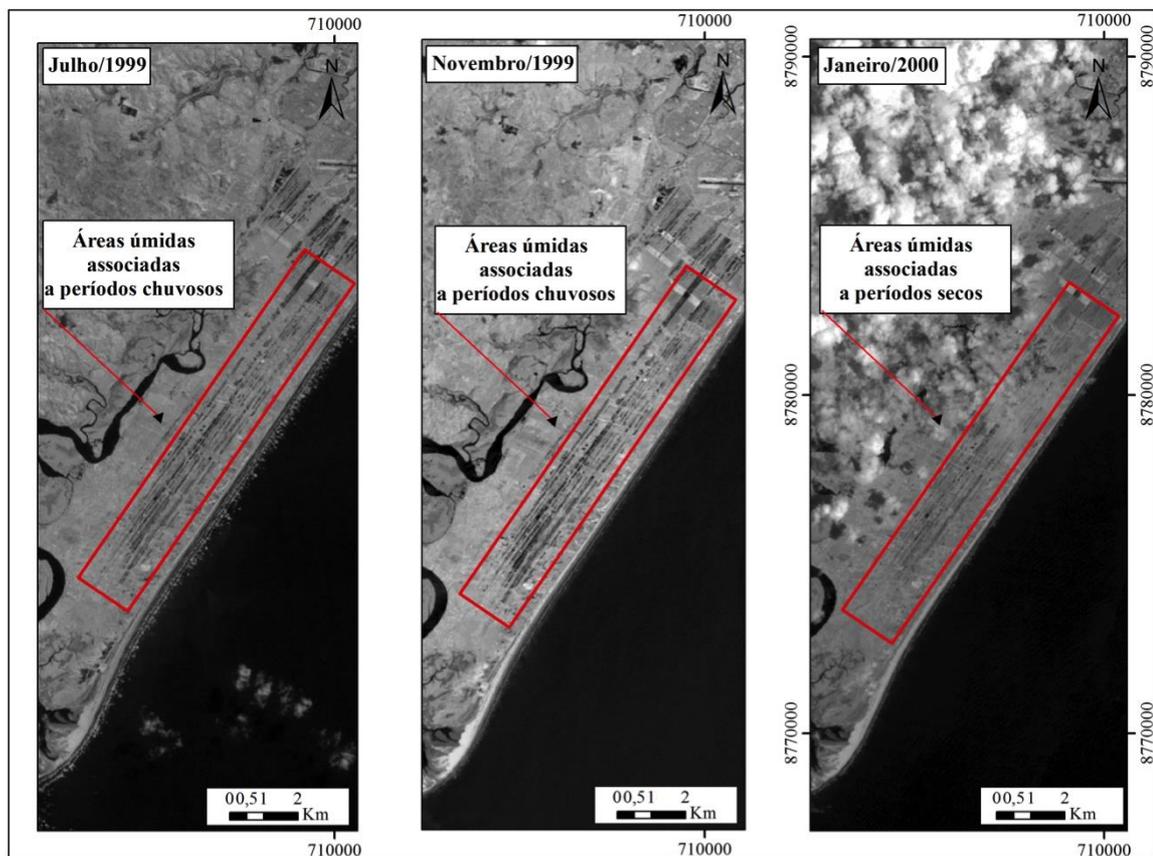
Em (a): Terraço Marinho associado a cordões litorâneos e aos baixios úmidos. Em (b): Lagoa associada ao Terraço Marinho. Fonte: Levantamentos fotográficos da autora.

Por integrar uma planície costeira quaternária de caráter progradacional, a unidade do Terraço Marinho é composta por uma sequência de cordões litorâneos, paleolinhas de costa, indicativos da evolução costeira a médio prazo. Ressalte-se que a presente pesquisa segue o conceito elaborado por Hesp *et al* (2005), os quais consideram os cordões como acúmulos de sedimentos alinhados, formados pela ação das ondas, cuja origem e constituição estão associadas unicamente a depósitos de origem marinha (areia, seixos, cascalhos e pedregulhos).

Os cordões litorâneos da área de estudo são uniformes e paralelos, o que de acordo com Cunha (1980) indica a estabilidade da costa. Há uma peculiaridade quanto aos cordões localizados diretamente na frente litorânea: a existência de alguns campos de dunas que recobrem os cordões resulta na dificuldade de individualização destas feições. Nesse caso, a distinção foi realizada a partir do alinhamento que os cordões apresentam, ausente na morfologia dunar.

A outra subunidade, Terraço Marinho associado aos baixios úmidos e às lagoas, está diretamente ligado à subunidade dos cordões litorâneos, já que estes são entremeados por baixios úmidos. Esse subambiente é caracterizado por zonas com pequenos declives, alimentados por águas subterrâneas e pluviais, visualizado em quase toda a extensão do Terraço Marinho e, a depender da época do ano, primordialmente nos meses de chuva, pode vir a constituir pequenas áreas alagadas (Figura 51). Mesmo em períodos mais secos ainda é possível visualizar o solo relativamente encharcado. Dessa forma, a referida subunidade constitui um indicativo extremamente importante de áreas mais suscetíveis à inundação em períodos chuvosos. As Lagoas apresentam características similares aos baixios úmidos em razão da sua associação aos períodos chuvosos e secos. Algumas destas são perenes, mas a grande parte delas são intermitentes, surgindo apenas em períodos chuvosos. Tal como os baixios úmidos, em períodos secos as lagoas podem deixar de existir, mas o solo ao qual elas estão associadas tende a permanecer úmido.

Figura 51 – Baixios úmidos associados a períodos chuvosos e secos.



Fonte: Imagens de Satélite Landsat 7 (banda 4). Elaboração da autora.

A gênese da unidade do Terraço Marinho está associada às transgressões e regressões marinhas do Quaternário (Figura 52-a). As etapas dessa evolução foram definidas por Bittencourt *et al* (1983):

(I) A Transgressão mais antiga (anterior a 123.000 AP) provocou o afogamento dos rios, o desenvolvimento de estuários e de falésias no Grupo Barreiras;

(II) No período subsequente à Transgressão mais antiga o clima árido propiciou a formação de depósitos do tipo leque aluvial no sopé das falésias esculpidas na Formação Barreiras. Neste período ocorreu a formação dos primeiros campos de dunas;

(III) No máximo da Penúltima Transgressão (120.000 AP) ocorreu a erosão parcial ou total dos leques aluviais, permanecendo alguns testemunhos isolados. O mar retrabalhou as linhas das falésias esculpidas anteriormente e os baixos cursos dos rios foram afogados, transformando-se em estuários;

(IV) A regressão subsequente à Penúltima Transgressão permitiu a construção dos terraços marinhos pleistocênicos ao tempo em que foi instalada uma rede de drenagem sobre tais terraços. Nesse período a ação eólica retrabalhou a superfície dos terraços pleistocênicos, construindo, localmente, campos de dunas que compõem a 2ª geração de dunas;

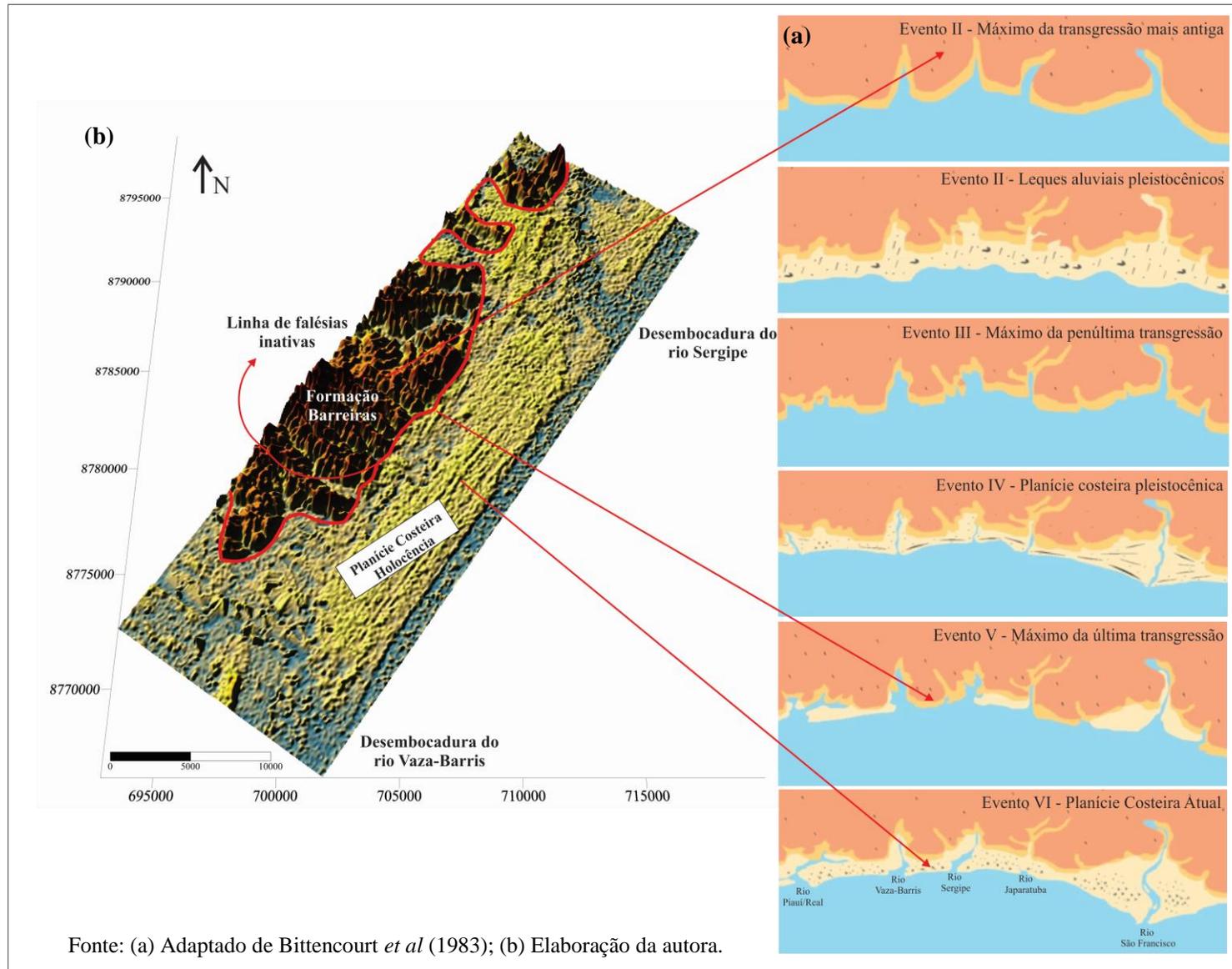
(V) Na Última Transgressão (5.100 AP) ocorreu a erosão parcial dos terraços pleistocênicos e o afogamento dos rios. Também foi formada uma série de corpos lagunares;

(VI) O Último evento regressivo correspondeu à formação dos terraços marinhos holocênicos localizados externamente aos terraços pleistocênicos. A ação eólica favoreceu a formação da 3ª geração de dunas. As lagunas, originadas anteriormente, perderam o contato com o mar e foram substituídas por terras úmidas de água doce.

Com base em tais estudos, autores como Bittencourt *et al* (2002) e Dominguez (1992) concluíram que a longo prazo a costa aracajuana, tal como a sergipana, apresentou tendência à progradação, fato que é justificado pela presença de uma das maiores descargas fluviais do litoral brasileiro, a do rio São Francisco, que contribuiu com um grande aporte sedimentar para a costa do estado de Sergipe.

Em razão das características apontadas, a planície costeira e, conseqüentemente, o Terraço Marinho contido na área de estudo, apresentam relativamente grandes extensões, de modo que a linha de costa atual dista em até 7 km da linha de falésias inativas, estas formadas pela ação erosiva do mar na Formação Barreiras durante a Transgressão mais antiga (Figura 52-b). Ressalta-se, ainda, que a planície costeira de Aracaju compreende apenas os terraços marinhos de origem holocênica.

Figura 52 – Evolução Paleogeográfica Quaternária da costa de Sergipe com ênfase para a costa de Aracaju.



Diante do exposto e a partir das considerações sobre a gênese da paisagem realizada por Rodriguez; Silva; Cavalcanti (2004), salienta-se que a paisagem estudada possui o seu tipo genético caracterizado como hidrodinâmica acumulativa, em que se destaca a ação fluvial e, principalmente, marinha, para sua composição.

No tocante às funções geoecológicas da supracitada unidade, esta constitui uma área de acumulação, uma vez que se caracteriza como uma planície associada à incorporação de materiais provenientes de outras unidades que, no presente caso, referem-se aos tabuleiros costeiros localizados externamente aos terraços, assim como dos materiais trazidos e acumulados pela ação fluviomarinha. Já a partir da classificação de Dias; Oliveira (2012) o Terraço Marinho está incluído nas zonas receptoras/acumuladoras por possuir baixo fluxo de energia, baixa altimetria e grandes extensões.

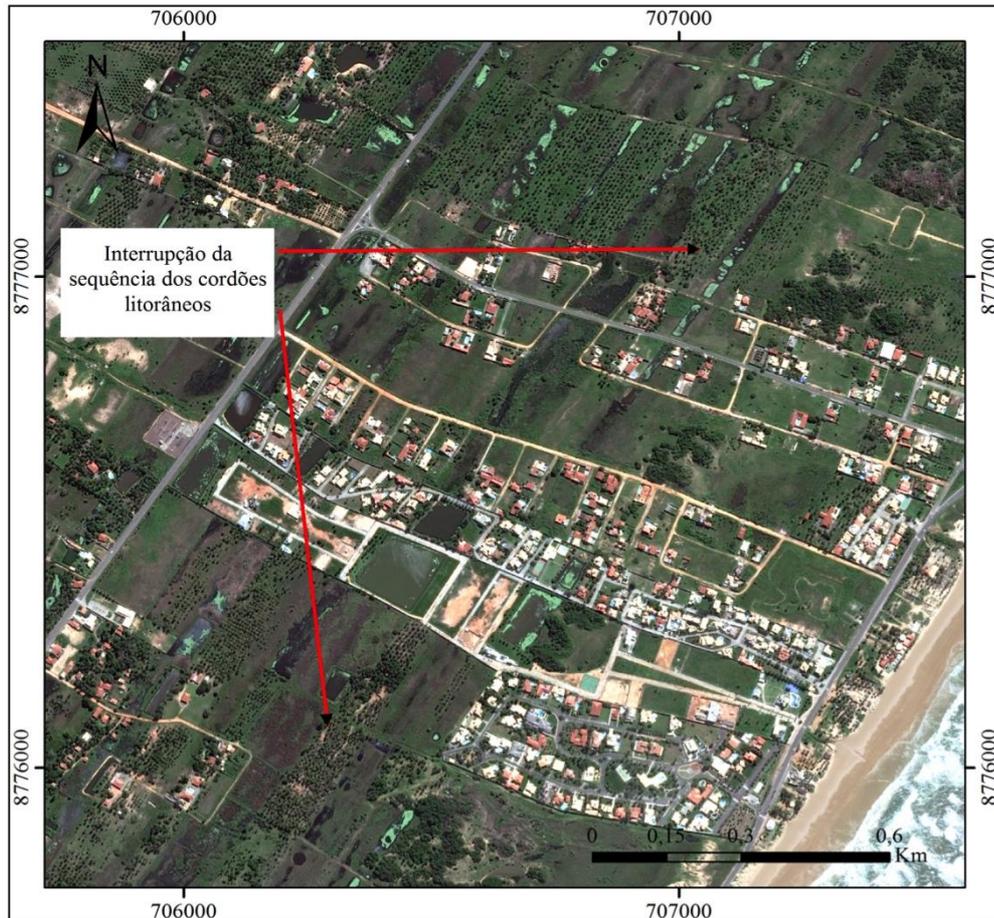
Devido às características morfológicas, é a unidade que concentra o maior índice de ocupação dentre todas. Cerca de 68,8% do total da área ocupada está sobre essa unidade. Tal ocupação é caracterizada por padrões de assentamento distintos, como destacado no Capítulo 3. No que concerne à distribuição dentro da unidade, o Terraço Marinho está associado a níveis medianos de intervenção, tendo em vista que atualmente cerca de 35,1% da unidade se encontra ocupada.

Em razão dessa maior concentração na Atalaia, as características da unidade natural foram suprimidas, a exemplo de feições geomorfológicas e vegetação pioneira, não sendo possível evidenciar, em uma análise horizontal e exclusivamente atual da paisagem, a que unidade costeira pertence. Esse padrão de ocupação concentrado, seja verticalizado ou horizontalizado, tende a extinguir grande parte de feições naturais, principalmente nos casos em que a intervenção humana ocorre à semelhança do que ocorreu na área de estudo.

Sobre o padrão da ocupação disperso associado à Zona de Expansão, infere-se que não obstante nesta localidade não tenha acontecido a supressão total das características naturais, tal padrão de assentamento também gera impactos consideráveis à unidade. Fundamentado em aspectos similares ao aqui descrito, Lang; Blaschke (2009) apontam que em determinadas paisagens é comum observar a dispersão da ocupação antrópica, cujos cálculos demonstram que a área perdida é relativamente pequena, em que pese resultarem em grandes impactos à unidade natural. Situação análoga ocorre na Zona de Expansão, onde é notório que a perda de área foi relativamente pequena, já que ainda há muitos espaços vazios entremeando as áreas efetivamente ocupadas. No entanto, essa forma de ocupação acabou sendo incompatível com a estruturação da unidade, pois algumas feições, a exemplo dos cordões litorâneos, tiveram sua continuidade interrompida pela ocupação (Figura 53). As características apontadas

fizeram surgir na paisagem um padrão reticulado que, como explicitado, acaba por gerar impactos a partir do momento que contrapõe a estrutura natural da unidade.

Figura 53 – Alteração das feições naturais na frente litorânea de Aracaju.



Fonte: Imagem de Satélite QuickBird, 2013. Elaboração da autora.

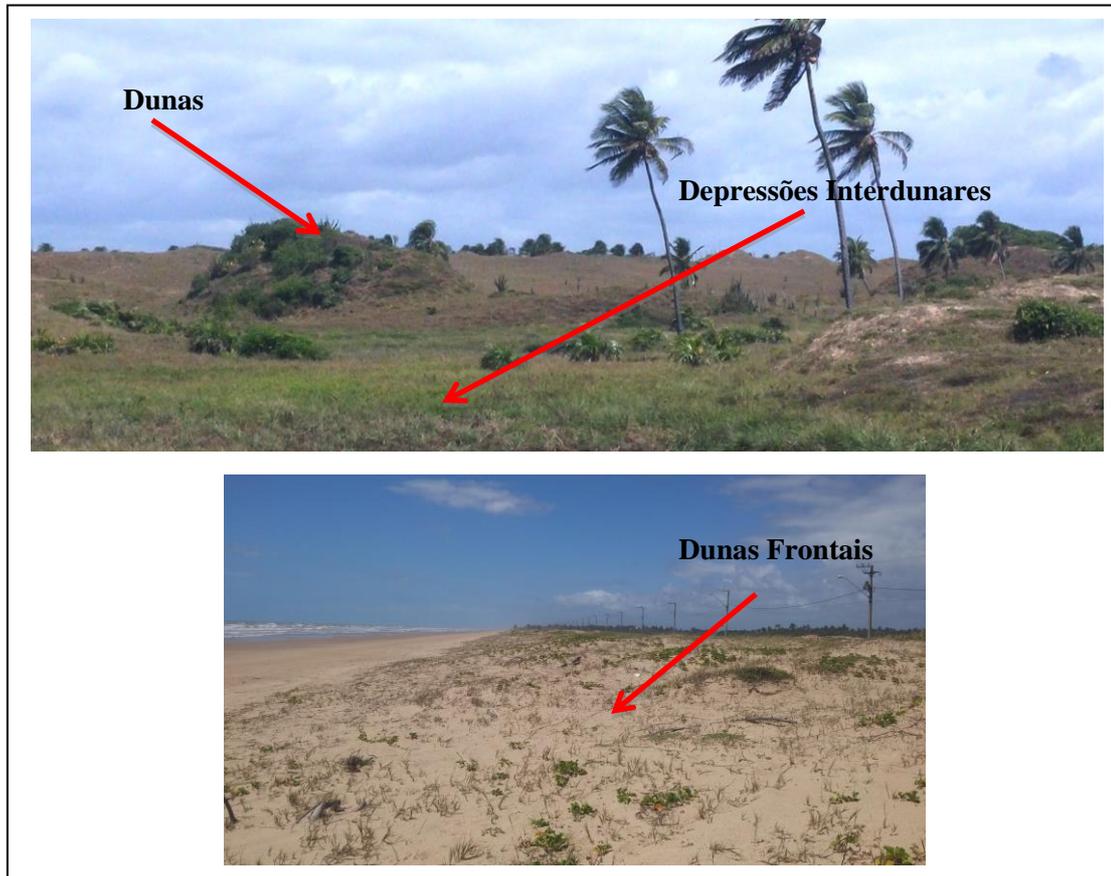
5.1.2. Unidade Geocológica do Campo de Dunas

A unidade do Campo de Dunas é composta por quatro subunidades: as dunas, as dunas frontais/lençóis de areia, as depressões interdunares e as dunas associadas aos cordões litorâneos (Figura 54). Essa unidade corresponde a 10,8% da paisagem costeira estudada, com o predomínio de áreas onduladas entremeadas por declives, recobertos por vegetação de restinga do tipo herbáceas associada a solos do tipo Neossolos Quartzarênicos.

A referida unidade constitui, quanto à função geocológica, uma área de acumulação, já que é resultante da aglomeração de sedimentos provenientes do retrabalhamento eólico. Uma vez que possuem tais características, também podem ser incluídas nas áreas dispersoras,

tendo em vista o constante retrabalhamento e movimentação de sedimentos, principalmente nas dunas frontais, onde a remobilização de sedimentos é intensa.

Figura 54 – Unidade Geocológica do Campo de Dunas.



Fonte: Levantamento fotográfico da autora.

As dunas fixas encontradas na área de estudo estão associadas à terceira geração de dunas, descritas por Bittencourt *et al* (1983) como dunas parabólicas originadas no quaternário e dispostas sobre os terraços marinhos holocênicos.

Em alguns casos as dunas são completamente recobertas por vegetação, o que impede a mobilização destas. Em outros, geralmente nas dunas mais próximas à frente litorânea, em que a vegetação é mais escassa, há certo grau de remobilização dos sedimentos pela ação eólica, dando origem a pequenas bacias de deflação (*blowouts*) (Figura 55-a).

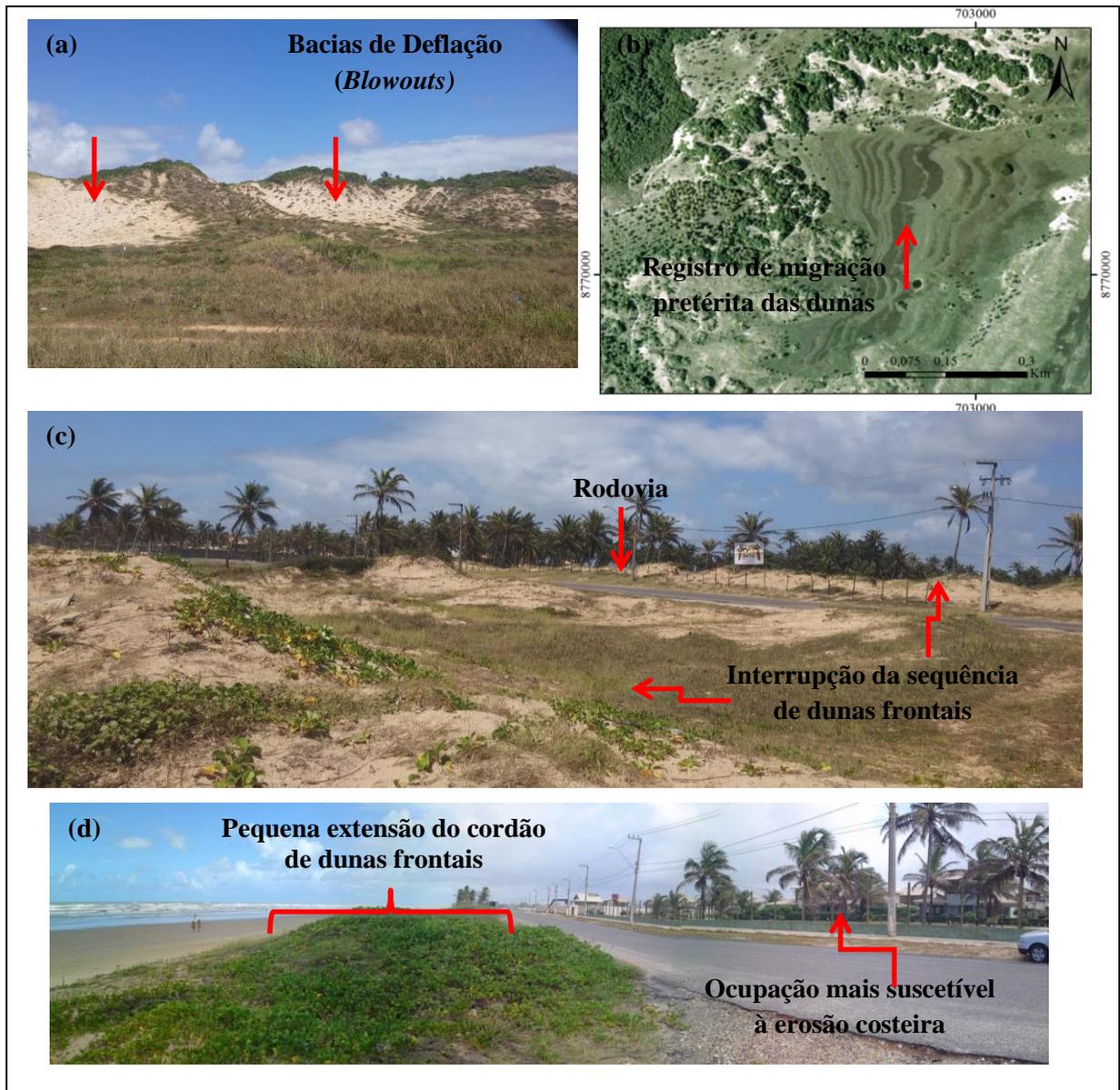
As dunas são separadas por pequenas depressões interdunares. Na paisagem estudada encontram-se: interdunas, cuja superfície de deposição é seca; associadas a baixios úmidos, as quais apresentam caráter sazonal; e as alagadas, quando associadas a lençóis freáticos localizados próximos à superfície. Destacam-se as planícies úmidas, pois nesta condição a área interdunar sofre menos com deflação eólica (em razão da coesão que os sedimentos

apresentam), e por isso, preservam os registros pretéritos de movimentações das dunas (Figura 55-b).

Já as dunas frontais correspondem ao cordão dunar localizado na interface da unidade do campo de dunas e da praia/pós-praia (Ambientes de Sedimentação Recente) e, como resultado, têm sua dinâmica estreitamente relacionada a ambas as unidades. Essa feição é encontrada em quase toda extensão da costa aracajuana, possuindo morfologias diferenciadas.

A evolução natural dessa subunidade foi interrompida pela construção de uma rodovia que basicamente a separa das dunas fixas e semifixas, restringindo consideravelmente a troca de sedimentos entre as subunidades (Figura 55-c). Em outros pontos a rodovia cessou a ligação entre as próprias dunas frontais e entre as dunas frontais e a praia/pós-praia. Além da rodovia, a maior parte dos bares/restaurantes estão localizados sobre as dunas frontais, fato que resultou na supressão de muitas dessas. Enfatiza-se que a despeito da contínua intervenção antrópica na referida subunidade, ainda são encontradas muitas áreas com dunas frontais preservadas.

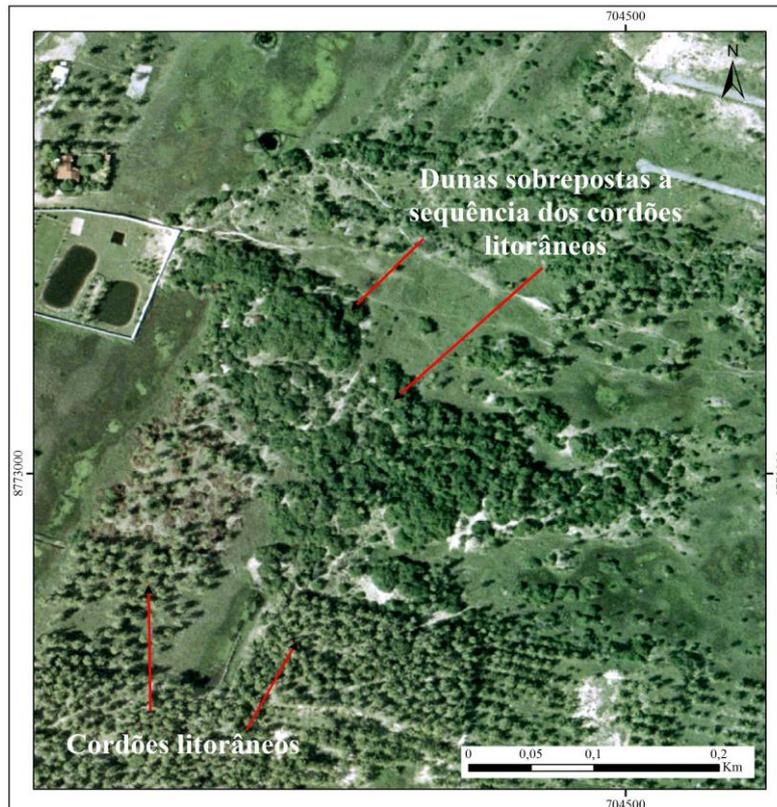
Figura 55 – Aspectos gerais das subunidades do Campo de Dunas.



Fonte: Em (a, c, d): Levantamento fotográfico da autora. Em (b): Ortofotos 2004.

Sobressai-se nessa paisagem certa peculiaridade quanto à combinação entre dunas e cordões litorâneos (Figura 56), tal como destacado anteriormente. É recorrente nesta unidade a migração de dunas sobre as sequências de cordões litorâneos, razão pela qual optou-se em compartimentar tal singularidade como uma subunidade.

Figura 56 – Dunas associadas aos cordões litorâneos.



Fonte: Ortofoto de 2004. Elaboração da Autora.

No que concerne aos aspectos morfológicos, ambas constituem feições originárias de acúmulo sedimentar. O que as diferencia é a origem do depósito, uma vez que as dunas correspondem ao acúmulo de sedimentos eólicos, enquanto os cordões são formados por depósitos marinhos. Mas também contrastam pela forma, pois enquanto os cordões se apresentam linearmente, as dunas se mostram espaçadas. Quanto à função geocológica, tanto as dunas quanto os cordões protegem e recarregam os aquíferos, além de constituírem uma barreira natural de proteção à costa.

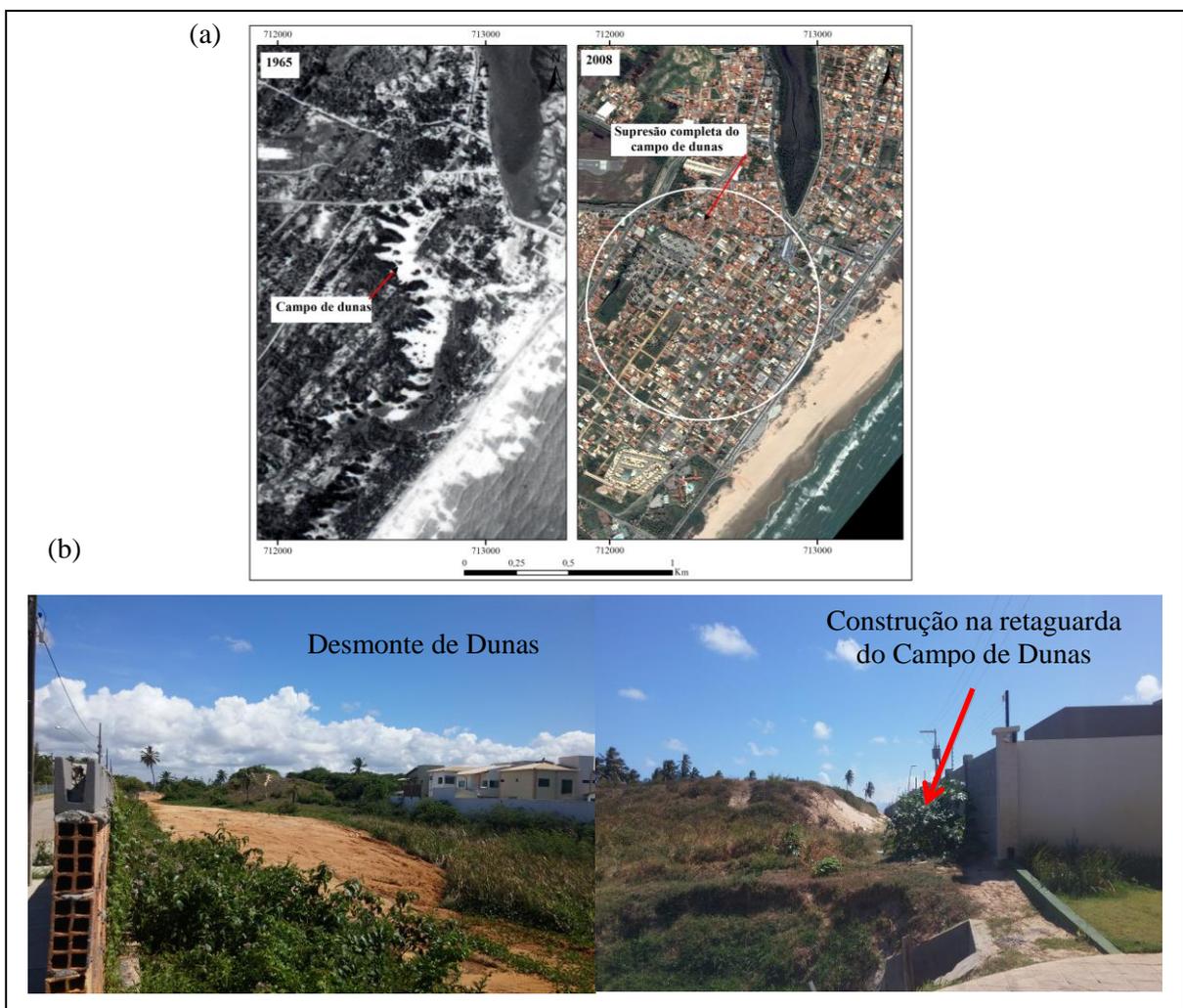
Apesar das funções ecológicas serem similares, existe uma diferença muito importante entre as feições de cordões e dunas concernente à legislação ambiental. Para o caso da área de estudo, o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano, em vigência na cidade de Aracaju, não garante a preservação dos cordões, mas apenas das dunas. Em razão da elevada pressão antropogênica, tal fato traz à tona a discussão sobre as áreas que constituem depósitos eólicos ou marinhos em função do parcelamento do solo para fins de construção.

Dentro da premissa geocológica, ambas as feições deveriam ser preservadas, já que os cordões litorâneos, além de constituírem registros da evolução do ambiente costeiro, possuem elevada importância ambiental. Nesse sentido, a própria resolução do CONAMA

editada no ano de 2002, não é clara quanto à alocação dos cordões entre as áreas de preservação permanente, tal como ocorre com as dunas.

Outro aspecto a ser ressaltado quanto à unidade do Campo de Dunas diz respeito ao aumento considerável da ocupação nos últimos anos sobre ela, realidade que vem gerando o desmonte das feições dunares, constantes aterramentos da área, entre outros problemas já mencionados (Figura 57). Atualmente, cerca de 26,5% da unidade encontra-se ocupada, principalmente por padrões de loteamentos destinados à segunda residência e moradia fixa.

Figura 57 – Intervenção antrópica no Campo de Dunas.



Fonte: (a) Fotografias aéreas de 1965 e imagens de satélite de 2008. Em (b): Levantamento fotográfico da autora.

5.1.3. Unidade Geocológica da Planície de Maré

A unidade da Planície de Maré compõe 15,3% da paisagem costeira em análise, representando, dessa forma, uma paisagem subdominante. Sua gênese está associada aos

depósitos holocênicos de origem marinha e fluvial que constituíram uma planície fluviomarina. Está combinada a Solos Indiscriminados de Mangue, em sua maioria recobertos pela vegetação típica dos manguezais.

A referida unidade apresenta áreas planas, por onde perpassam canais com baixas velocidades de escoamento influenciados pelas variações das marés. Das características morfológicas encontradas nessa unidade advêm três subambientes: as áreas de inframaré, cujo substrato se encontra permanentemente alagado; as áreas de intermaré, em que as variações das marés resultam no alagamento periódico deste subambiente; e as áreas de supramaré, não atingidos pelas marés, com substrato constantemente ressequido.

No que se refere a sua função geocológica, é um ambiente de acumulação, podendo ser classificado também como uma Zona Receptora/Acumuladora, distinguindo-se pelo baixo fluxo de energia e baixos declives.

A partir dos subambientes que formam a unidade da Planície de Maré, definiram-se as seguintes subunidades: intermaré (manguezal), supramaré (apicum), inframaré.

A subunidade intermaré (manguezal) constitui a maior parte da unidade da Planície de Maré, presente majoritariamente nas proximidades dos canais fluviais contidos na área. Apesar do crescimento da cidade ter destruído grande parte do manguezais de Aracaju, principalmente os localizados nas proximidades da desembocadura do rio Sergipe, ainda há grandes áreas de manguezais preservadas nas adjacências da desembocadura do rio Vaza-Barris, local cuja ocupação ainda é de nível baixo.

Já a subunidade supramaré (apicum), localizada majoritariamente no interior dos manguezais, é classificada basicamente como apicuns inclusos. Como já descrito, sua origem está interligada à deposição de areias finas durante as enchentes de preamar, processo que torna o ambiente arenoso, suprimindo a vegetação. As áreas de inframaré, porções subaquosas, dispõem da menor área da Unidade, desprovidas de vegetação. São visíveis, em geral, quando das marés baixas.

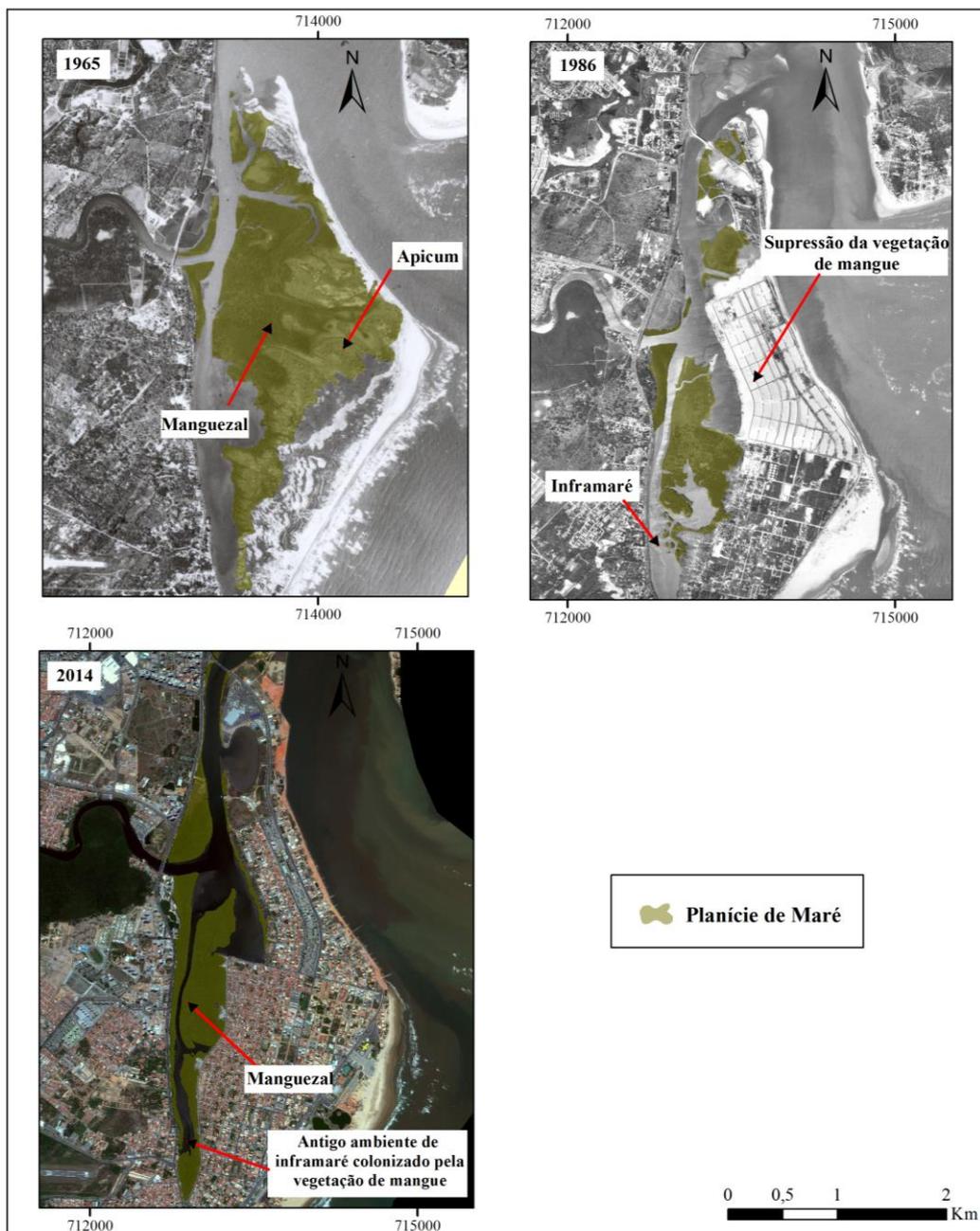
Figura 58 – Subunidades da Planície de Maré.



Fonte: Em (a): Fernando Alves; Em (b): Flávio Vasconcelos. Em (c, d): Imagens de Satélite QuickBird de 2008. Organização da Autora.

As subunidades de intermaré, supramaré e inframaré são inter-relacionadas na medida em que a evolução de uma pode culminar no desenvolvimento da outra. A figura 59 apresenta o desenvolvimento de planícies de maré associada à margem direita do rio Sergipe e a figura 60 a evolução da planície na margem esquerda do rio Vaza-Barris. Em ambas as desembocaduras observa-se a evolução de áreas de inframaré para intermaré em razão da colonização daquele ambiente pela vegetação de mangue.

Figura 59 – Evolução da Planície de Maré associada a margem direita da desembocadura do rio Sergipe entre 1965 e 2014.

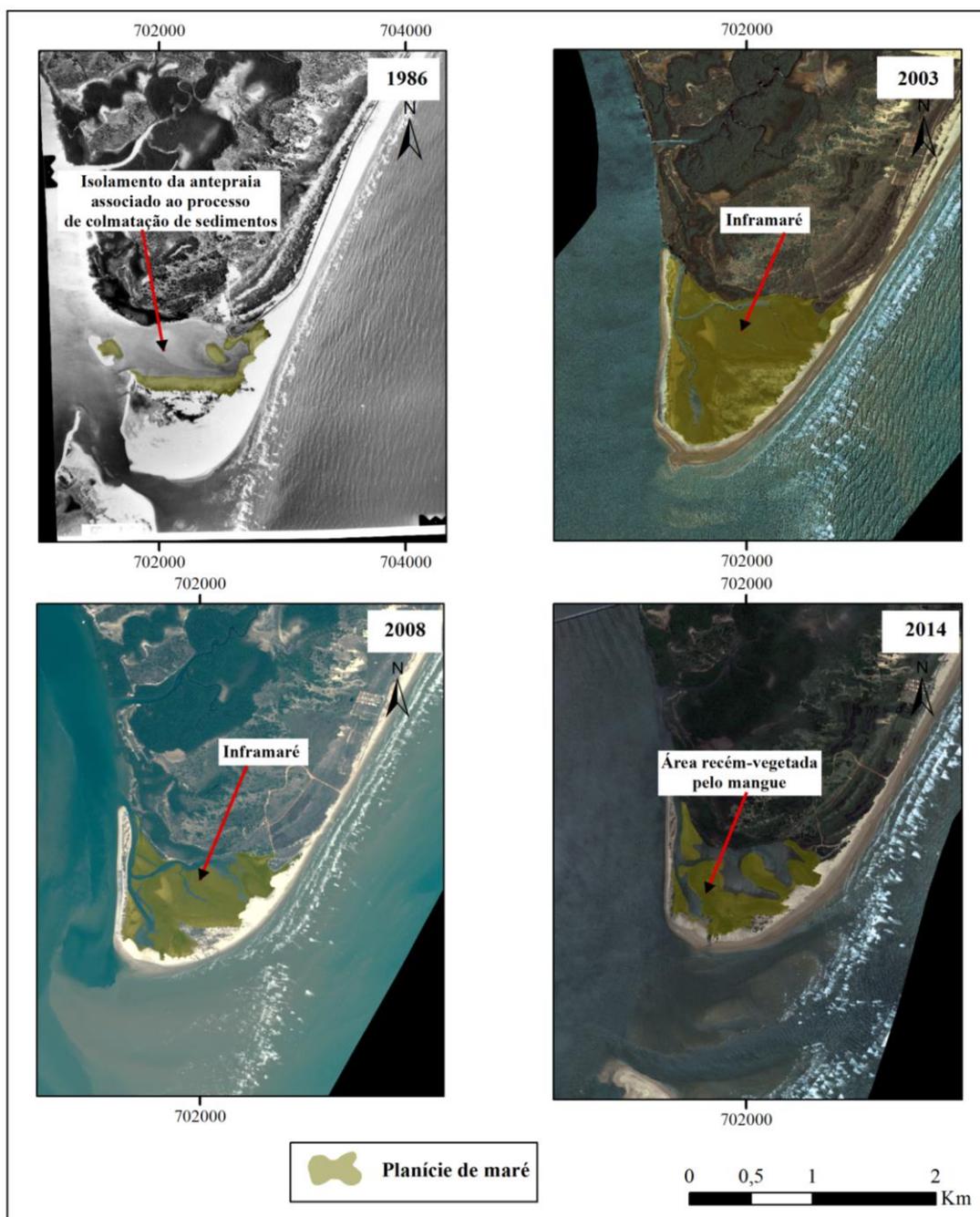


Fonte: Elaboração da Autora.

A origem da planície de maré, localizada nas adjacências do rio Sergipe, está interligada ao surgimento de uma área protegida da ação das ondas associada à anexação de bancos arenosos à costa, o qual possibilitou o acúmulo de sedimentos finos, posteriormente colmatados, que deram origem à referida planície de maré. Até a década de 1960 este ambiente evoluiu de forma natural, passando a ser alterado pela ação humana ainda na década de 1970. Na fotografia de 1986 já é possível visualizar o surgimento de loteamentos que

redundou na derivação antrópica dessa paisagem, já que a partir desse momento grande parte do manguezal foi suprimido, passando a porção restante a evoluir em consonância com a nova estrutura posta para paisagem definida. A partir de 1986 novo substrato surgiu associado ao braço morto do rio Sergipe, o qual posteriormente foi vegetado pelo mangue, preenchendo grande parte da área.

Figura 60 – Evolução da Planície de Maré associada à margem esquerda da desembocadura do rio Vaza-Barris.



Fonte: Elaboração da Autora.

Já a planície de maré localizada nas proximidades do rio Vaza-Barris teve sua evolução guiada exclusivamente pelos agentes naturais. Sua origem está associada ao surgimento de um pontal arenoso (processo a ser descrito posteriormente) na margem esquerda da desembocadura do rio Vaza-Barris, que propiciou o surgimento de um ambiente de baixa energia, tal como verificado para as adjacências do rio Sergipe. O processo de isolamento da antepraia iniciou-se após 1978, mas só em 1986 foi possível visualizar o acúmulo sedimentar referente ao início da formação da planície de maré. Na área isolada, retaguarda do pontal, a dinâmica das marés passou a predominar e a favorecer a ocorrência do processo de colmatação, no qual os sedimentos finos (silte e argila), em suspensão na lâmina d'água, foram depositados preenchendo parcialmente o ambiente aquoso. A Planície de Maré originada pelo processo descrito é alimentada por um canal de maré de aproximadamente 50 m de largura, que serve de conduto para a entrada e saída da maré.

5.1.4. Unidade Geoecológica dos Depósitos Tecnogênicos

Esta unidade é caracterizada como uma derivação antropogênica da Planície de Maré e do Campo de Dunas existentes na margem direita do rio Sergipe, circunscrita ao bairro Coroa do Meio. Constituída, de tal modo, exclusivamente em função da atuação do agente antrópico a partir de aterros realizados entre as décadas de 1980 e 1990.

Inserido nesse contexto, Peloggia (1997) lança mão dos preceitos de Ab'Saber (1969) para delinear as consequências geológico-geomorfológicas da atuação humana sobre a natureza, categorizando-a em três níveis de abordagem: na modificação do relevo e alterações fisiográficas – a exemplo da terraplanagem, padrões de canais fluviais, áreas mineradas etc.; em alterações na fisiologia da paisagem – criação, indução, intensificação ou modificação da dinâmica externa, a exemplo do incremento da erosão, taxas de sedimentação, alteração de drenagem; e na criação de depósitos superficiais correlativos – comparáveis aos depósitos do quaternário, definidos como depósitos tecnogênicos ou *man-influenced soils*, a exemplo de aterros e coberturas remobilizadas.

Assim, os depósitos tecnogênicos constituem um tipo de formação superficial resultante da ação antrópica, cuja principal característica é alteração da estrutura geológico-geomorfológica de uma dada paisagem, seja de forma direta ou indireta (MACHADO, 2013; PELOGGIA *et al*, 2014). Tal conceito foi introduzido por Chemokov (1983 *apud* Peloggia,

1997), que considera esses depósitos como testemunhos do que o autor denomina de Tecnógeno ou Antropoceno³ (OLIVEIRA; OLIVEIRA; ANDRADE, 2014).

De acordo com Ter-Stepanian (1988 *apud* Machado, 2013, p. 17), “os depósitos tecnogênicos são caracterizados por sua grande variedade, feições diferenciadas, diversidade de composição e grande variação de espessura, os quais caracterizam uma classe genética independente, embora possam ser traçadas analogias com depósitos naturais”.

Quanto à origem, Oliveira (1990) enquadra os depósitos tecnogênicos em três tipos: construídos – aterros, corpos de rejeitos; induzidos – erosão, assoreamento, aluviões modernos; e modificados – depósitos naturais alterados tecnogenicamente por efluentes, adubos etc.

Já no que diz respeito à classificação quanto ao material constituinte, Fanning; Fanning (1989 *apud* Peloggia, 1997, p. 61) os categorizam em: Materiais Úrbicos – detritos urbanos que contêm artefatos manufaturados pelo homem (tijolos, concreto, asfalto, detritos de demolição); Matérias Gárbicos – materiais detríticos, como lixo orgânico de origem humana; Matérias Espólicos – materiais terrosos escavados e redepositados por obras de terraplanagem; Materiais Dragados – materiais terrosos provenientes da dragagem de cursos d’água e comumente depositados em diques com cotas topográficas superiores às da planície aluvial.

Uma das mais recentes categorizações para os depósitos tecnogênicos foi exposta por Peloggia; Silva; Nunes (2014) na qual os autores consideram a classificação do terreno tecnogênico associado às características genéticas (Figura 61).

³ Período em que a ação humana como agente geológico é preponderante ou influencia processos naturais da superfície terrestre, iniciado há aproximadamente 100.000 anos (MACHADO, 2013).

Figura 61 – Proposta de classificação genética integrada de tipos de superfície tecnogênica.

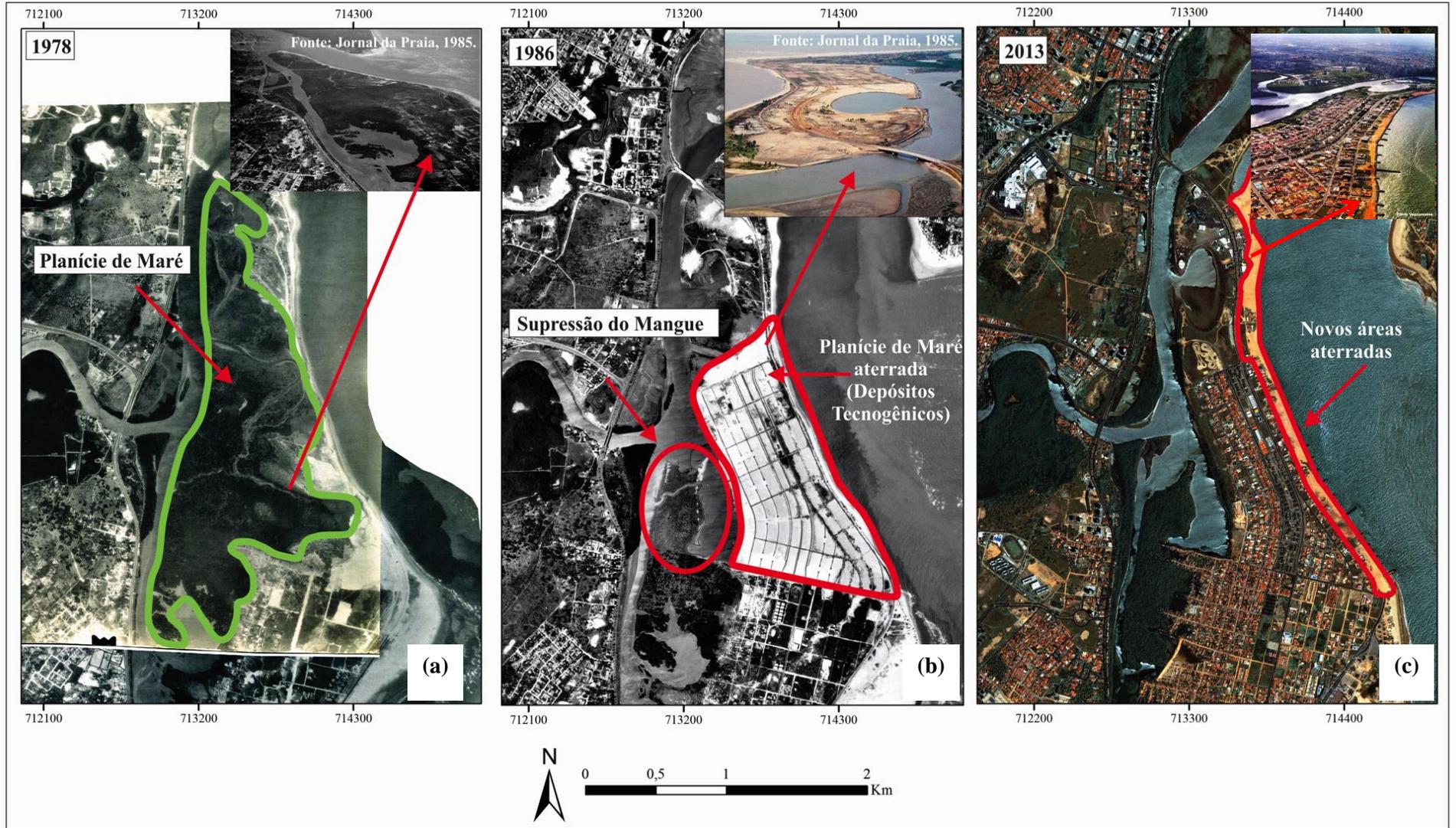
| Classificação Genética dos tipos de superfície tecnogênica | | Processos Tecnogênicos | |
|--|---------------|---|---|
| | | Degradação ou Deslocamento | Agradação (Deposição) |
| | | Formas Degradativas (superfícies geomórficas produzidas ou modificadas pela remoção de material geológico: diretamente por ação mecânica humana ou indiretamente pela intensificação da erosão, ou mesmo pela erosão natural agindo sobre depósitos tecnogênicos antigos). | Formas Agradativas (superfícies geomórficas produzidas por processos de elevação devido à acumulação de material, notadamente aterro, ou pela intensificação da deposição de sedimentos) |
| Ação Humana | Ação direta | Superfície Escavada | Superfícies Aterradas |
| | Ação indireta | Erosão, Deslizamentos, Subsidência. | Superfícies preenchidas por sedimentos |

Fonte: Peloggia, Silva, Nunes (2014).

Com fundamento na literatura destacada, discute-se a existência de depósitos tecnogênicos em um setor da área investigada, qual seja, a Coroa do Meio, onde foi identificado, com base em fotografias aéreas antigas que tal bairro consolidou-se posteriormente à supressão do manguezal e ao aterramento da Planície de Maré, como já demonstrado anteriormente (Figura 62-a, 62-b). Informação que merece destaque no relatório elaborado pela PLANAVE diz respeito ao fato de que grande parte do material utilizado para o aterro foi dragado do braço morto do rio Sergipe.

Após a conclusão das obras relacionadas a primeira fase da urbanização, novas áreas foram aterradas para a construção dos molhes de contenção nas proximidades da margem direita do rio Sergipe, isso após a década de 1990 (Figura 62-c).

Figura 62 – Aterro da Planície de Maré no bairro Coroa do Meio.



Fonte: Organização da autora.

A fim de comprovar as informações obtidas a partir da interpretação das fotografias aéreas e imagens de satélite, realizou-se sondagens em quatro pontos, com profundidades distintas, visando à caracterização dos depósitos. O recolhimento das amostras ficou circunscrito ao bairro Coroa do Meio, incluindo as áreas antigas de aterro (T - 2 e T - 4) e as novas áreas de aterro (T - 1 e T - 3) (Figura 63).

A análise dos testemunhos apontou dois padrões distintos de composição textural. Nos testemunhos 2 e 4, com profundidades de 125 cm e 100 cm, respectivamente, associados à primeira fase do aterro, identificou-se a presença de areia fina e areia fina siltosa e pouco siltosa alternando entre as camadas. Neles não foram encontrados artefatos de origem humana.

Já no testemunho 1, cuja profundidade foi de 135 cm, observou-se aspectos texturais diferenciados. A primeira camada é formada basicamente por argila siltosa e pedregulhos, enquanto as restantes apresentam alternância entre camadas de areia fina e camadas de areia fina e pouco siltosa. Na última camada foram identificados detritos de origem humana, basicamente restos de construção associados a areia fina pouco siltosa. O testemunho 3, também inserido na área dos novos aterros, teve apenas 45 cm de profundidade. A primeira camada é composta basicamente de argila siltosa e a segunda de areia fina. Por inferência, acredita-se que o T-3 possui as mesmas características texturais do T-1, em razão da similaridade entre as primeiras camadas associada às características visualizadas na paisagem.

Derivados do processo de remobilização de sedimentos da planície de maré, os depósitos tecnogênicos circunscritos à primeira fase do aterro, mesmo não apresentando artefatos de origem antrópica em sua composição, são assim classificados em função da sua gênese ser resultante da influência humana direta que se deu através dos processos de deslocamento de sedimentos, sendo o material constituinte dos depósitos predominantemente natural.

Com base em tais características, quanto à gênese, dentro da classificação de Oliveira (1990) caracterizam-se como Depósitos Construídos. Já quanto à composição, classificam-se como Materiais Dragados, tendo em vista que o aterro foi realizado com materiais oriundos da maré do Apicum (braço morto do rio Sergipe) redepositados em cotas topográficas relativamente superiores ao do curso fluvial e do manguezal.

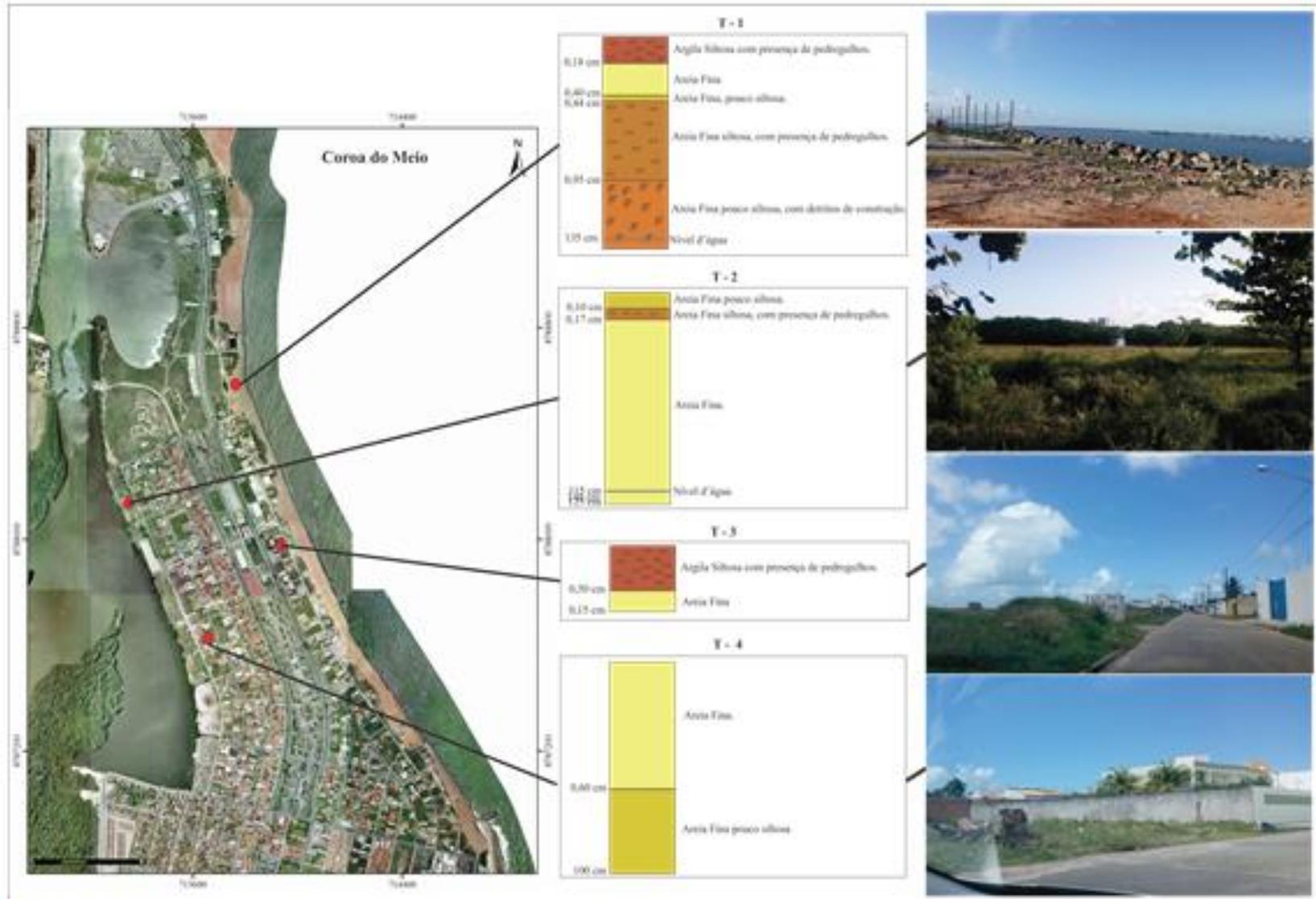
É em virtude das características dos depósitos análogos aos encontrados na área de estudo que se faz necessário o conhecimento da dinâmica evolutiva da paisagem, uma vez que a caracterização sedimentológica de uma dada área pode não ser suficiente para revelar a influência antrópica nos depósitos. Em casos como o observado para Coroa do Meio, a

similaridade com os depósitos de origem natural podem induzir a erros de interpretação, haja vista que a classificação de um depósito enquanto tecnogênico não se dá apenas em razão da sua composição, mas também por efeito da sua origem. Afinal, a evolução natural da planície de maré, tal como suas propriedades geoecológicas, foi completamente alterada, mesmo possuindo um substrato sem componentes de ordem antrópica.

Concernente aos testemunhos 1 e 3, a atuação antrópica deu-se de forma diferenciada. Não obstante também se caracterizar como Depósitos Construídos, em razão da atuação humana direta, nestes se constatou a presença de artefatos humanos nas camadas mais profundas do aterro, o que caracteriza esta porção como depósitos constituídos por Materiais Úrbicos.

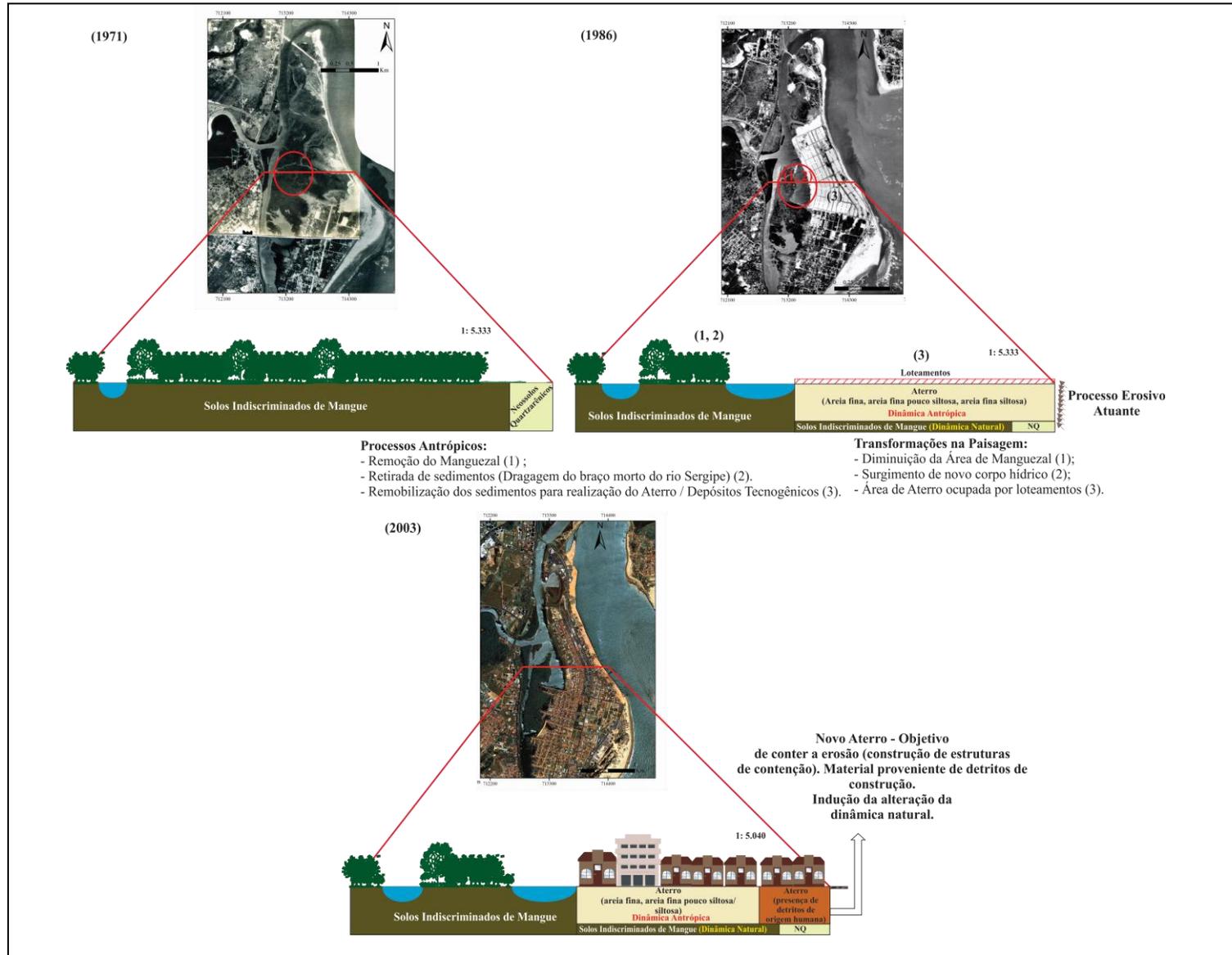
Assim, conclui-se que esta subunidade passou por dois processos de derivação. Um de cunho natural, fruto da transformação de bancos arenosos coalescidos em uma planície de maré; e o segundo de cunho antrópico, fruto das duas fases de aterro e conseqüente alterações nos depósitos de origem natural, associadas a elevado grau de modificação da paisagem (Figura 64). Logo, o fator antropogênico, a partir de processos tecnogênicos agradativos, agiu no sentido de transformar uma planície de maré em uma “planície tecnogênica”.

Figura 63 – Caracterização dos Depósitos Tecnogênicos do bairro Coroa do Meio.



Fonte: Organização da autora.

Figura 64 – Processos tecnogênicos no bairro Coroa do Meio.



Fonte: Organização da autora.

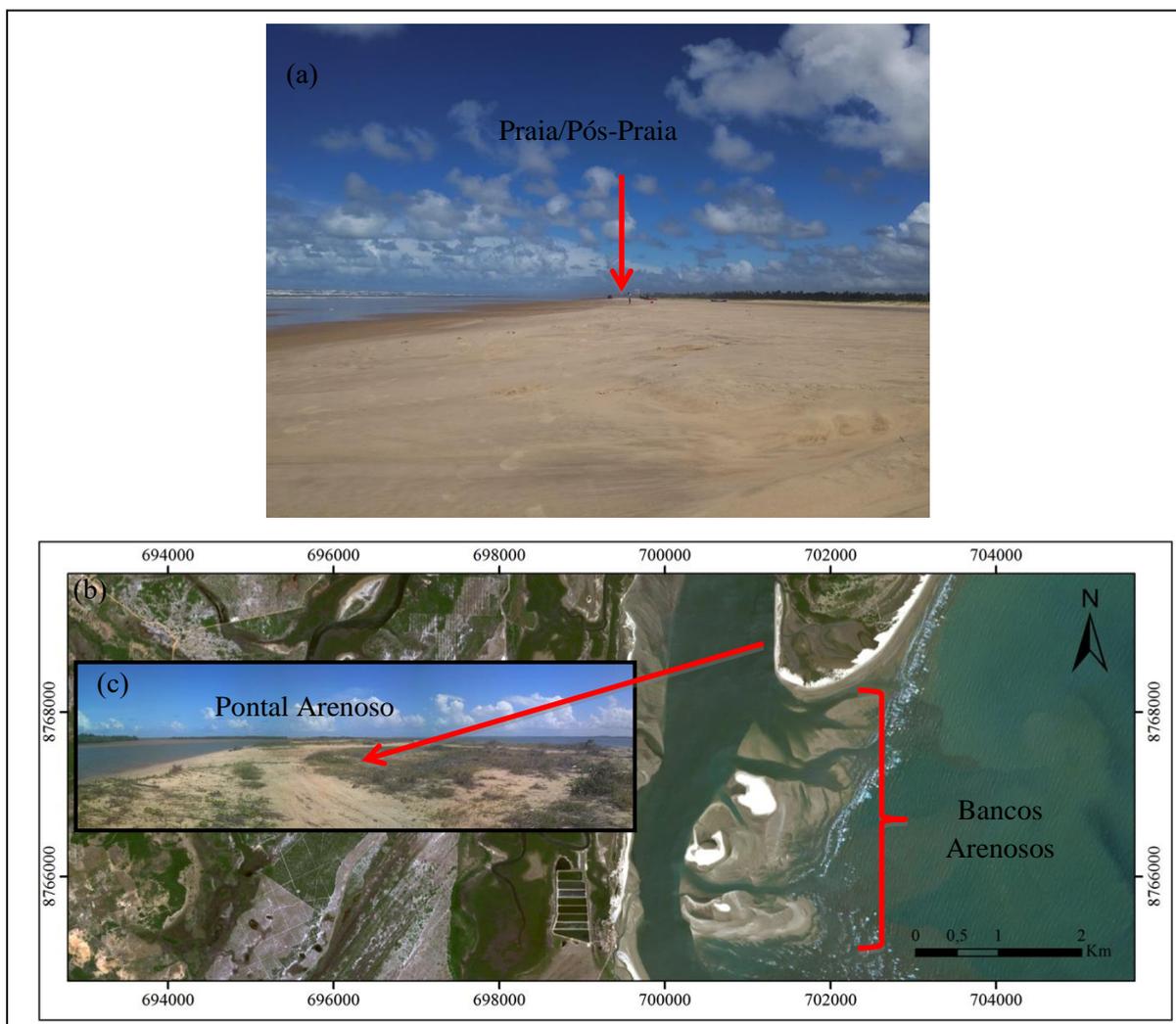
5.1.5. Unidade Geoecológica dos Ambientes de Sedimentação Recente (Holoceno Tardio)

A unidade dos ambientes de sedimentação recente (Holoceno tardio) corresponde à paisagem que está em contato direto com os agentes fluviais e marinhos, caracterizando-se como áreas de elevada dinamicidade, sujeitas a transformações constantes e em curtos períodos de tempo se comparado às outras unidades apresentadas.

No que concerne à extensão, é a menor unidade, perfazendo cerca de 5,8% do total da paisagem estudada. O solos caracterizam-se como Neossolos Quartzarênicos, recobertos por vegetação majoritariamente do tipo herbácea. Tendo em vista as características morfológicas, a presente unidade foi fracionada em três subunidades: a praia/pós-praia, o pontal arenoso e os bancos arenosos (Figura 65).

Quanto à função geoecológica, a unidade dos Ambientes de Sedimentação Recente classifica-se, tal como todas as outras unidades, como uma área de acumulação. Já na perspectiva da classificação proposta por Dias; Oliveira (2012), dito ambiente é uma Zona Transmissora e Receptora/Acumuladora, pois se caracteriza como área de contato entre o continente e o oceano. Difere-se das outras unidades por possuir baixos declives, ao tempo em que constituem ambientes de elevados fluxos de energia, sujeitos a processos constantes de erosão e sedimentação que resultam em alto grau de retrabalhamento das feições.

Figura 65 – Unidade dos Ambientes de Sedimentação Recente (Holoceno Tardio).



Fonte: Em (a, c): Levantamento fotográfico da autora. Em (b): Rapideye 2014.

As praias situadas na área de estudo possuem características similares, podendo ser associadas a praias do tipo dissipativa em razão das características morfológicas identificadas: largas extensões, baixas declividades, elevada exposição, sedimentos de textura finas e zona de arrebenção larga. Ressalvam-se apenas as praias da Atalaia e dos Artistas, cuja morfologia apresenta bermas, não visualizadas no restante das praias estudadas.

No que pertence ao pontal arenoso, destaca-se seu processo evolutivo dentro o período de 1965 e 2014, descrito anteriormente por Oliveira (2012). Esta feição teve sua gênese relacionada à retenção de sedimentos trazidos pelas correntes costeiras de sentido preferencial NE para SW, a qual deu origem a uma linha de acresção (Figura 66-a) que proporcionou o acúmulo de sedimentos na margem esquerda da desembocadura do rio Vaza-Barris. Já o seu crescimento esteve associado à dinâmica do delta de maré-vazante presente na área.

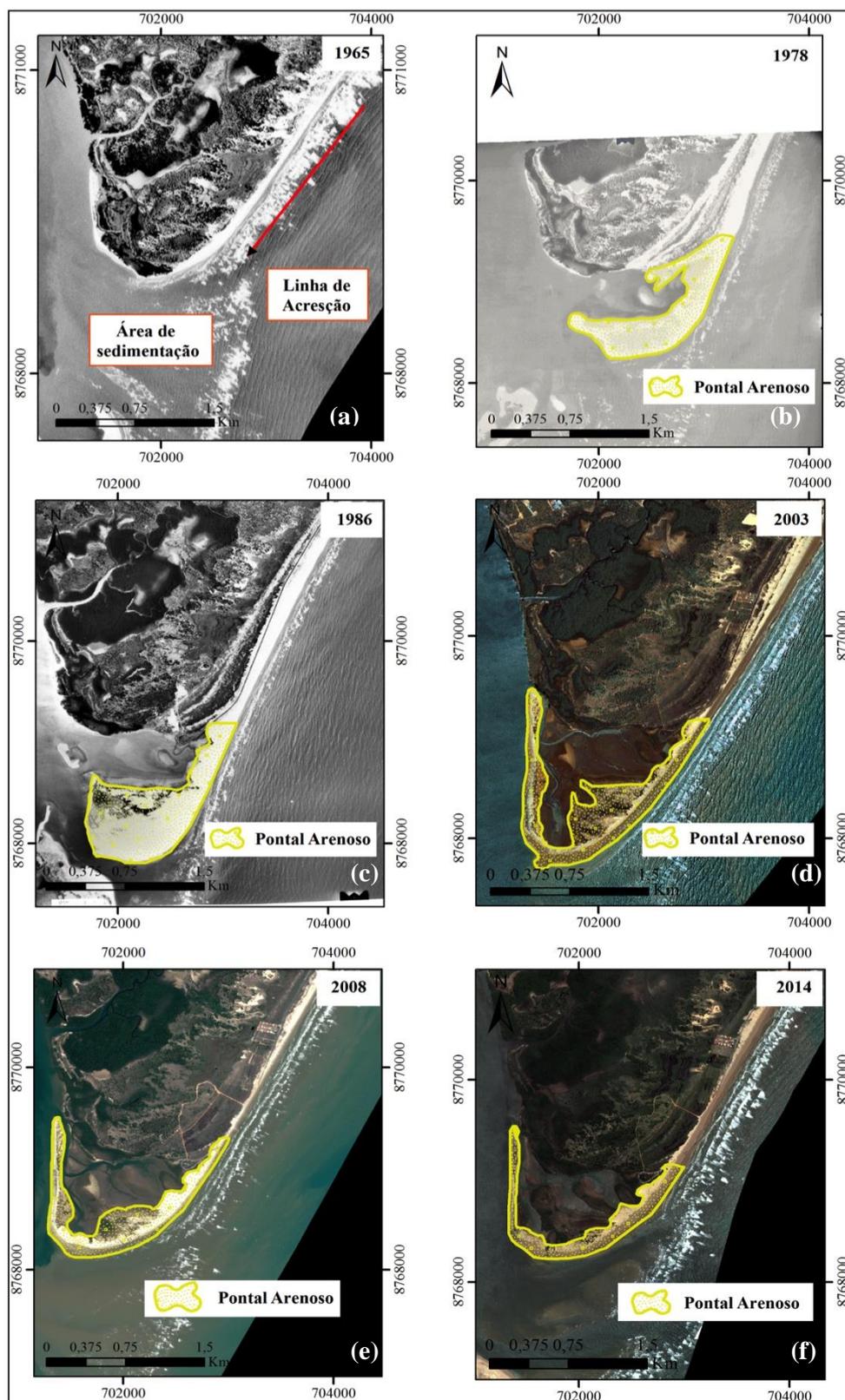
As principais fases do desenvolvimento do pontal arenoso compreenderam: processo inicial de retenção dos sedimentos (Figura 66-b); e formação e inflexão do pontal com o isolamento da antepraia (Figura 66-c e 66-d).

A formação desta feição deu-se entre os anos de 1971 e 1978. Neste ano, o pontal possuía cerca de 2,3 km de extensão e já se encontrava levemente recurvado. Houve continuidade do processo de acresção e, em 1986, o pontal apresentava cerca de 2,9 km de extensão. Neste momento houve o início do isolamento da antepraia e do processo de inflexão do pontal para o interior do canal.

No período de 1986 a 2003 o pontal continuou crescendo para SW, enquanto a linha de costa recuou. Possivelmente os sedimentos erodidos, em razão do processo erosivo, migraram para a SW e alongaram o pontal. No ano de 2003 o pontal apresentava uma extensão de cerca de 4,3 km e já se apresentava completamente recurvado. Após fases sequenciais de acresção sedimentar, a parte S do pontal foi erodida entre o período de 2003 e 2008 (66-e), diminuindo sua extensão para 3,6 km, mantendo essa extensão aproximada até o presente ano.

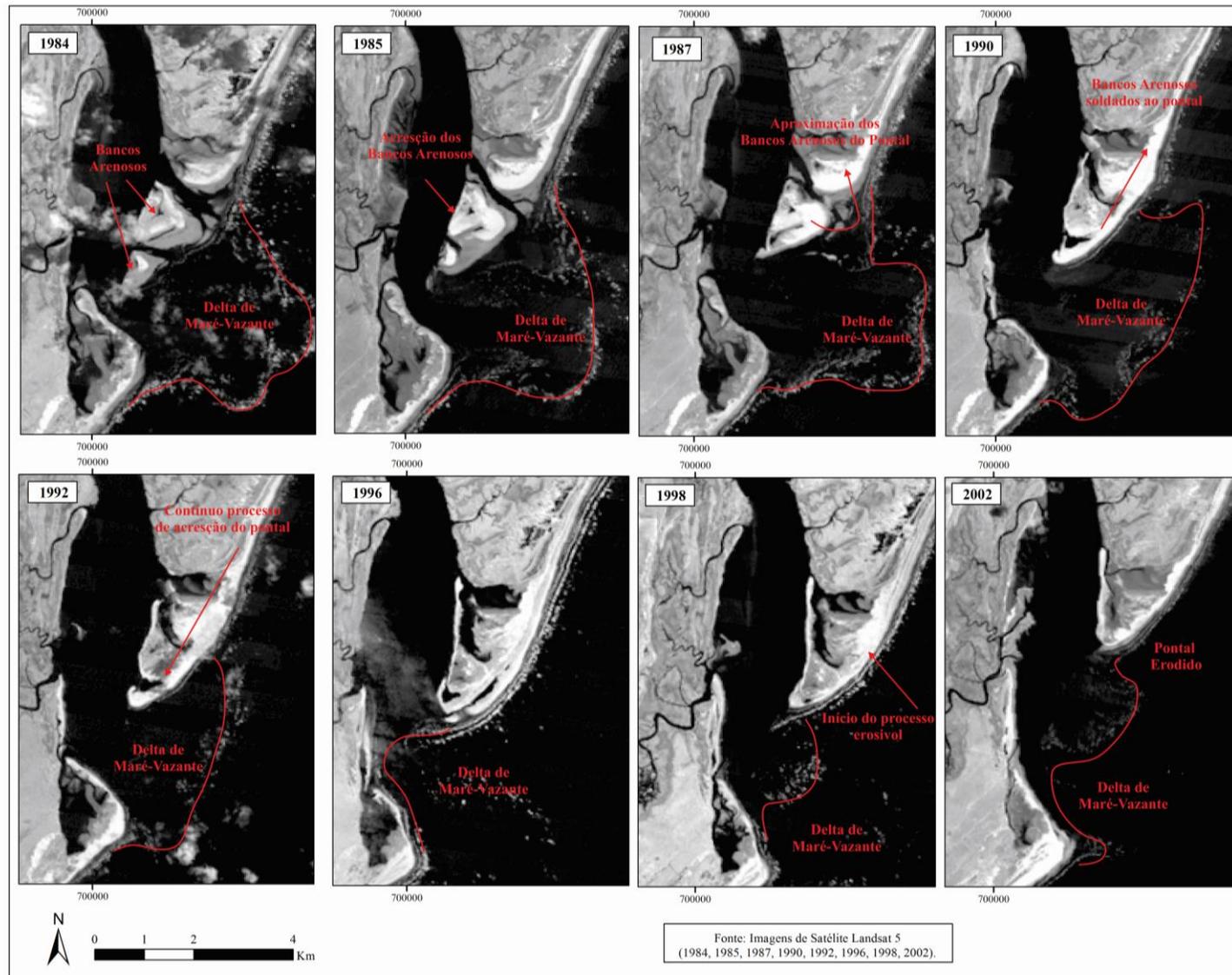
A figura 66 destaca o mapeamento do pontal para os anos de 1965, 1978, 1986, 2003, 2008 e 2014. No entanto, grandes modificações ocorreram nesta feição no período de 1986 e 2003, mas não foram representadas em razão da inexistência de fotografias aéreas e imagens de satélite de alta resolução. Objetivando apenas elucidar como tal processo ocorreu, utilizou-se imagens de satélite Landsat-5, que não obstante a baixa resolução quando comparada às imagens utilizadas no trabalho, ilustra o processo ocorrido. Ao interpretá-las (Figura 67) identificou-se que entre 1986 e 2003, quando o delta de maré-vazante atingiu a sua maior extensão dentro do período analisado, os bancos arenosos migraram e anexaram-se ao pontal já consolidado, aumentando a sua extensão de 2,9 km (1986) para 4,3 km (2003). Já quando houve a diminuição da extensão do delta, o pontal passou a sofrer com os processos erosivos (a partir de 2003).

Figura 66 – Evolução do Pontal Arenoso na margem esquerda da desembocadura do rio Vaza-Barris.



Fonte: Elaboração da autora.

Figura 67 – Variações no delta de maré-vazante e crescimento do pontal arenoso entre 1984 e 2002.



Fonte: Organização da autora.

Os bancos arenosos são definidos como acumulações de areia, defronte às desembocaduras, tendo sua gênese vinculada à interação das correntes de maré e das correntes geradas pelas ondas, ou seja, da corrente longitudinal (FITZGERALD, 1984). Estas feições constituem uma importante reserva de sedimentos para as linhas de costa contíguas das desembocaduras (ELIAS, 2001), além de se caracterizar como uma das feições de maior variabilidade morfológica.

A análise evolutiva dos bancos arenosos mostrou que eles tiveram dimensões, posicionamentos e formas diferenciadas ao longo de tempo (Figura 68). Entre o período de 1965 a 1986, os bancos migraram para as proximidades da margem esquerda do rio, o que resultou na progradação da linha de costa à barlamar com formação de um pontal arenoso, assim como erosão a sotamar, com recuo de linha de costa de até 300 m. Ressalta-se que os bancos em 1965 e 1975 mediam aproximadamente 500m². Já em 1986 o banco foi acrescido passando a possuir cerca de 1000 m². Em período ulterior, como já descrito, os bancos uniram-se ao pontal arenoso.

Entre os anos de 2003 e 2008 novos bancos surgiram, embora fragmentados e em proporções menores em relação aos anos anteriores, com extensões de cerca de 415 m² e 150 m², respectivamente. No que se refere à localização, nesse intervalo de tempo os bancos migraram e mantiveram-se afastados de ambas as margens, realocando-se no centro da desembocadura. Assim, a linha de costa a barlamar, antes progradada, apresentou processos erosivos severos, com recuos de até 400 m. Também ocorreu erosão a sotamar, mantendo a tendência geral à erosão na margem direita.

Entre os anos de 2008 e 2012 os bancos arenosos voltaram a ser acrescidos, totalizando uma área de 400 m² em 2012. Durante este período, o processo erosivo nas duas margens cessou.

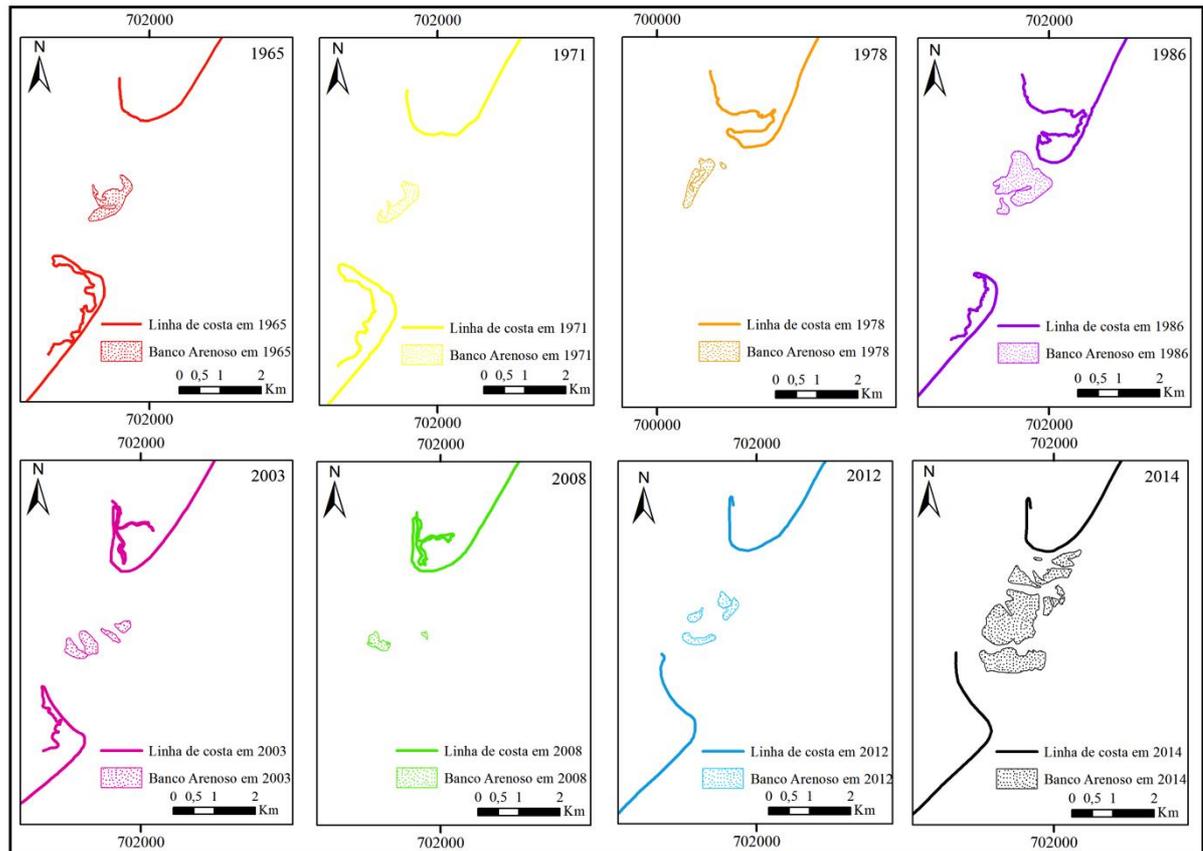
Já em 2014, os bancos arenosos tornaram a possuir grandes proporções, tais como visto na década de 80. Estes ainda mantinham-se fragmentados, apesar de totalizarem uma área de cerca de 2.280 m². Diante do grande acúmulo de sedimentos nos bancos e de sua localização no centro da desembocadura, as linhas de costas adjacentes continuaram estáveis durante este período.

O processo ocorrido na linha de costa da área investigada corrobora o modelo conceitual da relação entre os deltas de maré-vazante e as variações das linhas de costa adjacentes, concebido por Elias (2001) e FitzGerald (1982). Estes autores concluíram que a distribuição da energia das ondas em ambientes estuarinos pode ser alterada em função da presença de bancos que compõem os deltas de maré-vazante. Eles também defendem que

quando os bancos estão próximos da costa há a dissipação da energia das ondas, que chegam à praia com menor intensidade. Por outro lado, o afastamento dos bancos da costa possibilita uma ação mais efetiva das ondas sobre a praia. Ambos os processos quando combinados podem resultar em ciclos de sedimentação e de erosão, respectivamente.

Assim, para a área de estudo, os bancos arenosos, que compõem o delta de maré-vazante, quando próximos à costa atuaram como uma barreira natural às ondas, além de terem constituído uma reserva de sedimentos que alimentou a linha de costa adjacente à margem esquerda do rio Vaza-Barris, resultando na progradação da costa. Ao se afastarem da margem direita do rio, estes bancos deixaram de fornecer sedimentos à costa, além de não protegê-la da ação das ondas, o que resultou em eventos consecutivos de erosão. Recentemente os bancos mantiveram-se ao centro da desembocadura, apresentando proporções diferenciadas ao longo dos anos, como demonstrado. Dessa forma, o comportamento esperado para as linhas de costa adjacentes é a estabilidade.

Figura 68 - Posicionamento dos bancos arenosos na desembocadura do rio Vaza-Barris entre 1965 e 2014.



Fonte: Elaboração da autora.

Diferentemente das outras unidades estudadas, a unidade de Ambientes de Sedimentação Recente é a que possui os menores índices de derivação antropogênica, haja vista não apresentar nenhum tipo de ocupação fixa, embora algumas áreas sofram com a intervenção humana de forma indireta.

No caso das bancos arenosos, a ocupação e intervenção humana são inexistentes. Já para o caso do pontal arenoso, não há registro de ocupação fixa, embora a área (recentemente denominada de “praia do Viral”) seja utilizada para fins turísticos.

No relativo às praias, destaca-se a presença de bares e restaurantes, localizados externamente ao pós-praia (dunas frontais), que acabam por interferir no ambiente praial. Ressalva-se apenas a praia dos Artistas e a Atalaia, cujas dinâmicas foram alteradas em razão da construção de estruturas de contenção na desembocadura do rio Sergipe, gerando derivações desta paisagem não mais somente ligadas à ação natural.

5.2. Processos geocológicos derivativos e o estado ambiental da paisagem

Na avaliação do estado ambiental da paisagem está imbricada a análise desta sob o viés funcional e, principalmente, antropogênico. Este pressupõe a identificação dos problemas resultantes da modificação das estruturas naturais da paisagem – os impactos geocológicos, associados ao entendimento da neodinâmica introduzida pela inserção antrópica (RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2004).

Nesse sentido, destacam-se os processos geocológicos degradantes, os quais resultam na perda de atributos e propriedades sistêmicas que garantem o cumprimento das funções geocológicas e os mecanismos de auto-regulação. Tal circunstância pode ser associada às derivações antropogênicas da paisagem (MONTEIRO, 2001) tendo em vista que quanto mais alterada for uma paisagem, maior será a perda das suas funções geocológicas naturais e mais degradado será o geossistema.

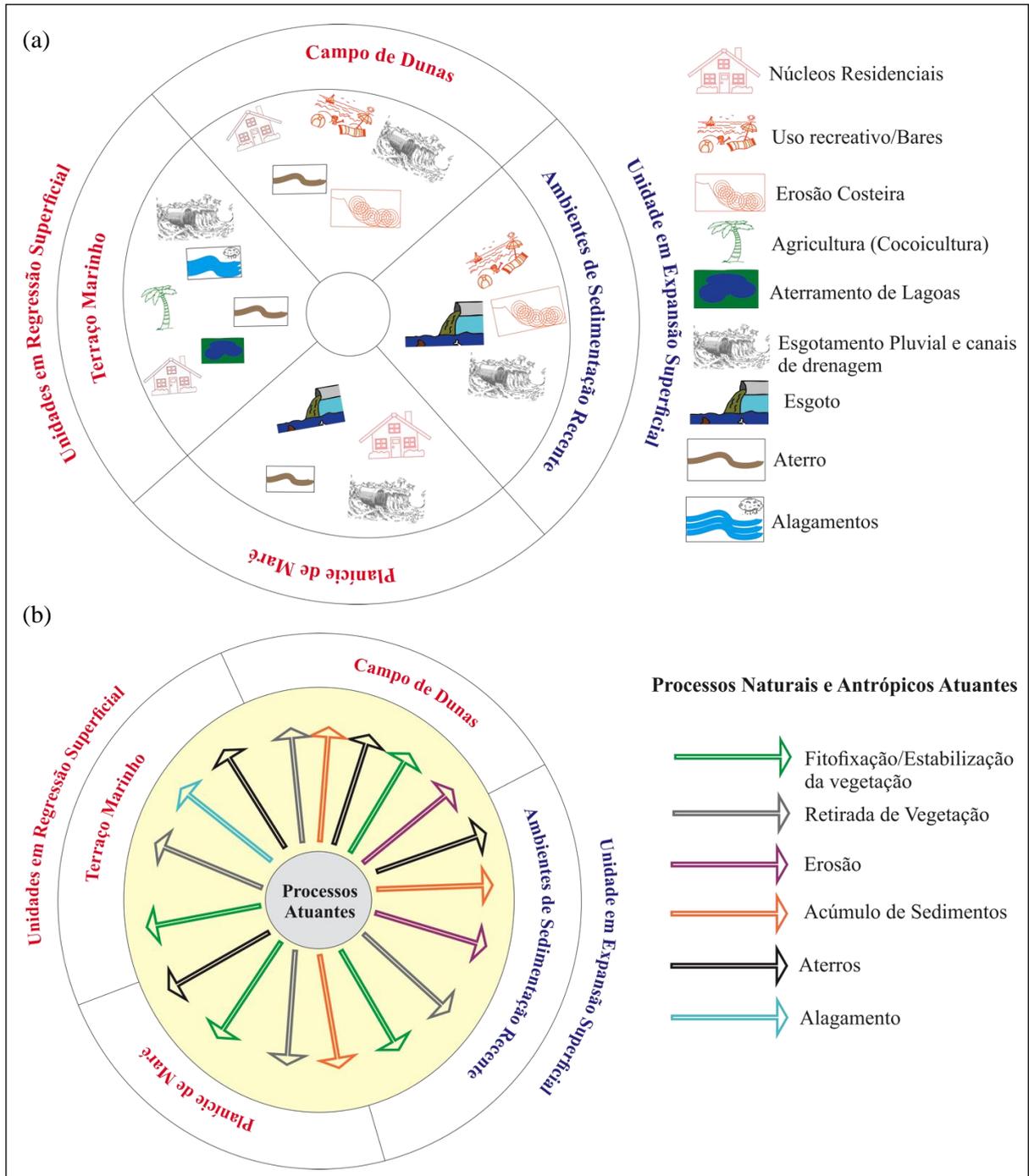
Com alicerce em tais premissas e fundamentado nas análises já realizadas para cada unidade geocológica, elaborou-se um quadro síntese a partir da análise qualitativa da paisagem. Nele foi identificado o estado ambiental das unidades. Levou-se em consideração os seguintes aspectos: a dinâmica natural, o uso e ocupação, os processos antrópicos degradantes e o grau de derivação antropogênica (Quadro 11). Os impactos e processos naturais/antrópicos, associados às unidades geocológicas, também são ilustrados na figura 69-a e 69-b, respectivamente.

Quadro 11 – Estado ambiental das unidades geológicas da paisagem costeira de Aracaju/SE.

| Unidades Geológicas | Subunidades | | Dinâmica Natural | Uso e Ocupação | Processos Antrópicos Degradantes | Grau de Derivação Antropogênica | Estado Ambiental |
|----------------------------------|---------------------------------|---|--|---|--|---------------------------------|--|
| Terraço Marinho | Associado a cordões litorâneos | | Estabilização da vegetação | Residencial, casas de veraneio, turismo pontual e culturas temporárias. | Avanço da ocupação e loteamentos, impermeabilização do solo, poluição, retirada da cobertura vegetal, alteração da drenagem, emissão de efluentes a céu aberto, contaminação do lençol freático, perfuração de poços artesianos. | Mediano | Instável |
| | Baixios úmidos e lagoas | | Inundação periódica, formação de lagoas, drenagem natural | | Avanço da ocupação e loteamentos, aterros, impermeabilização do solo, alteração da drenagem, incremento de inundações. | Mediano | Crítico |
| Campo de Dunas | Dunas | | Avanço de dunas, sedimentação, estabilização da vegetação. | Residencial, casas de veraneio. | Avanço da ocupação e loteamentos, aterros, retirada de vegetação, extração de areia. | Mediano | Instável |
| | Dunas Frontais/Lençóis de Areia | | Avanço de dunas, deflação eólica, sedimentação. | Recreação, lazer, bares, restaurantes, rodovia. | Poluição, compactação do solo, interrupção da troca bidirecional de sedimentos. | Mediano | Instável |
| | Depressões interdunares | | Deflação eólica, inundação periódica, formação de lagoas. | Residencial, casa de veraneio. | Compactação do solo, aterros. | Mediano | Instável |
| Planície de Maré | Intermaré (manguezal) | a) manguezal associado à área antropizada | Inundação, Sedimentação, acúmulo de matéria orgânica | Residencial | Poluição, aterro, compactação do solo, retirada da cobertura vegetal, modificação do substrato. | Elevado | Crítico |
| | | b) manguezal associado à área pouco antropizada | Inundação, Sedimentação, acúmulo de matéria orgânica | Residencial e Pesca | Retirada da vegetação e aterros pontuais | Baixo | Estável |
| | Supramaré (apicum) | | Arenização, salinização | Pesca | Compactação do solo em pequenos setores | Baixo | Estável |
| | Inframaré | | Remobilização de sedimentos | Intervenções indiretas (inserção de estruturas) | Alteração do processo de sedimentação | Baixo | Estável |
| Ambientes de Sedimentação | Praia/Pós-Praia | | Processos de sedimentação (acresção e erosão). | Recreação e lazer, turismo. | Canais de esgotamento, poluição das águas, interrupção da dinâmica natural através de estruturas de contenção, erosão costeira. | Baixo | Medianamente estável, com pontos críticos |
| | Pontal Arenoso | | | Recreação e lazer, turismo pontual | Poluição pouco significativa | Baixo | Estável |
| | Bancos Arenosos | | | Ausência de intervenção antrópica | Ausência de degradação antrópica | Ausente | Estável |
| Depósitos tecnogênicos | - | | Inundações periódicas | Residencial | Aterro, modificação do substrato. | Elevado | Crítico |

Fonte: Organização da autora.

Figura 69 – Conflitos ambientais e processos atuantes por Unidade Geocológica.



Fonte: Organização da autora.

Com base nos elementos apontados, identificou-se que a maior parte das unidades geológicas encontram-se inseridas no estado ambiental “instável”. Nessas unidades os processos de degradação, associados aos graus de derivação antrópica mediano e elevado, resultaram no comprometimento parcial ou total das funções geológicas da paisagem.

As unidades em estado ambiental crítico restringiram-se aos baixios úmidos/lagoas e às áreas de mangue associadas à elevada ocupação. Faz-se ressalva quantos aos baixios

úmidos/lagoas, uma vez que, apesar do nível de derivação ser mediano nesse ambiente, suas características naturais o tornam um dos ambientes mais vulneráveis. A contínua impermeabilização do solo em um ambiente que, além de ser naturalmente sujeito a inundações, possui a função de drenar os excessos pluviométricos, pode comprometer sobremaneira o estado da paisagem.

A subunidade da praia/pós-praia se encontra medianamente estável tendo em vista que, embora não haja ocupação efetiva sobre tal ambiente, as intervenções humanas indiretas têm alterado a sua dinâmica natural em alguns setores, resultando em episódios erosivos associados à destruição de estruturas fixas.

Em estado ambiental estável encontram-se as áreas em que o nível de derivação antrópica da paisagem é baixo ou inexistente, a exemplo das subunidades do pontal arenoso, bancos arenosos, inframaré, apicum e manguezal (associados a áreas pouco antropizadas).

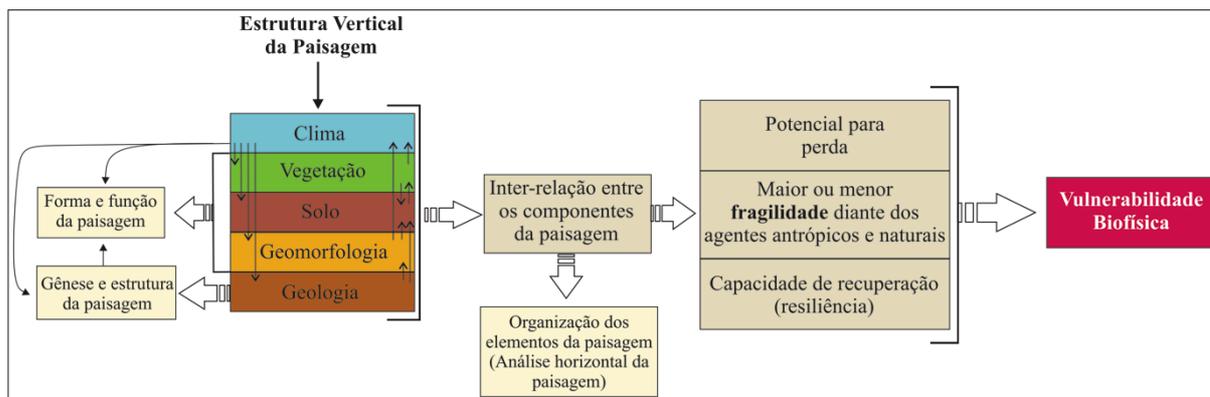
5.3. Vulnerabilidade biofísica das unidades geocológicas

Em se tratando da vulnerabilidade biofísica, a variável considerada é a estruturação natural da paisagem, que revela a maior ou menor fragilidade frente a um impacto potencial negativo. Essa fragilidade está associada a uma gama de fatores que perfazem as características genéticas das unidades de paisagem. A intersecção destes atributos permite mensurar a capacidade de suporte do ambiente diante dos fenômenos naturais e, principalmente, perante a intervenção antrópica.

De tal modo, a avaliação da vulnerabilidade biofísica à luz da geocologia dá-se pelo entendimento da composição e interação entre os elementos da paisagem, com ênfase para análise da sua estrutura vertical (Figura 70).

É sob a ótica da verticalidade que é possível vislumbrar as características genéticas, com destaque para o tempo de formação (gênese), desenvolvimento e a estruturação da paisagem. A inter-relação entre os elementos verticais (clima, vegetação, solo, geomorfologia, geologia) resulta na diferenciação espacial da paisagem, cujas formas e funções perfazem a sua horizontalidade. Foi com base nesse entendimento que se deu a avaliação da vulnerabilidade, uma vez que o potencial para perda, a fragilidade e a capacidade de recuperação da paisagem dependem basicamente da sua estruturação.

Figura 70 – Vulnerabilidade biofísica a partir da perspectiva Geoecológica.

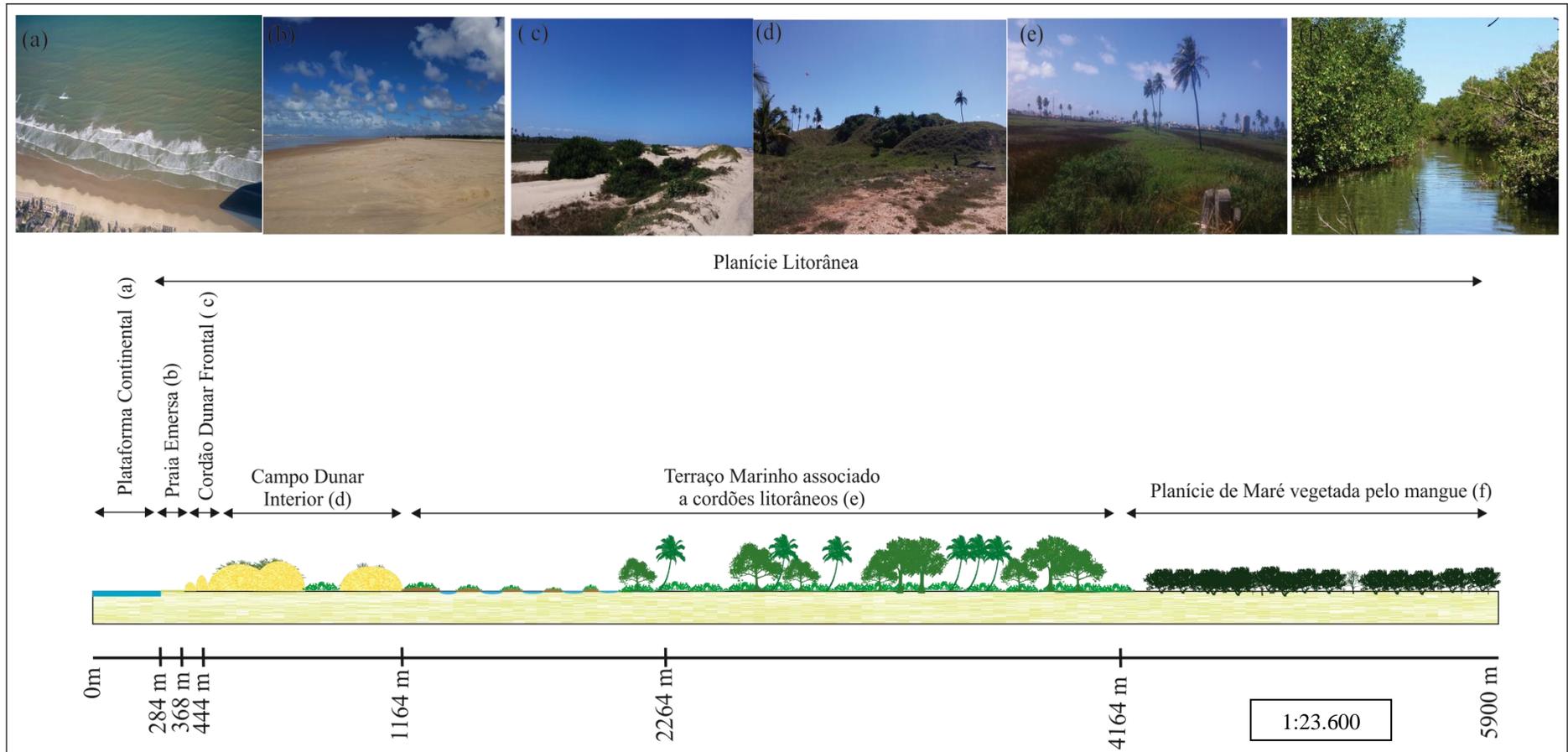


Fonte: Elaboração da autora.

As particularidades que constituem a zona costeira demandam a compreensão do complexo da vulnerabilidade em vertentes diferenciadas do uso e mensuração habituais. O fato de este ambiente ser apontado corriqueiramente como de elevada vulnerabilidade não elimina a necessidade de sua mensuração. Mesmo se constituindo como uma paisagem de elevada fragilidade ambiental, a zona costeira é composta por diferentes unidades com estruturas e funções distintas. A figura 71 destaca o perfil biofísico da planície costeira de Aracaju, o qual remete à elevada diversidade de feições geomorfológicas.

Diante dessa heterogeneidade tipológica, têm-se variações no valor da vulnerabilidade biofísica, afinal, um campo de dunas e uma planície de maré, apesar de constituírem-se como ambientes de elevada vulnerabilidade natural, reagem e possuem capacidade de resiliência diferenciadas frente a um mesmo fenômeno. Eventos pluviométricos intensos, por exemplo, têm efeitos distintos sobre áreas de terraços marinhos e áreas de escarpas dos tabuleiros costeiros, mesmo diante do fato de ambas as unidades serem enquadradas como ambientalmente frágeis. Em escala de detalhes, dentro de uma única unidade costeira há também diversos índices de vulnerabilidade biofísica. O próprio Terraço Marinho, composto por sequências de cordões litorâneos, entremeados por baixios úmidos e lagoas pode apresentar diferentes respostas a um mesmo evento, a exemplo da ação humana.

Figura 71 – Perfil biofísico da paisagem costeira de Aracaju.



Fonte: Organização da autora.

Para a planície costeira de Aracaju foi mensurada a vulnerabilidade biofísica tendo por finalidade analisar quais unidades tem maior potencial para perda/comprometimento de suas funções diante das derivações antropogênicas. O referido indicador foi calculado tendo por base a composição e a estruturação das unidades geocológicas, destacando-se cinco indicadores: vegetação, parâmetros climáticos, pedologia, geologia e geomorfologia.

Para os fatores vegetação e clima, tomou-se como parâmetros os pesos atribuídos por Crepani *et al* (2001), os quais foram adaptados ao objetivo proposto.

No que toca à vegetação, utilizou-se como parâmetro a fitofisionomia e a densidade desta (Tabela 12), uma que vez que a cobertura vegetal, além de se constituir como um fator de proteção para o solo, tem a função de fixação e estabilização de determinadas feições, como as dunas.

Os valores medianos de vulnerabilidade foram atribuídos para os terrenos recobertos predominantemente por vegetação de porte arbóreo, entremeados por vegetação herbácea-arbustiva. Já para as áreas com coberturas majoritariamente herbácea foram conferidos valores elevados de vulnerabilidade. Aos terrenos recobertos por vegetação de porte arbustivo e herbáceo-arbustivo, atribuíram-se valores no intervalo entre o grau mediano e elevado.

Tabela 12 – Valores de vulnerabilidade para o fator vegetação.

| Unidades Geocológicas | Subunidades | Fitofisionomia e densidade da vegetação | Valor de Vulnerabilidade |
|--|---|---|---------------------------------|
| Terraço Marinho | Baixios Úmidos/Lagoas | Vegetação herbácea, de porte baixo, médio e alto, periodicamente alagada | 10 |
| | Terraço associados aos cordões litorâneos | Vegetação de restinga de porte arbóreo predominantemente (destaque para presença de coqueiros) entremeados por vegetação de restinga herbáceo-arbustiva | 5 |
| Campo de Dunas | Dunas frontais | Vegetação herbácea | 10 |
| | Dunas fixas | Vegetação de porte herbáceo-arbustivo | 8 |
| | Interdunas | Vegetação de porte herbáceo-arbustivo | 8 |
| Bancos Arenosos Coalescidos | - | Vegetação de porte arbóreo, entremeados por vegetação de porte herbáceo-arbustivo | 5 |
| Planície de Maré | Inframaré | Desprovido de vegetação | 10 |
| | Supramaré (apicum) | Desprovido de vegetação, predominantemente, com pequenos setores de vegetação herbácea | 10 |
| | Intermaré (manguezal) | Vegetação de influência fluviomarinha de porte arbóreo, entremeados por vegetação de porte arbustivo. | 5 |
| | | | |
| Ambientes de Sedimentação Recente | Praia/Pós-praia | Vegetação herbácea (das praias) | 10 |
| | Bancos Arenosos | Desprovido de vegetação | |
| | Pontal Arenoso | Vegetação herbácea (das praias) | |
| Depósitos Tecnogênicos | - | Vegetação de porte arbóreo, entremeados por vegetação de porte arbustivo | 5 |

Fonte: Elaboração da autora.

Quanto aos parâmetros climáticos, empregou-se a intensidade pluviométrica. Sua mensuração se deu em razão da pluviosidade média anual e da duração do período chuvoso. Para o caso de Aracaju, como a média anual é de 1.400 mm e a duração do período é de 4 meses, o valor resultante é 350 mm ($1.400 \text{ mm} / 4$), o que corresponde a índices intermediários de vulnerabilidade (7) comuns a todas as unidades.

No tocante à pedologia, levou-se em consideração o grau de desenvolvimento do solo. Como para área de estudo há basicamente três tipos de solos – Espodossolos, Neossolos Quartzarênicos e Solos Indiscriminados de Mangue –, possuindo estas características de solos com tempo médio a curto de formação, os valores da vulnerabilidade variaram entre médio para o caso dos Espodossolos (5) e elevado para os Neossolos e Solos de Mangue (10).

No aspecto geologia foi verificado o tempo de formação da paisagem (Tabela 13). Como a planície costeira aracajuana desenvolveu-se ao longo do Quaternário Holoceno, o valor atribuído a este fator sempre será levado, tendo em vista se caracterizar enquanto paisagem de formação mais recente na escala geológica. Pequena diferenciação faz-se quanto ao terraço marinho, que dentre as unidades é a que possui, relativamente, maior tempo de formação.

Tabela 13 – Valores de vulnerabilidade para o fator geologia.

| Unidades Geocológicas | Litologia | Valor de Vulnerabilidade |
|--|---|---------------------------------|
| Terraço Marinho | Depósitos de areias litorâneas regressivas bem selecionadas (associados aos cordões litorâneos); Depósitos argilo-orgânicos (baixios úmidos). | 9 |
| Campo de Dunas | Depósitos arenosos de granulometria fina, bem selecionados, com grãos arredondados. | 10 |
| Bancos Arenosos Coalescidos | Depósito de areias litorâneas atuais. | 10 |
| Planície de Maré | Depósitos argilo-siltosos, ricos em material orgânico. | 10 |
| Ambientes de Sedimentação Recente | Depósito de areias litorâneas atuais. | 10 |
| Depósitos Tecnogênicos | Depósitos tecnogênicos (matérias úrbicos e dragados). | 10 |

Fonte: Elaboração da autora.

No parâmetro geomorfologia, além da análise das formas do relevo, consideraram-se os processos atuantes sobre as unidades (Tabela 14). O propósito foi incluir a dinâmica da paisagem na matriz de análise da vulnerabilidade como fator determinante para o aumento ou diminuição desta. Ao considerar apenas a declividade e/ou amplitude altimétrica em paisagens como a planície costeira, perde-se informações cruciais, afinal, mesmo se caracterizando pelo predomínio de áreas planas, os processos aos quais está exposta a torna extremamente dinâmica. Assim, não há como compará-la às planícies interioranas, em geral caracterizadas pela estabilidade, nem tampouco utilizar os mesmos valores que usualmente são atribuídos a este tipo de paisagem.

A média obtida entre os valores atribuídos para os cinco indicadores apontou que o grau de vulnerabilidade total por unidade/subunidade variou entre 6,8 e 9,4, caracterizando grau de vulnerabilidade variando entre alto e muito alto (Tabela 15). A espacialização dos valores da vulnerabilidade após interpolação está exposto na figura 72.

Tabela 14 – Valores de vulnerabilidade para o fator geomorfologia.

| Unidades Geocoológicas | Sub-unidades | Forma | Processos | Valor de Vulnerabilidade |
|--|---|---|---|---------------------------------|
| Terraço Marinho | Baixios Úmidos/ Lagoas | Zona de pequenos declives | Inundação por águas subterrâneas | 10 |
| | Terraço associados aos cordões litorâneos | Modelado de acumulação marinha levemente ondulado, referentes às antigas cristas de praias | Processos erosivos pontuais | 8 |
| Campo de Dunas | Dunas frontais | Feição de acumulação eólica, caracterizado por pequenas/médias ondulações contígua à praia | Remobilização e troca bidirecional de sedimentos | 10 |
| | Dunas fixas | Modelado de acumulação eólico caracterizado pela morfologia fortemente ondulada. | Estabilização das dunas, deflação eólica | 10 |
| | Depressões interdunares | Zonas de pequenos declives que entremeiam as dunas | Deflação eólica | 8 |
| Bancos Arenosos Coalescidos | - | Zona plana com altitude menor que o terraço marinho. | Processos erosivos pontuais | 8 |
| Planície de Maré | Inframaré | Feição arenosa subaquosa | Variação das Marés | 10 |
| | Supramaré (apicum) | Feição arenosa localizado às margens ou no interior dos manguezais. | Arenização | 8 |
| | Intermaré (manguezal) | Áreas planas, vegetadas pelo mangue, por onde escoam canais de maré | Variação das Marés | 10 |
| Ambientes de Sedimentação Recente | Praia/Pós-praia | Áreas planas | Processos de sedimentação (acresção e erosão), ação das correntes costeiras e ondas). | 10 |
| | Bancos Arenosos | Grande acúmulo de sedimentos fluviomarinhas, caracterizados pela mudança constante em sua morfologia. | | |
| | Pontal Arenoso | Feição arenosa em forma de gancho, | | |
| Depósitos Tecnogênicos | - | Área aplainada pela ação antrópica (aterro) | Processos erosivos pontuais | 7 |

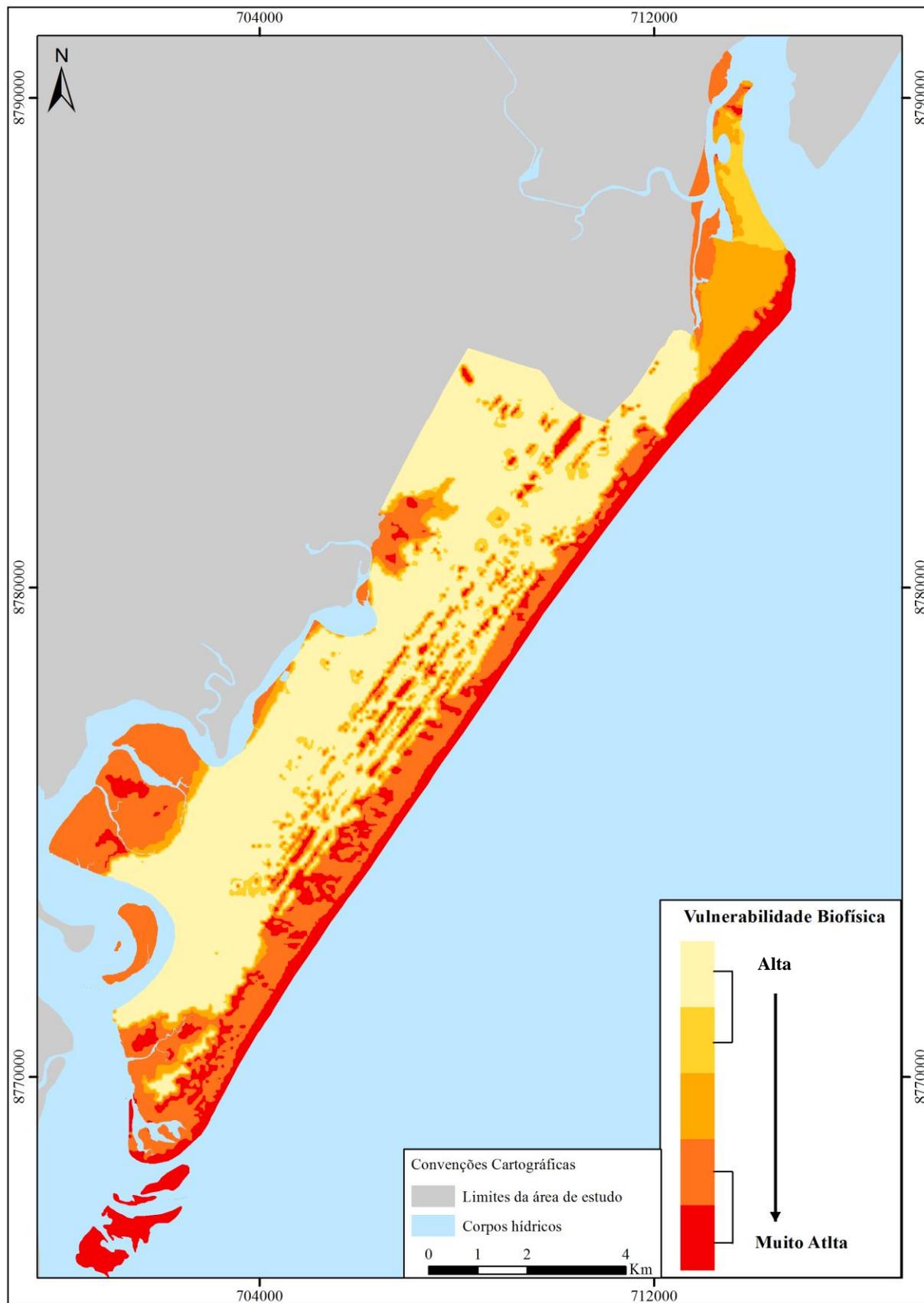
Fonte: Elaboração da autora.

Tabela 15 – Valores da vulnerabilidade biofísica das unidades Geocológicas.

| Unidades | Subunidades | Fator Geocológico | | | | | Peso total |
|--|---|-------------------|-------|-----------|----------|---------------|------------|
| | | Vegetação | Clima | Pedologia | Geologia | Geomorfologia | |
| Terraço Marinho | Baixios Úmidos/Lagoas | 10 | 7 | 10 | 9 | 10 | 9,2 |
| | Terraço associados aos cordões litorâneos | 5 | | 5 | | 8 | 6,8 |
| Campo de Dunas | Dunas Frontais | 10 | 7 | 10 | 10 | 10 | 9,4 |
| | Dunas Fixas | 8 | | | | 10 | 9 |
| | Depressões Interdunares | 8 | | | | 8 | 8,6 |
| Bancos Arenosos Coalescidos | - | 5 | 7 | 10 | 10 | 8 | 8 |
| Planície de Maré | Inframaré | 10 | 7 | 10 | 10 | 10 | 9,4 |
| | Supramaré (apicum) | 10 | | | | 8 | 9 |
| | Intermaré (manguezal) | 5 | | | | 10 | 8,4 |
| Ambientes de Sedimentação Recente | Praia/Pós-praia | 10 | 7 | 10 | 10 | 10 | 9,4 |
| | Bancos Arenosos | | | | | | |
| | Pontal Arenoso | | | | | | |
| Depósitos Tecnogênicos | - | 5 | 7 | 10 | 10 | 7 | 7,8 |

Fonte: Organização da autora.

Figura 72 – Vulnerabilidade biofísica das unidades geológicas da Paisagem Costeira de Aracaju/SE.



Fonte: Elaboração da autora.

Dentro dos parâmetros avaliados, nota-se inicialmente que não há grau muito baixo (0 a 2), baixo (2,1 a 4) ou mediano (4,1 a 6), já que todas as unidades costeiras têm status acima do grau alto (6,1 – 8 / 8,1 - 10). Em se tratando de um sistema complexo, caracterizado pela elevada variabilidade derivada da relação continente/oceano, justifica-se o grau de vulnerabilidade situar-se majoritariamente entre alto e muito alto.

Dentre os ambientes que apresentam grau de vulnerabilidade alta, encontra-se a unidade do Terraço Marinho por possuir o maior tempo de formação dentro do mosaico paisagístico analisado, com solos mais estruturados e vegetação de porte arbustivo/arbóreo. Tais características a torna relativamente menos vulnerável à intervenção antrópica, quando comparada às outras unidades.

Já situado no grau de vulnerabilidade variando entre alto e muito alto, destacam-se o Campo de Dunas (depressões interdunares), a Planície de Maré (intermaré), os depósitos associados à coalescência de bancos arenosos, os depósitos tecnogênicos e as áreas que circundam os baixios úmidos/lagoas, esta última assim classificada por se constituir como áreas de transição entre áreas úmidas e secas. Os indicadores vegetação (porte arbóreo ou herbáceo-arbustivo) e geomorfologia (áreas predominantemente planas) foram determinantes na inclusão destas unidades no grau variando entre alto e muito alto.

Ressalva-se apenas a planície de maré vegetada. Não obstante os manguezais serem ecossistemas resistentes e resilientes, o fato de se localizarem em um ambiente sujeito à contínua intervenção humana potencializa a vulnerabilidade. Como a ação antrópica nestes ambientes em geral se dá pela supressão completa, isolamento do ecossistema ou derrame de efluentes, o agravante, para além da diminuição da resiliência, é a possível perda da sua função geoecológica. Afinal, além de possuírem função fundamental na manutenção da estabilidade do sistema costa/oceano, a função desempenhada ultrapassa o limite desta e adentra à própria vida nos estuários e oceanos.

As unidades que apresentam grau de vulnerabilidade muito alto frente às derivações antrópicas perfazem basicamente: a Planície de Maré (inframaré e supramaré), as áreas associadas aos baixios úmidos e às lagoas, os Ambientes de Sedimentação Recente (praia/pós-praia, bancos arenosos e pontal arenoso) e o Campo de Dunas (dunas frontais e fixas).

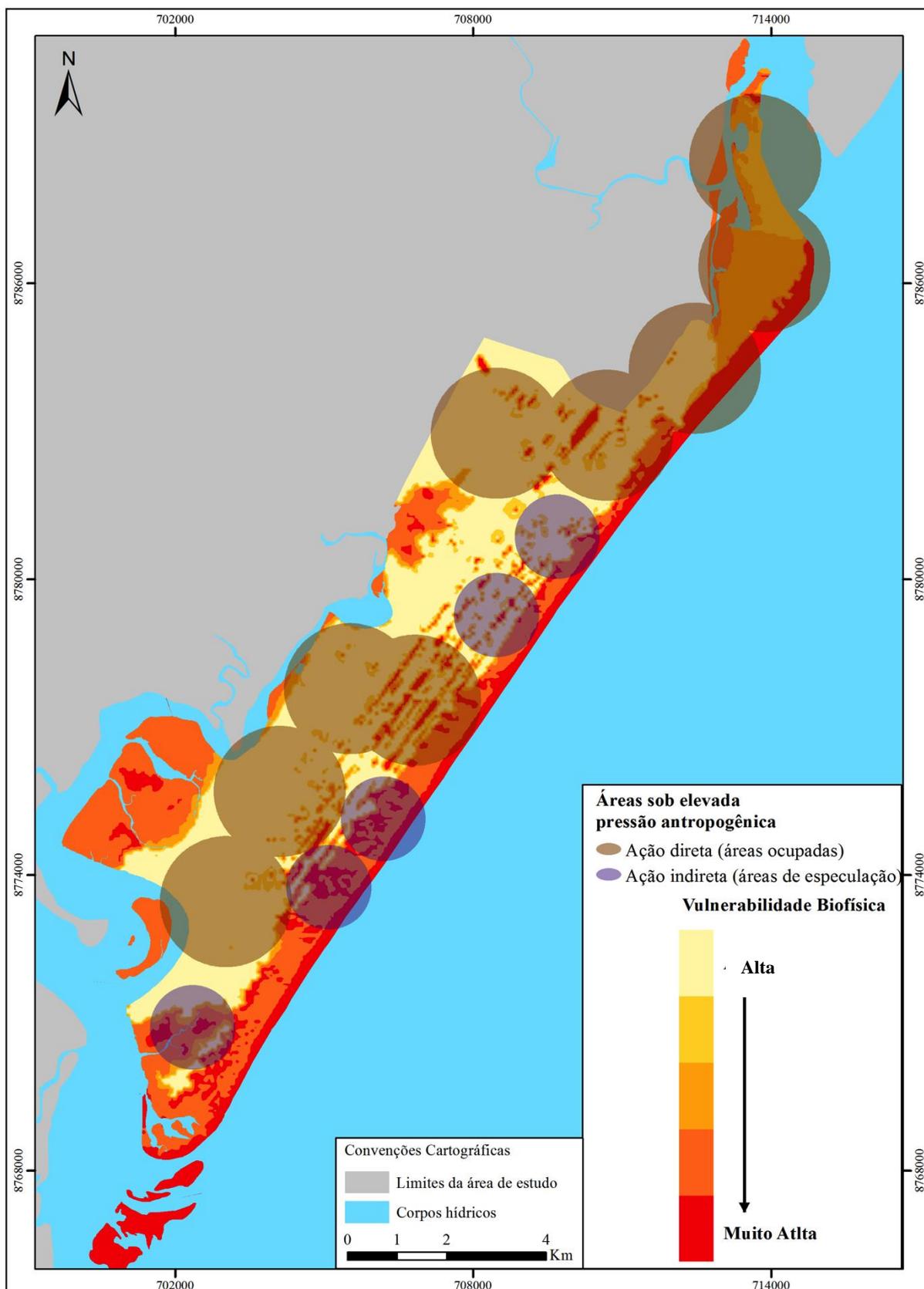
Em razão da combinação dos cinco fatores geoecológicos essas feições são as mais frágeis diante da intervenção humana, tendo em vista que o poder de resistência é minimizado em virtude da fragilidade dos solos, do menor tempo de formação da paisagem e do tipo de vegetação. Além disso, os processos aos quais estas subunidades estão sujeitos contribuem

para essa classificação, no que se destacam os processos de sedimentação (ambiente praias), remobilização constante de sedimentos (dunas frontais) e variação das marés (inframaré). O potencial para perda, portanto, é agravado pela sensibilidade diante da ação antrópica direta, mas também pela ação indireta. A construção de estruturas de contenção, por exemplo, induz novo comportamento às praias adjacentes; o desmonte de dunas interrompe a troca bidirecional de sedimentos e pode levar a uma situação de balanço sedimentar negativo.

Para além disso, há de se enfatizar que as funções desempenhadas por essas unidades, quando interrompidas, podem trazer consequências a todo o sistema costeiro. As dunas fixas e baixios úmidos estão inseridos nesse caso, pois além do baixo poder de resiliência, a circunstância de serem responsáveis pela recarga dos lençóis subterrâneos torna as intervenções antrópicas determinantes para a completa interrupção dessa função, acometendo todo o sistema.

Em se tratando de um espaço caracterizado pela atração populacional, é imprescindível que a avaliação da vulnerabilidade biofísica ocorra mediante o conhecimento das áreas que estão mais sujeitas à intervenção humana. Para o caso da planície costeira de Aracaju são apresentadas na figura 73 as áreas que atualmente se encontram sob maior pressão, seja ela direta, através da ocupação, seja indireta, em função das áreas destinadas à especulação. Evidenciou-se assim a coincidência das áreas sob pressão com as unidades do Terraço Marinho, principalmente associadas aos baixios úmidos e Campo de Dunas.

Figura 73 – Unidades geológicas sob pressão antropogênica.



Fonte: Elaboração da autora.

CAPÍTULO VI

AVALIAÇÃO DO RISCO PARA A PAISAGEM COSTEIRA DE ARACAJU/SE

6. AVALIAÇÃO DO RISCO PARA A PAISAGEM COSTEIRA DE ARACAJU/SE.

O presente capítulo tem por escopo avaliar os riscos associados aos alagamentos e à erosão costeira para a costa aracajuana fundamentado na avaliação do perigo e da vulnerabilidade a eventos perigosos, tal como inferir acerca dos agentes produtores dos cenários de risco.

6.1. Os perigos associados à planície costeira de Aracaju

Os eventos perigosos relacionados à planície costeira foram vislumbrados a partir de três perspectivas: a probabilidade de ocorrência (incidência temporal de um processo perigoso), a intensidade (determinada pela razão entre magnitude e duração do evento) e a suscetibilidade (propensão de uma área a ser afetada por um processo perigoso).

Os perigos destacados nesta pesquisa foram: os eventos pluviométricos intensos e a erosão costeira. Vale ressaltar que ambos os processos caracterizam-se enquanto eventos de origem natural, tendo em vista que elevados índices pluviométricos são característicos do clima tropical litorâneo, tal como a erosão costeira é um fenômeno intrínseco às áreas costeiras e cuja causa está relacionada basicamente ao balanço sedimentar das praias. Tais eventos tornaram-se perigosos à medida em que suas ocorrências geraram algum tipo de efeito negativo, como já registrado para a área investigada.

Quanto à classificação, para o caso da erosão costeira há de se considerar a influência antrópica como agente indutor devido a determinadas alterações na linha de costa, a exemplo das estruturas de contenção, que resultaram na alteração da dinâmica natural e, conseqüentemente, na potencialização dos eventos erosivos. Tal peculiaridade caracteriza este evento como perigo ambiental na perspectiva da classificação exposta por Anaeas de Castro (2000), a qual leva em consideração o agente produtor do perigo. Em relação aos eventos pluviométricos intensos, por se tratar de um fenômeno cuja origem está atrelada exclusivamente à dinâmica dos agentes naturais, classifica-se como um perigo natural.

6.1.1. Probabilidade de ocorrência, intensidade e suscetibilidade à erosão costeira

Os processos costeiros perigosos resumem-se a quatro elementos: ventos, ondas, inundações e erosão (GARES; SHERMAN; NORDSTROM, 1994). A presente pesquisa

focou exclusivamente a erosão costeira, o perigo mais geomorfológico dentre os citados, já que a costa aracajuana não está sujeita a fenômenos atmosféricos extremos, a exemplo de ciclones tropicais, além de não possuir registros históricos de inundações provocadas por eventos que atuam em curta escala temporal (marés de tempestade ou tsunamis).

Partindo para a análise das características do ambiente praial, ressalta-se se tratar de um sistema em “equilíbrio dinâmico” e cujo dinamismo é representado por fases de erosão e deposição, estas controladas por fatores como variação do nível do mar, energia das ondas e marés, dinâmica de desembocaduras fluviais, suprimento de sedimentos etc. (HANSOM, 1988).

A implicação da grande variação de energia nesse ambiente é a movimentação transversal de sedimentos, que em geral são deslocados da face de praia para a antepraia no inverno (originando perfis em erosão, com a presença de feições como escarpas de praia), e da antepraia para a praia no verão (originando perfis de acumulação, com a presença de feições como as bermas) (KOMAR, 1998).

A despeito da existência de um modelo geral que associa as mudanças morfológicas das praias à sazonalidade (KOMAR, 1998; NEAL *et al*, 2007), há de se considerar que estes ambientes podem responder de maneiras diferenciadas a tal modelo em razão de características como: a batimetria do fundo oceânico, forma da praia, proximidade de desembocaduras fluviais, entre outros. Acrescenta-se ainda a influência de condicionantes meteorológicos e hidrodinâmicos, ou até mesmo antrópicos, que podem modificar a dinâmica do ambiente praial e, a depender da intensidade do fenômeno, alterar seu estado de “equilíbrio dinâmico”.

Não obstante o conhecimento sobre as forças indutoras do comportamento das praias, há uma grande dificuldade de traduzir esse conhecimento na habilidade de prever o resultado do movimento dos sedimentos, tal como a resposta das praias (GARES; SHERMAN; NORDSTROM, 1994). Desse modo, mensurar a probabilidade temporal de ocorrência da erosão costeira é relativamente mais simples quando as praias estão submetidas ao regime predominante de variação sazonal. Quaisquer características que alterem esse modelado, como a proximidade de desembocaduras fluviais, rompem os limites da previsibilidade em médio prazo, pois envolvem uma gama de fatores de complexa mensuração.

Para o caso da área de estudo, a probabilidade temporal de ocorrência do recuo da linha de costa, e conseqüente processo erosivo, está interligada a três aspectos: a influência da sazonalidade, a dinâmica fluviomarinha e a intervenção antrópica.

Grande parte da costa Aracajuana, em que se sobressai os setores que entremeiam as desembocaduras do rio Sergipe e Vaza-Barris, está sujeita à influência da sazonalidade de forma moderada. As análises em campo realizadas durante o verão e o inverno indicaram que há uma pequena variação nos perfis de praia, em que se destaca: nos períodos de outono-inverno, o retrabalhamento de feições deposicionais e consequente surgimento de escarpas em alguns setores, junto ao avanço da linha de preamar máxima; na primavera-verão há um tendência de recuperação da praia fruto dos processos deposicionais. É importante frisar que as mudanças morfológicas ocorrem associadas à variação sazonal, mas de forma moderada, como salientado, pois não há grandes alterações na antepraia no inverno, assim como não são visualizadas formação de feições como bermas, típicas dos perfis de verão.

No tocante à influência da dinâmica fluviomarinha enfatizam-se as praias contíguas às desembocaduras dos rios Sergipe e Vaza-Barris, que estão sujeitas à elevada variabilidade morfodinâmica, além de submetidas, em longo e médio prazos, a ciclos de erosão/sedimentação de grandes proporções.

Para as praias adjacentes à desembocadura do rio Sergipe, além da dinâmica fluviomarinha, acentua-se o agente humano como indutor de processos erosivos em razão da construção de estruturas de contenção que acabaram por alterar a troca sedimentar entre essas praias. Já para o caso das praias próximas à desembocadura do rio Vaza-Barris evidencia-se a presença de bancos arenosos que constituem o delta de maré-vazante, principal responsável pelas mudanças da linha de costa neste setor, como já demonstrado no capítulo anterior.

Neste último caso pode ser analisado o aporte sedimentar dos bancos arenosos, pois quanto maior a disponibilidade de sedimentos, menor a probabilidade de ocorrência de erosão. No entanto, as próprias mudanças no delta de maré-vazante não ocorrem de forma cíclica, além do curto espaço de tempo, o que impede a realização de estimativas. Já para as praias que tiveram uma neodinâmica induzida pela ação humana, a predição é ainda mais complexa por envolver fatores que não apenas os naturais.

Quanto à intensidade dos fenômenos erosivos, a análise histórica e morfodinâmica (a ser debatida no próximo subitem) revela que as maiores magnitudes estão diretamente relacionadas às vizinhanças das desembocaduras, com recuos de linha de costa na ordem de centenas de metros. Concernente à duração do evento, diferentemente dos eventos pluviométricos, a erosão costeira é um fenômeno cuja duração não pode ser estimada com base em dados históricos. Primeiramente pela ausência destes em uma escala temporal de

médio prazo, segundo porque a continuidade de um evento erosivo depende do estado da praia e do seu poder de resiliência, medida extremamente variável ao longo dos anos.

6.1.1.1. Os geoindicadores e a avaliação da suscetibilidade à erosão costeira

Os geoindicadores referem-se a um conjunto de parâmetros ou medidas (magnitude, frequência e tendência) de processos geológicos ou outros fenômenos utilizados para avaliação ambiental visando à análise da dinâmica natural de um dado ambiente em curto prazo (BERGER; IAMS, 1996 *apud* RUDORFF, 2005). De acordo com Bush *et al* (1999) eles se constituem em uma ferramenta simples, principalmente para a gestão pública, pois possibilita a rápida identificação da suscetibilidade com amparo em um conjunto pequeno de parâmetros.

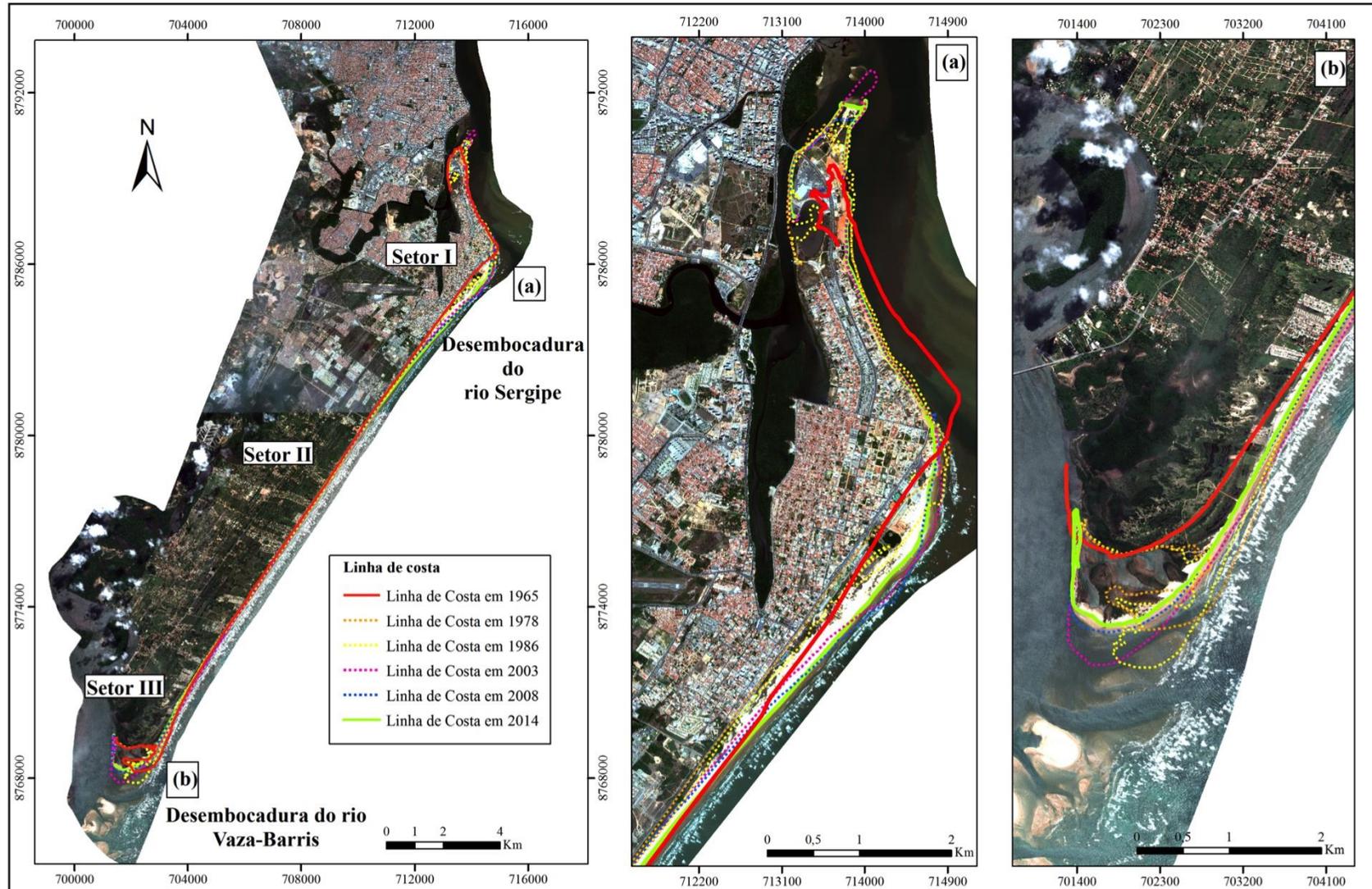
No ambiente costeiro há uma gama de processos que atuam na configuração da paisagem, como já mencionado. Tais processos se dão em escalas distintas, desde os fatores regionais (latitude), fatores locais (configuração da costa), até fatores específicos do local (topografia, vegetação) (COBURN, 2001). Sob o parâmetro dessas escalas a análise dos geoindicadores se prendem às duas últimas, as quais apontam para variações ocorridas no lapso temporal inferior a cem anos.

A avaliação da suscetibilidade à erosão costeira foi fundamentada na análise de dois conjuntos de fatores: os geoindicadores de mudança na linha de costa e os geoindicadores da capacidade de resistência/resiliência das praias. A combinação de ambos propicia a delimitação das praias que são mais propensas à ocorrência de eventos erosivos.

Quanto aos geoindicadores da linha de costa, levou-se em consideração a modificação do posicionamento da costa para os últimos 50 anos e o estado atual da praia. No tocante aos geoindicadores de resistência/resiliência, amparou-se nas características relacionadas ao grau de exposição das praias, vegetação e dunas frontais.

Seguindo a trilha da análise dos geoindicadores da linha de costa destaca-se inicialmente a mudança do seu posicionamento ao longo das últimas décadas (Figura 74). Em função das diferentes tendências observadas, a área foi dividida em três setores: Setor I – localizada nas adjacências da margem direita da desembocadura do rio Sergipe; Setor II – compreende a porção central da área estudada e; Setor III – compreende as adjacências da margem esquerda da desembocadura do rio Vaza-Barris.

Figura 74 – Variações no posicionamento da linha de costa entre os anos de 1965 e 2014.

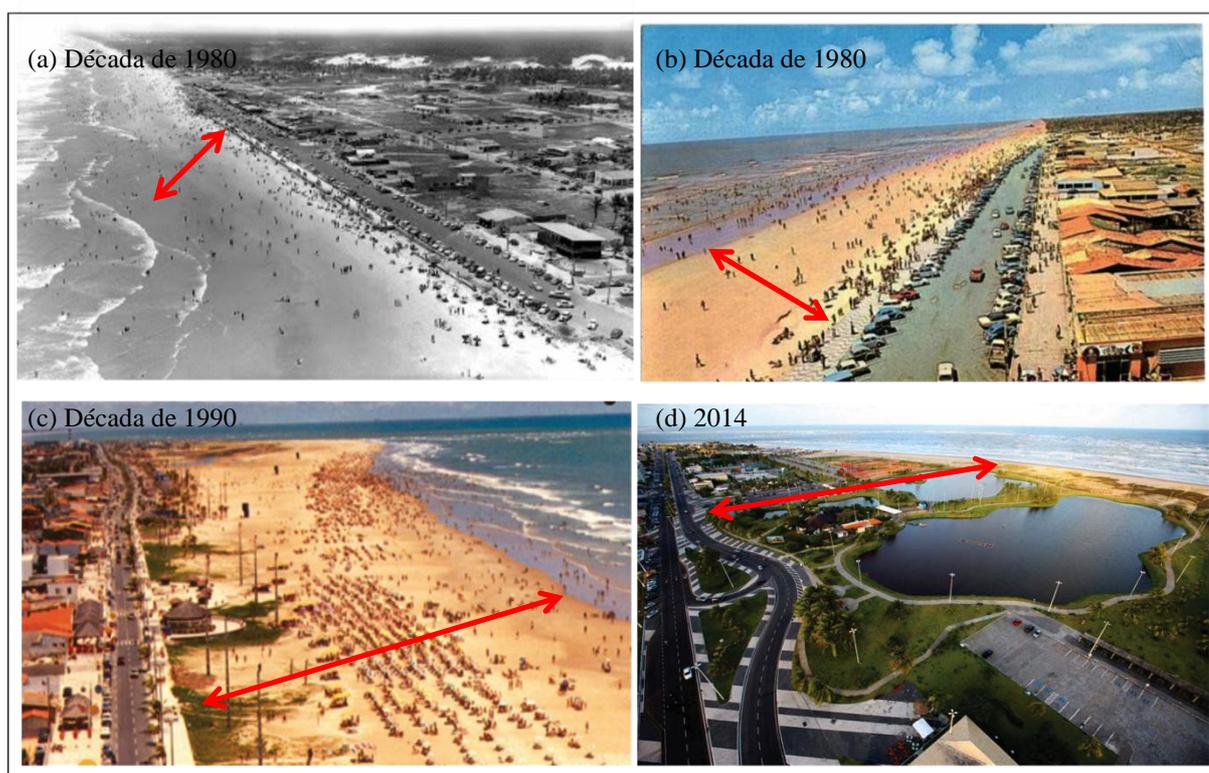


Fonte: Elaboração da autora.

No setor 1, na porção localizada mais ao norte da área investigada, na praia dos Artistas e na praia de Atalaia, identificou-se comportamento de elevada variabilidade, com ciclos de erosão e sedimentação, e comportamentos diferenciados entre as praias supracitadas.

Entre 1965 e 1978 houve erosão, com recuo de até 400 m nas proximidades da desembocadura. Paralelamente, ocorreu acresção em um pequeno setor da praia da Atalaia. Já entre os anos de 1978 e 1986, as proximidades da desembocadura mantiveram-se estáveis enquanto a praia de Atalaia continuou o processo de progradação, com avanços de até 300 m quando em comparação com o ano de 1978. Entre os anos de 1986 e 2003, a linha de costa continuou a progredir na praia de Atalaia, distando cerca de 400 m da posição da linha de costa em 1965 (Figura 75).

Figura 75 – Avanço da linha de costa na praia de Atalaia/Aracaju-SE.



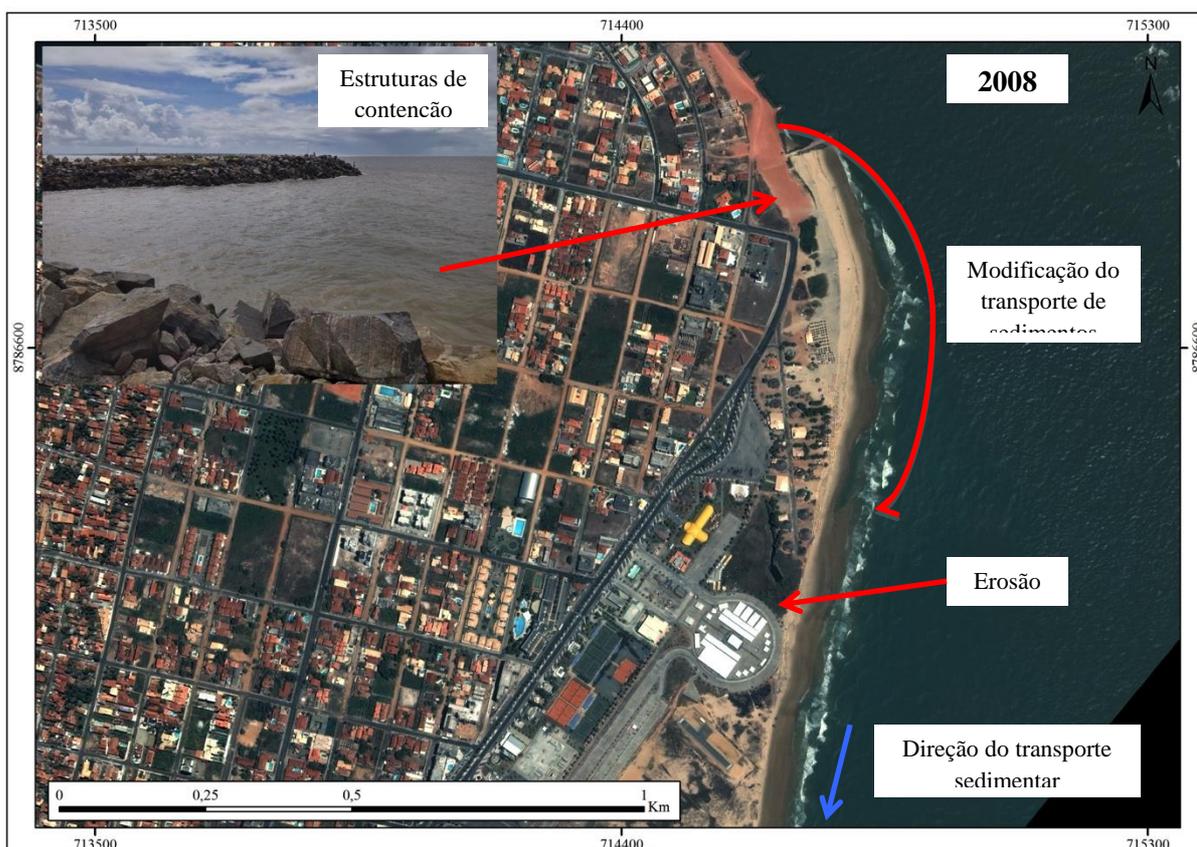
Fonte: (a) Júnior Gomes, (b) flogão.com.br , (c) orladeatalaia.com.br , (d) Márcio Dantas.

Vale ressaltar que durante o referido período, entre a década de 1990 e 2000, foram construídos molhes com o objetivo de conter a erosão costeira nas margens da desembocadura (Figura 76). A implantação destas estruturas alterou a dinâmica natural da movimentação da linha de costa, uma vez que a partir da análise multitemporal constatou-se que havia migração de sedimentos da margem da desembocadura para as praias localizadas mais ao sul daquela.

O resultado dessa interferência foi detectada poucos anos depois porquanto entre os anos de 2003 e 2008 a praia da Atalaia, que sempre se caracterizou pela tendência à progradação, passou a ser afetada por processos erosivos severos que se acredita ter sido originado pela redução de sedimentos provindos das margens da desembocadura que passaram a ficar retidos nos espigões, não mais carreados para as praias.

A consequência foi o recuo da linha de costa em até 100 m, a qual culminou na destruição parcial de bares, restaurantes e estruturas de lazer, a exemplo de uma praça de eventos. Já no setor adjacente à praia de Atalaia, mais ao sul, o processo de acresção sedimentar continuou, fato que demonstra a tendência à migração de sedimentos nesta direção.

Figura 76 - Intervenções antrópicas na linha de costa nas adjacências da desembocadura do rio Sergipe.



Fonte: Organização da autora.

No último período analisado, entre 2008 e 2014, identificou-se a tendência à erosão na praia contígua à margem da desembocadura, o que resultou no desaparecimento da faixa de

praia até mesmo durante a maré baixa. Já na praia de Atalaia, a linha de costa parou de recuar e a praia recuperou-se dos seguintes episódios de erosão.

No setor II da área de estudo, a análise que compreendeu o lapso de 1965 a 2014 apontou para a ocorrência de pequenas variações sazonais no posicionamento da linha de costa, com alternância entre momentos de erosão e progradação, o que caracteriza a estabilidade em médio prazo desse setor. Enfatiza-se as modificações ocorridas na praia de Aruana, porção mais ao norte do setor II, em que se verificou recuo da linha de costa entre 1965 e 1978. Este período foi sucedido por uma pequena progradação da linha de costa, tendência esta que se manteve para os anos de 1986, 2003, 2008 e 2014.

No setor III, localizado nas vizinhanças da margem esquerda do rio Vaza-Barris, na praia do Mosqueiro, foram identificadas grandes variações no posicionamento da linha de costa, tal como verificado no setor I.

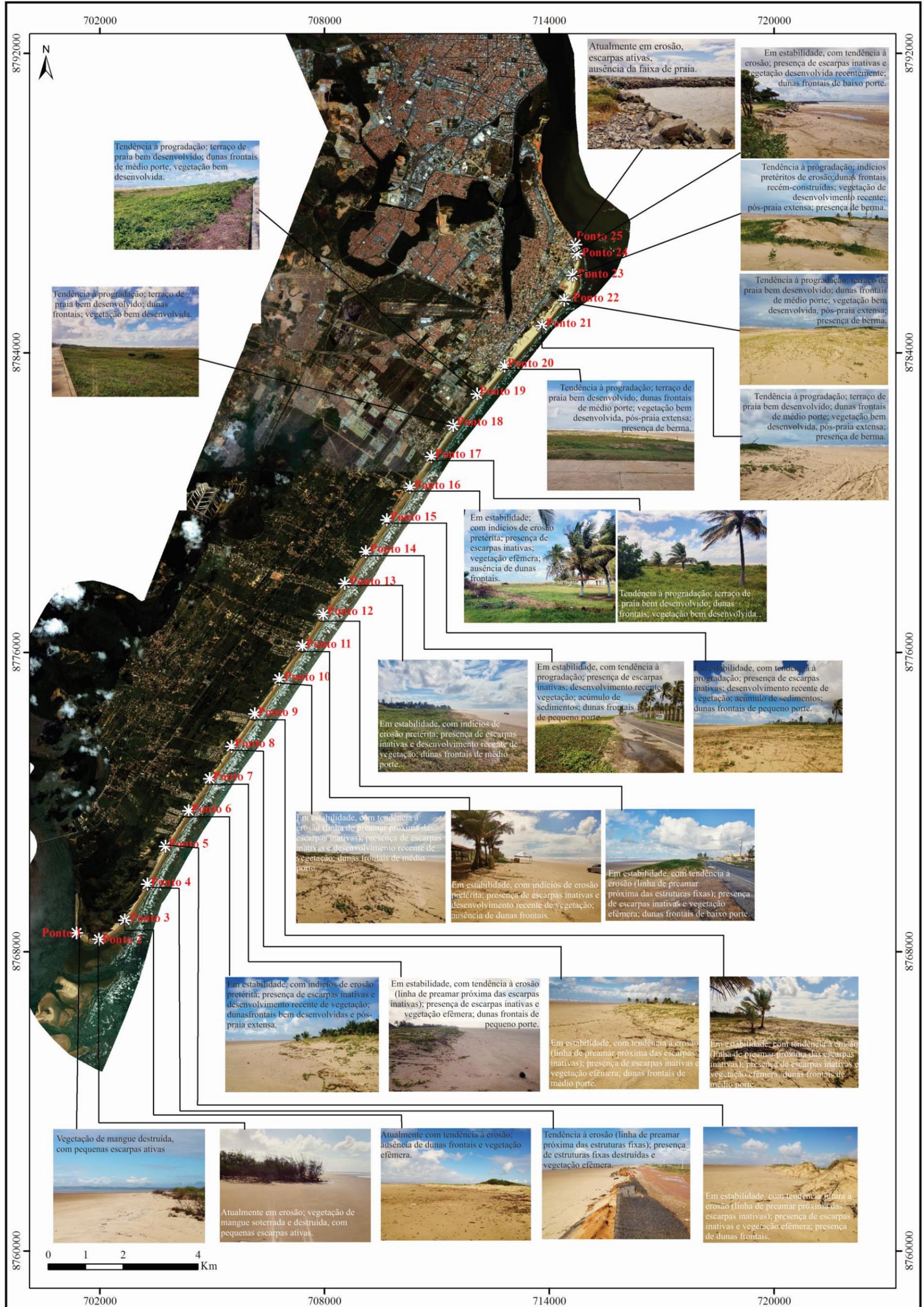
Houve progradação da linha de costa entre 1965 e 1978 em função de eventos deposicionais de grandes proporções. Tal processo resultou em avanços de até 800 m da linha de costa. Entre os anos de 1978 e 1986 o processo de acresção continuou nas adjacências da desembocadura, com pequeno recuo na porção leste. Após 1986 ocorreu uma inversão do comportamento, com recuo da linha de costa de até 300 m. Entre o período de 2003 e 2008, houve continuidade do processo de erosão da linha de costa, tendência esta que continuou entre os anos de 2008 e 2014, embora em menores proporções. Vale ressaltar que, mesmo com a tendência à erosão verificada para os últimos 20 anos, a linha de costa atual ainda se encontra progradada em relação à de 1965.

Os dados obtidos a partir das análises da variação do posicionamento da linha de costa revelam que as áreas que mais estiveram sujeitas a eventos de erosão e sedimentação foram os setores adjacentes às desembocaduras. As áreas que intermedeiam os dois estuários mantiveram-se relativamente estáveis com episódios erosivos e de acresção em menores proporções, típicos de praias sujeitas aos efeitos da sazonalidade. Tal característica corrobora os estudos de autores como Angulo (1993), Bittencourt *et al* (2002), Cooper (1999), Esteves (2003), Wright (1977) e FitzGerald (1982), os quais definiram que as áreas que sofrem influência da dinâmica fluvial tendem a ser altamente instáveis e apresentar elevada variabilidade devido à ação conjunta entre dinâmica fluvial e marinha.

Já para avaliação do estado atual das praias foram utilizados os geoindicadores de modificação da linha costa em curto prazo. Para tanto, o setor costeiro, que compreende cerca de 24 km, foi subdividida em 26 setores de análise, a partir de 25 pontos demarcados em campo com equidistâncias de aproximadamente 1 km.

A figura 77 apontam para as características visualizadas em campo nos pontos demarcados.

Figura 77 – Caracterização das praias de Aracaju/SE a partir dos geoindicadores da linha de costa.



Fonte: Organização da autora.

O setor I que compreende os bairros da Coroa do Meio e Atalaia (entre os pontos 20 e 25) apresentou três tendências. A primeira se caracteriza pelo processo de progradação contínuo em quase toda a sua extensão, visualizando-se vegetação bem desenvolvida, a presença de algumas dunas frontais, pós-praia larga e vegetada com mais de 100 m de comprimento em alguns pontos e presença de bermas (Figura 78-a, 78-b). A tendência à estabilidade restringiu-se a um pequeno setor entre a praia da Atalaia e dos Artistas. Já as adjacências da desembocadura do rio Sergipe apresentaram-se com características de praias em erosão (estruturas artificiais de contenção e faixa de praia ausente) (Figura 78-c).

Figura 78 – Evidências de progradação/erosão no setor I.



Em (a, b): Praia da Atalaia. Em (c): Praia dos Artistas.
Fonte: Levantamento fotográfico da autora.

Já no setor II, que compreende as Praias de Aruana, Robalo, Refúgio e Náufragos (entre os pontos 6 e 20), observou-se tendência à estabilidade. Identificaram-se também evidências de processos erosivos pretéritos que resultaram no retrabalhamento de feições deposicionais, eólicas e marinhas, o qual deu origem a escarpas de praia, encontradas na maioria dos pontos analisados. Tais escarpas estão inativas, caracterizando a estabilidade da praia. Soma-se a este indício de estabilidade a presença recente de vegetação sobre algumas escarpas e sobre a própria praia (Figura 79).

Figura 79 – Geoindicadores de tendência à estabilidade no Setor II.



Em (a, b): Praia do Robalo.

Fonte: Levantamento fotográfico da autora.

Por fim, no setor III, nas adjacências da desembocadura do rio Vaza-Barris que compreende a praia do Mosqueiro (entre os pontos 1 e 6), foi identificada tendência preponderante à erosão, com poucos setores com indícios de estabilidade.

Na referida área ocorreu processo erosivo severo entre os anos de 2007 e 2008, que redundou na destruição parcial da rodovia José Sarney, única estrutura fixa presente na área (Figura 80-a). Em campo no realizado no ano de 2011 notou-se que o evento erosivo havia cessado, uma vez que registros indicavam a estabilidade do setor, a exemplo do acúmulo de sedimentos e desenvolvimento de vegetação recente na pós-praia (Figura 80-b). No entanto, atualmente, os geoindicadores indicam que o processo erosivo está tornando a acontecer de forma moderada, ilação que se extrai da proximidade da linha de preamar das estruturas fixas, além da destruição da vegetação encontrada no ano de 2011 (Figura 80-c, 80-d).

Figura 80 – Geoindicadores de tendência à erosão no Setor III.



Fonte: Em (a) Priscila Radom (2008). Em (b, c, d) Levantamento fotográfico da autora.

Para o restante do setor, mais especificamente no pontal arenoso, também foram observados indícios de erosão como vegetação de mangue soterrada e afloramento de lama da planície de maré (Figura 81).

Figura 81 – Geoindicadores de tendência à erosão no Setor III (pontal arenoso).



Fonte: Levantamento fotográfico da autora.

Com base nos dados expostos notou-se que em curto prazo houve comportamentos diferenciados entre os setores, que em muito se assemelharam ao comportamento da linha de costa em médio prazo.

No que tange aos geoindicadores de resistência/resiliência, são levados em consideração a capacidade que o ambiente praiial tem de conter processos erosivos e, no caso de ocorrência do referido fenômeno, a capacidade do ambiente de recuperar-se. Em princípio evidencia-se o grau de exposição das praias de Aracaju, considerado elevado em razão da não existência de promontórios e ilhas, característica esta que torna as praias muito expostas à ação das ondas. A única exceção está nas proximidades da margem esquerda do rio Vaza-Barris, onde em determinados períodos bancos arenosos aparecem e protegem a costa da ação direta das ondas, tornando este setor menos exposto.

De modo simplificado, as praias que possuem pós-praia larga e com vegetação bem desenvolvida, feições deposicionais como dunas frontais e bermas, juntamente à presença de cobertura vegetal no topo do perfil, tendem a possuir maior grau de resistência e resiliência.

A vegetação desempenha função muito importante quanto à proteção das costas em consequência da influência significativa sobre determinados processos costeiros, a exemplo da estabilização de feições como as dunas. Assim, a presença de vegetação bem desenvolvida no pós-praia, além de indicativo de progradação da costa, revela uma praia mais resistente à ação do processo erosivo.

Atenção especial neste caso dá-se ao papel das dunas frontais. Elas auxiliam na manutenção do equilíbrio do sistema praiial na medida em que servem de reserva de sedimentos para a praia (PSUTY, 2004; BIRD, 2008), constituindo-se como um dos principais indicadores para o estudo da suscetibilidade à erosão costeira. Quanto mais contínuo for um cordão dunar e maior e mais largas forem as dunas, maior é a capacidade de absorção da energia das ondas (COBURN, 2001).

A partir do momento em que estas feições são destruídas ou interrompidas por estruturas artificiais pode haver comprometimento na troca bidirecional de sedimentos, circunstância que implica diretamente na dinâmica praiial, pois a praia perde uma de suas principais fontes de alimentação. Ademais, a quantidade de sedimentos disponíveis pode não ser suficiente para a manutenção do equilíbrio praiial, fato que pode acarretar ocorrência de processos erosivos (PSUTY, 2004; VANCE; WOLF; LANCASTER, 2005).

Em grande parte da extensão analisada são encontradas dunas frontais vegetadas/não-vegetadas de diferentes portes. No setor II e III, áreas em que as dunas frontais têm porte mais

elevado, toda a extensão do campo de dunas foi interrompida pela construção da rodovia José Sarney (Figura 82-a). Em alguns pontos a rodovia dista em até 250 m da linha de costa (onde se observam dunas mais bem desenvolvidas) e em outros dista menos de 100 m, com redução significativa das dunas. Já no setor I algumas dunas foram suprimidas em função da construção de aparatos turísticos, não obstante grande parte delas, de menor porte, ainda esteja presente (Figura 82-b).

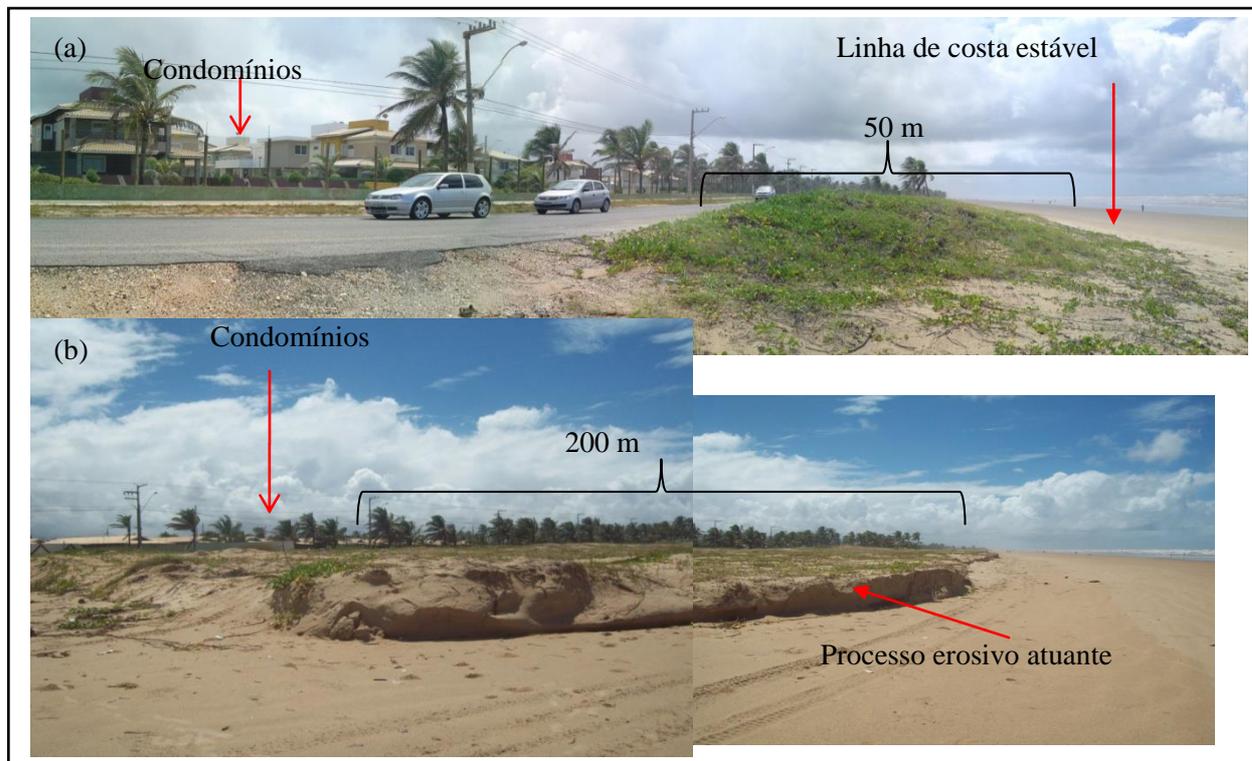
Figura 82 – Presença das dunas frontais na área de estudo.



Em (a): praia do Robalo; Em (b) praia da Atalaia.
Fonte: Levantamento fotográfica da autora.

Nas áreas onde as dunas frontais são mais presentes os processos erosivos também ocorrem. No entanto, a praia tem maior capacidade de se recuperar destes eventos devido ao fornecimento de sedimentos pelas dunas. Essas feições também são uma barreira natural no que se refere às ocupações que ficam na sua retaguarda. Nas áreas em que as dunas foram destruídas ou tiveram a dimensão reduzida, o processo de recuperação da praia pode ser mais lento e, ainda que a praia se encontre em estabilidade, fenômenos erosivos futuros podem atingir estruturas fixas (Figura 83).

Figura 83 – Relação entre dunas frontais e erosão costeira.



Em (a): menor resistência da praia a processos erosivos - praia do Robalo; Em (b): maior resistência da praia a processos erosivos - praia dos naufragos.

Fonte: Levantamento fotográfica da autora.

Diante dos geoindicadores apontados – variação da linha de costa em médio e curto prazo e resistência/resiliência das praias – foi calculado o valor final da suscetibilidade à erosão costeira exposta na tabela 16. Com base na interpolação dos dados colhidos delimitou-se espacialmente os diferentes graus de suscetibilidade (Figura 84).

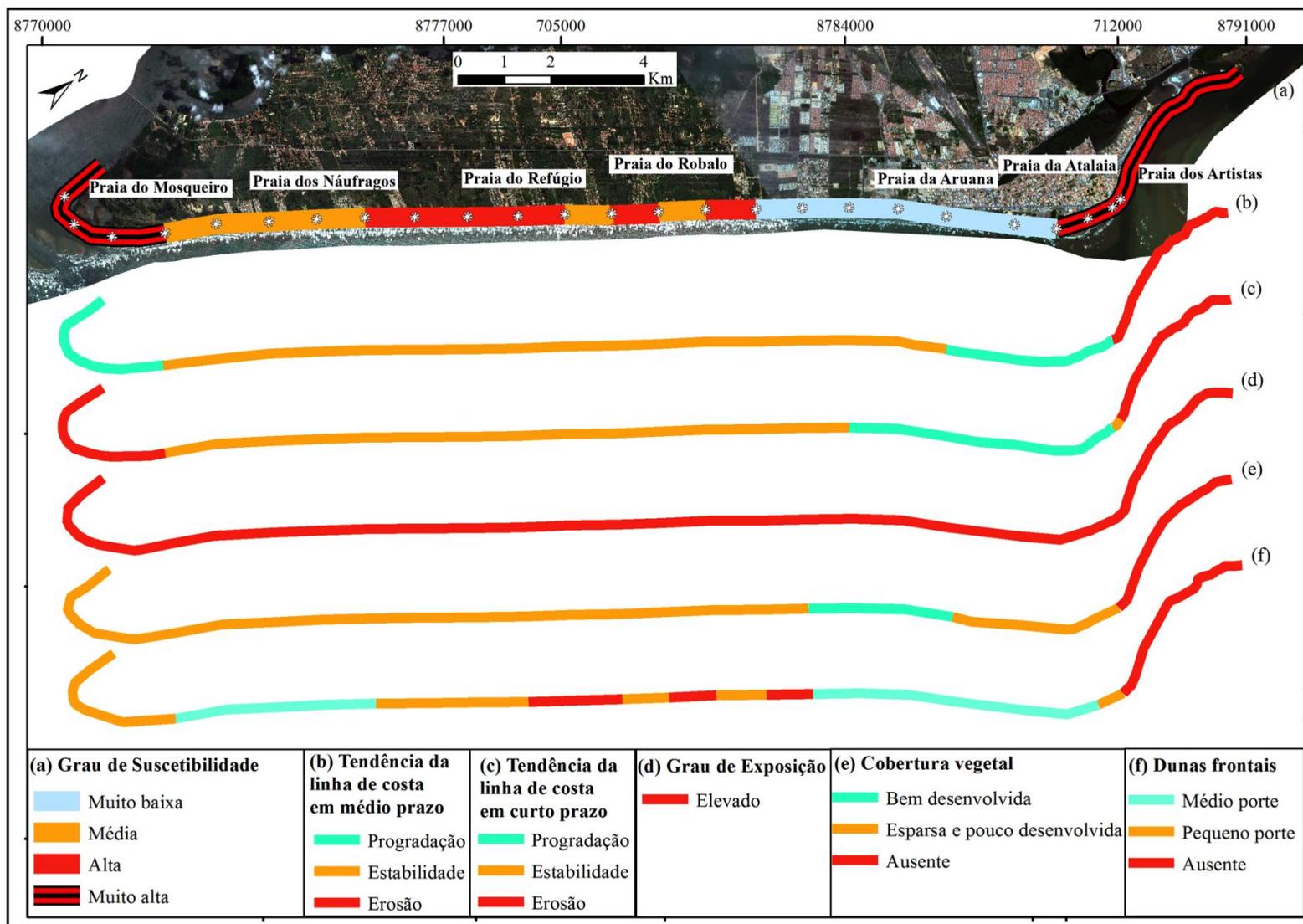
Tabela 16 – Mensuração da suscetibilidade à erosão costeira.

| (S) | Geoindicadores de modificação da linha de costa | | | | Geoindicadores de Resistência/Resiliência | | | | | | Grau de Suscetibilidade | |
|-----|---|-----|--|-----|---|-------------------|------------------------------|-----|--|-----|-------------------------|---|
| | Tendência da linha de costa em médio prazo | (I) | Tendência da linha de costa em curto prazo | (I) | (M) | Grau de Exposição | Cobertura Vegetal | (I) | Dunas Frontais | (I) | | (M) |
| 1 | Progradação (grandes variações de posicionamento nos últimos 50 anos) | 1 | Erosão | 3 | 2 | Elevado | Esparsa e pouco desenvolvida | 2 | Dunas frontais de pequeno porte | 2 | 2 | 2 (Muito elevada, proximidade da desembocadura) |
| 2 | Progradação (grandes variações de posicionamento nos últimos 50 anos) | 1 | Erosão | 3 | 2 | Elevado | Esparsa e pouco desenvolvida | 2 | Dunas frontais de pequeno porte | 2 | 2 | 2 (Muito elevada, proximidade da desembocadura) |
| 3 | Progradação (grandes variações de posicionamento nos últimos 50 anos) | 1 | Erosão | 3 | 2 | Elevado | Esparsa e pouco desenvolvida | 2 | Dunas frontais de pequeno porte | 2 | 2 | 2 (Muito elevada, proximidade da desembocadura) |
| 4 | Progradação (grandes variações de posicionamento nos últimos 50 anos) | 1 | Erosão | 3 | 2 | Elevado | Esparsa e pouco desenvolvida | 2 | Dunas frontais de pequeno porte | 2 | 2 | 2 (Muito elevada, proximidade da desembocadura) |
| 5 | Estabilidade (pequenas variações ao longo dos últimos 50 anos) | 2 | Estabilidade (com tendência à erosão) | 2,5 | 2,3 | Elevado | Esparsa e pouco desenvolvida | 2 | Dunas frontais de médio porte | 1 | 1,5 | 1,9 (Média) |
| 6 | Estabilidade (pequenas variações ao longo dos últimos 50 anos) | 2 | Estabilidade (com tendência à erosão) | 2,5 | 2,3 | Elevado | Esparsa e pouco desenvolvida | 2 | Dunas frontais de médio porte | 1 | 1,5 | 1,9 (Média) |
| 7 | Estabilidade (pequenas variações ao longo dos últimos 50 anos) | 2 | Estabilidade (com tendência à erosão) | 2,5 | 2,3 | Elevado | Esparsa e pouco desenvolvida | 2 | Dunas frontais de médio porte | 1 | 1,5 | 1,9 (Média) |
| 8 | Estabilidade (pequenas variações ao longo dos últimos 50 anos) | 2 | Estabilidade (com tendência à erosão) | 2,5 | 2,3 | Elevado | Esparsa e pouco desenvolvida | 2 | Dunas frontais de médio porte | 1 | 1,5 | 1,9 (Média) |
| 9 | Estabilidade (pequenas variações ao longo dos últimos 50 anos) | 2 | Estabilidade (com tendência à erosão) | 2,5 | 2,3 | Elevado | Esparsa e pouco desenvolvida | 2 | Dunas frontais de pequeno porte | 2 | 2 | 2,2 (Alta) |
| 10 | Estabilidade (pequenas variações ao longo dos últimos 50 anos) | 2 | Estabilidade (com tendência à erosão) | 2,5 | 2,3 | Elevado | Esparsa e pouco desenvolvida | 2 | Dunas frontais de pequeno porte | 2 | 2 | 2,2 (Alta) |
| 11 | Estabilidade (pequenas variações ao longo dos últimos 50 anos) | 2 | Estabilidade | 2 | 2 | Elevado | Esparsa e pouco desenvolvida | 2 | Ausentes/ Dunas frontais de pequeno | 3 | 2,5 | 2,3 (Alta) |
| 12 | Estabilidade (pequenas variações ao longo dos últimos 50 anos) | 2 | Estabilidade | 2 | 2 | Elevado | Esparsa e pouco desenvolvida | 2 | Ausentes/Dunas frontais de pequeno | 3 | 2,5 | 2,3 (Alta) |
| 13 | Estabilidade (pequenas variações ao longo dos últimos 50 anos) | 2 | Estabilidade | 2 | 2 | Elevado | Esparsa e pouco desenvolvida | 2 | Dunas frontais de pequeno porte | 2 | 2 | 2 (Média) |
| 14 | Estabilidade (pequenas variações ao longo dos últimos 50 anos) | 2 | Estabilidade | 2 | 2 | Elevado | Esparsa e pouco desenvolvida | 2 | Ausentes/Dunas frontais de pequeno porte | 3 | 2,5 | 2,3 (Alta) |
| 15 | Estabilidade (pequenas variações ao longo dos últimos 50 anos) | 2 | Estabilidade (com tendência à progradação) | 1,5 | 1,8 | Elevado | Esparsa e pouco desenvolvida | 2 | Dunas frontais de baixo porte | 2 | 2 | 1,9 (Média) |
| 16 | Estabilidade (pequenas variações ao longo dos últimos 50 anos) | 2 | Estabilidade | 2 | 2 | Elevado | Esparsa e pouco desenvolvida | 2 | Ausentes/Dunas frontais de pequeno porte | 3 | 2,5 | 2,3 (Alta) |
| 17 | Estabilidade (pequenas variações ao longo dos últimos 50 anos) | 2 | Progradação | 1 | 1,5 | Elevado | Vegetação bem desenvolvida | 1 | Dunas frontais de médio porte | 1 | 1 | 1,3 (Muito Baixa) |
| 18 | Estabilidade (pequenas variações ao longo dos últimos 50 anos) | 2 | Progradação | 1 | 1,5 | Elevado | Vegetação bem desenvolvida | 1 | Dunas frontais de médio porte | 1 | 1 | 1,3 (Muito Baixa) |
| 19 | Estabilidade (pequenas variações ao longo dos últimos 50 anos) | 2 | Progradação | 1 | 1,5 | Elevado | Vegetação bem desenvolvida | 1 | Dunas frontais de médio porte | 1 | 1 | 1,3 (Muito Baixa) |
| 20 | Progradação | 1 | Progradação | 1 | 1 | Elevado | Esparsa e pouco desenvolvida | 2 | Dunas frontais de médio porte | 1 | 1,5 | 1,3 (Muito Baixa) |
| 21 | Progradação | 1 | Progradação | 1 | 1 | Elevado | Esparsa e pouco desenvolvida | 2 | Dunas frontais de médio porte | 1 | 1,5 | 1,3 (Muito Baixa) |
| 22 | Progradação | 1 | Progradação | 1 | 1 | Elevado | Esparsa e pouco desenvolvida | 2 | Dunas frontais de médio porte | 1 | 1,5 | 1,3 (Muito Baixa) |
| 23 | Progradação | 1 | Progradação | 1 | 1 | Elevado | Esparsa e pouco desenvolvida | 2 | Dunas frontais de pequeno porte | 2 | 2 | 1,5 (Muito elevada, proximidade da desembocadura) |
| 24 | Erosão | 3 | Estabilidade | 2 | 2,5 | Elevado | Esparsa e pouco desenvolvida | 2 | Ausentes/Dunas frontais de pequeno porte | 3 | 2,5 | 2,5 (Muito elevada, proximidade da desembocadura) |
| 25 | Erosão | 3 | Erosão | 3 | 3 | Elevado | Ausente | 3 | Ausentes | 3 | 3 | 2,8 (Muito elevada, proximidade da desembocadura) |
| 26 | Erosão | 3 | Erosão | 3 | 3 | Elevado | Ausente | 3 | Ausentes | 3 | 3 | 2,8 (Muito elevada, proximidade da desembocadura) |

(S) Setores; (I) Índice.

Fonte: Elaboração da autora.

Figura 84 – Suscetibilidade à erosão costeira da frente litorânea de Aracaju/SE.



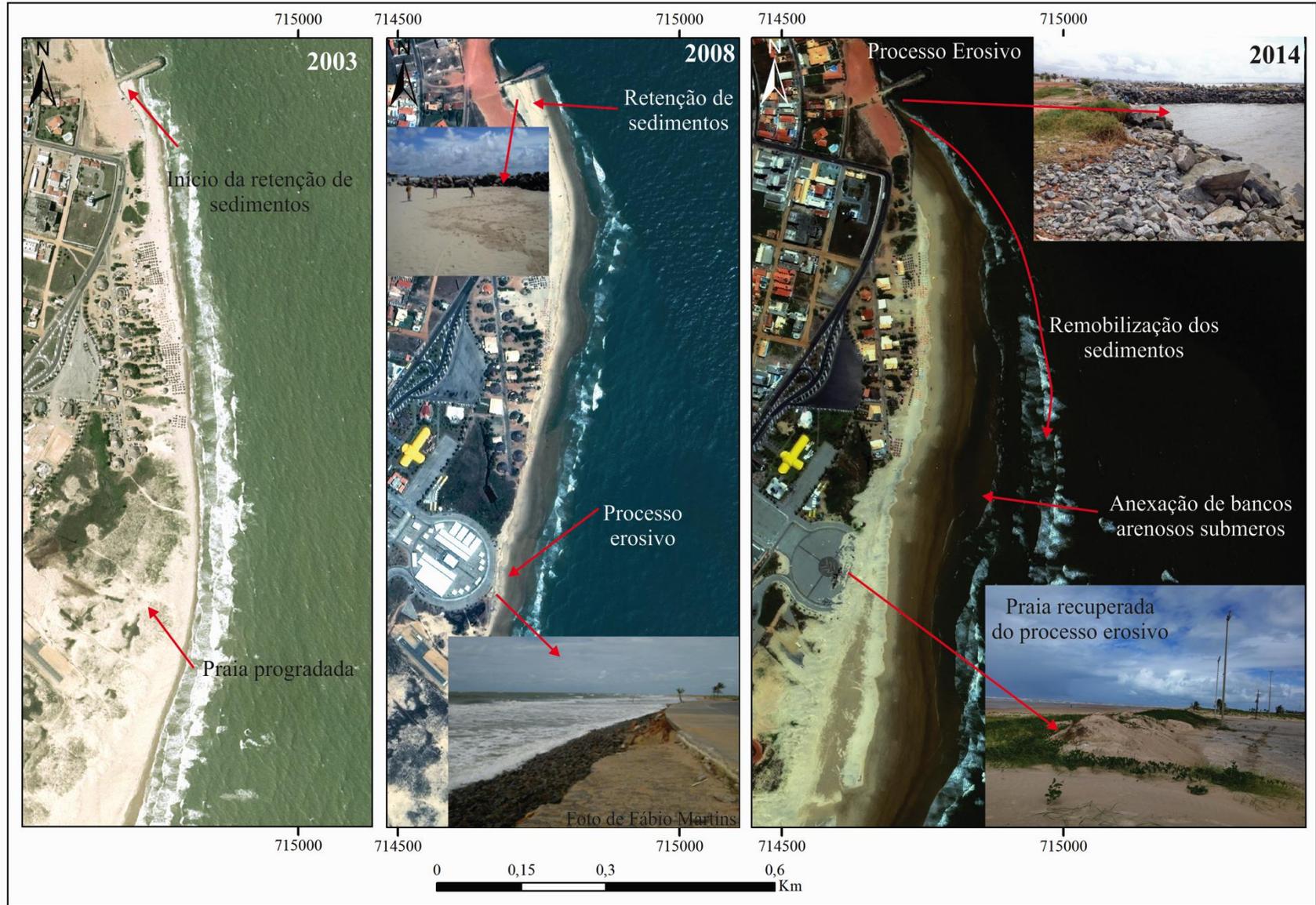
Fonte: Elaboração da autora.

Os setores que apresentam suscetibilidade muito alta perfazem basicamente as praias contíguas às desembocaduras fluviais - praia do Mosqueiro, na margem esquerda da desembocadura do rio Vaza-Barris, e praia dos Artistas, na margem direita da desembocadura do rio Sergipe. Estas são assim classificadas por estarem sujeitas diretamente à dinâmica fluviomarinha, o que as tornam extremamente mais suscetíveis, mesmo que viessem a apresentar características de estabilidades e/ou geoindicadores que apontassem para alta resistência/resiliência.

Mesmo se enquadrando no setor de suscetibilidade muito alta, o caso da praia de Atalaia é singular, pois se apresenta como a mais resiliente dentre as analisadas. Após o processo erosivo ocorrido entre os anos de 2007 e 2008, fruto das retenção de sedimentos nos molhes de contenção, a praia recuperou-se em menos de 7 anos, já apresentando indícios de progradação (aparecimento do cordão dunar, desenvolvimento e avanço da vegetação etc). O elevado poder de resiliência desta praia é justificado por duas razões: pelos sedimentos que migram constantemente da antepraia para a praia através da anexação de bancos arenosos submersos à costa; e pela eventual remobilização de sedimentos erodidos da porção mais ao norte, nas adjacências da desembocadura (Figura 85).

Assim, a proximidade de desembocaduras é um fator essencial na mensuração da suscetibilidade, haja vista os processos de sedimentação/erosão serem muito mais intensos. E mesmo que uma dada praia se caracterize a médio prazo pela progradação e possua elementos que a torne mais resistente, esta pode apresentar eventos erosivos que tendam a ser muito mais acentuados. É o caso da desembocadura do rio Vaza-Barris que, como já apontado, passou por processos de acresção sedimentar por mais de 30 anos e em seguida passou por eventos erosivos de grande magnitude.

Figura 85 – Erosão e recuperação da praia da Atalaia, Aracaju/SE.



Fonte: Organização da autora.

As áreas incluídas no grau de suscetibilidade alto estão localizadas majoritariamente nos setores II, mais especificamente nas praias do Refúgio e em pequenas porções das praias dos Náufragos e do Robalo. Nessas localidades foram identificadas pós-praias mais estreitas com vegetação esparsa e dunas frontais variando entre pequeno e médio porte, ou até mesmo ausentes. Por apresentar tais características o poder de resistência/resiliência é bastante reduzido, aumentando a propensão à erosão costeira. Outro indício que fortaleceu essa classificação é que apesar de atualmente estáveis, essas praias já passaram por processos erosivos e, em função dos indicadores vistos em alguns pontos, a exemplo da transposição do cordão (*overwash*), podem apresentar tendência futura à erosão.

Neste ponto da discussão merece evidência o fato de que, a despeito da mensuração da suscetibilidade à erosão costeira ser realizada com base exclusivamente nas características naturais do ambiente praiial, há de se considerar a sua alteração pela ação humana. Na área em estudo alguns dos setores que possuem suscetibilidade alta assim o são pela baixa resistência que a praia oferece, muito em função da supressão da vegetação e das dunas frontais, seja pela construção dos bares na pós-praia, seja pela presença da rodovia que interrompeu o campo dunar.

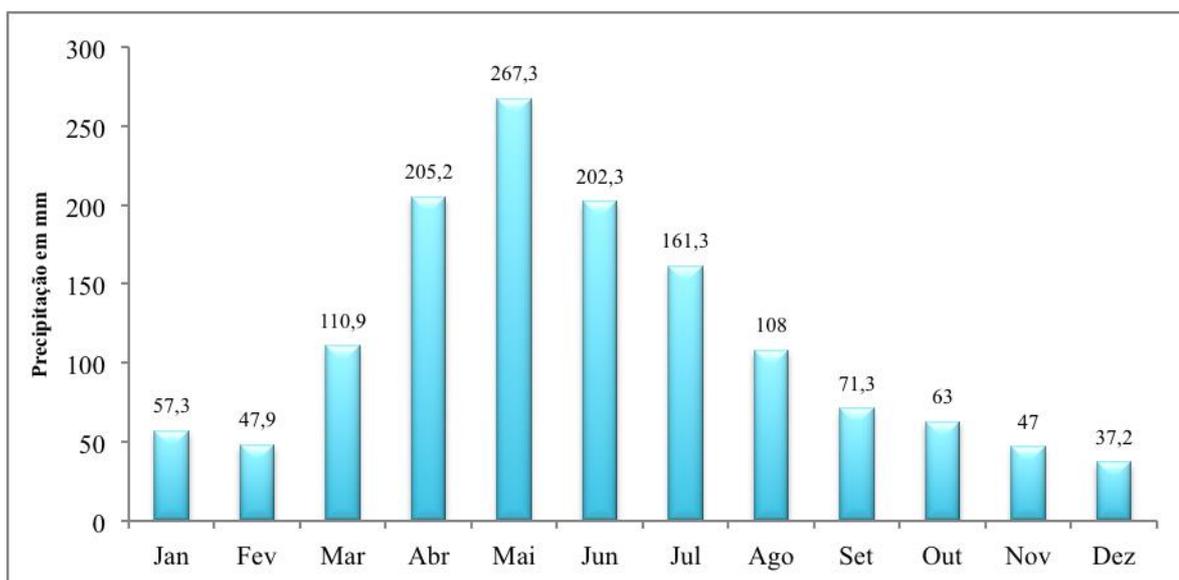
As áreas de suscetibilidade mediana também estão localizadas predominantemente no setor II em razão da tendência em médio prazo à estabilidade somada à circunstância de possuir cordões dunares de baixo a médio porte. O indicador que as difere das que apresentam suscetibilidade baixa é representado pelas evidências pretéritas de processos erosivos.

Já inseridos no grau de suscetibilidade baixo figuram as praias mais resistentes a processos erosivos – praia da Aruana e parte da praia de Atalaia –, o que se dá em virtude da presença de pós-praias largas e vegetadas e dunas frontais de médio porte, além do fato de apresentarem em médio e curto prazo tendência à estabilidade/progradação.

6.1.2. Probabilidade de ocorrência, intensidade e suscetibilidade a alagamentos

Para o caso da planície costeira aracajuana, os alagamentos são resultantes da conjunção de dois fatores: eventos pluviométricos intensos e derivações antrópicas da paisagem. A fim de analisar a incidência temporal das chuvas, a qual permite delinear a probabilidade de ocorrência do referido evento, salienta-se no gráfico 6 a média histórica de precipitação mensal do município (já destacado no capítulo 6).

Gráfico 6 – Precipitação média mensal do município de Aracaju/SE entre 1961 e 2015.



Fonte: Dados da rede do INMET.

Com suporte nesses dados delimitou-se o período mais chuvoso do município, de abril a julho, cuja concentração pluviométrica ultrapassa 160 mm mensais. Foco no mês de maio, que sempre reuniu os maiores índices pluviométricos, chegando ao máximo de 267,3 mm. Já os meses de março e agosto marcam o início e o fim, respectivamente, do período chuvoso, enquanto o período que compreende os meses de setembro a fevereiro se caracteriza como a época menos chuvosa.

Durante a temporada de maior concentração pluviométrica as chuvas são relativamente bem distribuídas dentro do mês, variando entre 15 e 20 dias com precipitação. Já o período de menor concentração (primavera-verão) é marcado pela presença de chuvas convectivas, que se distinguem pela curta duração e grande intensidade, ocorrendo em média entre 1 e 7 dias no mês.

Diante de tais evidências, a probabilidade de ocorrência de alagamentos é alargada no período de outono-inverno, com destaque para os meses de abril a julho, e reduzida nos períodos de verão-primavera, já que eventos pluviométricos de maior intensidade acontecem de forma esporádica.

Para a suscetibilidade foram levados em consideração os elementos da paisagem que a tornam mais propensa à ocorrência de alagamentos. Os condicionantes elencados foram: a concentração pluviométrica, a pedologia, a geomorfologia e a cobertura do solo.

Quanto à concentração pluviométrica, como já discutido na mensuração da vulnerabilidade biofísica das unidades, considerou-se a média entre a altura pluviométrica e a

duração do período chuvoso. Além desse fundamento, quando comparada à média nacional de concentração pluviométrica anual do Brasil (de 300 a 3.600 mm) (CPTEC/INPE, 2015), consideram-se medianos os valores observados para Aracaju (1.400 mm/ano).

Para o parâmetro pedologia foi considerado essencialmente o fator drenagem do solo, que está relacionado à capacidade de infiltração e/ou escoamento dos excedentes pluviométricos. A distribuição dos valores referentes aos solos encontrados na área de estudo encontra-se delimitada na tabela 17.

Tabela 17 – Suscetibilidade a alagamentos relacionada à pedologia.

| Tipos de Solo | Características quanto à drenagem | Valor da Suscetibilidade | |
|--|--|---|----|
| Espodossolos | A drenagem deste solo está diretamente associada à profundidade, ao grau de desenvolvimento do solo e ao horizonte B espódico. Geralmente são mal drenados, caracterizados pela lenta remoção da água, associados à presença do lençol freático quase sempre muito próximo à superfície. | 8 | |
| Neossolos Quartzarênicos | Solos excessivamente drenados, em razão da textura arenosa, em que a água é removida muito rapidamente. | 1 | |
| Solos Indiscriminados de Mangue | Solos muito mal drenados, associados a áreas planas, sob atuação dos regimes de maré que o mantém inundado por um longo período. | 10 | |
| Solos Antrópicos | 1ª fase do aterro* | Solos excessivamente drenados, de composição arenosa predominantemente. | 1 |
| | 2ª fase do aterro* | Solos muito mal drenados, cujo primeiro horizonte possui textura franco-argilosa. | 10 |

*Vide figura 62.

Fonte: Elaboração da autora.

A maior parcela da área investigada está associada aos solos do tipo Espodossolos, logo, enquadrados na categoria de mal drenados. Não obstante a textura do *solum* ser essencialmente arenosa, fato que dificultaria a retenção água, o seu horizonte B espódico dificulta a infiltração. Além disso, a presença do lençol freático próximo à superfície em vários setores obstaculiza o processo de infiltração, pois o solo tende a saturar mais rapidamente.

Para o caso dos solos constantemente alagados (baixios úmidos e lagoas) ou periodicamente alagados (planície de maré), a frequente saturação dificulta a infiltração caracterizando-os como os solos mais suscetíveis a alagamentos.

Já os Neossolos Quartzarênicos (associados ao Campo de Dunas, aos Ambientes de Sedimentação Recente e aos Depósitos associados à Coalescência de Bancos Arenosos) caracterizam-se pela rápida infiltração da água, em razão da textura predominantemente arenosa. Nos pontos em que foi realizada sondagem do solo não se observou hidromorfismo (presença do lençol freático) nos primeiros 100 cm de solo, mesmo no período chuvoso, período em que a sondagem foi realizada. Assim, este solo é o menos suscetível a alagamentos dentro da área estudada.

Apesar do Manual Técnico de Pedologia - IBGE (2007) não enquadrar os solos com camada superficial alterada pela ação antrópica dentro da classificação de drenagem, esses foram classificados analogamente aos parâmetros definidos pelo Manual.

Como já demonstrado no capítulo 6, há uma pequena porção da área investigada cujo solo foi alterado pela interferência antrópica em razão dos aterros realizados. Estes solos transformados apresentam estruturação diferenciada, haja vista que o primeiro aterro foi realizado com sedimentos predominantemente arenosos, oriundos da dragagem de um canal, enquanto no segundo aterro foram utilizados restos de construção, sedimentos arenosos e argilo-siltosos.

Os solos relacionados à primeira fase do aterro foram inseridos na categoria excessivamente drenados, pela constituição arenosa predominante que muito se assemelha aos Neossolos Quartzarênicos. Já os solos associados à segunda fase do aterro foram inseridos na categoria de solos muito mal drenados, em função da primeira camada possuir classificação textural franco-argilosa, aspecto que dificulta sobremaneira a infiltração da água.

Sobreleva o fato de que a suscetibilidade do solo aqui mensurada está relacionada exclusivamente aos eventos pluviométricos intensos, uma vez que os Neossolos Quartzarênicos, por exemplo, são os menos suscetíveis aos alagamentos, ao tempo em que possuem suscetibilidade muito alta quando associado a eventos erosivos em razão da sua textura predominantemente arenosa.

No tocante à geomorfologia, o parâmetro evidenciado foi a topografia, uma vez que esta influencia na velocidade do escoamento e na capacidade de armazenamento.

Ante o fato de a área de estudo assentar-se sobre o conjunto de uma planície costeira e uma planície fluviomarinha, a amplitude altimétrica é baixíssima, evidentemente, quando

comparada as outras unidades de relevo. A despeito de tal aspecto, diante do evento destacado – alagamentos, as pequenas diferenças de altitude são determinantes para a estimativa da suscetibilidade, já que o fluxo do escoamento é guiado fundamentalmente pela ação da gravidade.

A variação altimétrica encontrada para a planície costeira e fluviomarina foi de -1 a 15 metros, a partir da qual foram atribuídos os índices de suscetibilidade (Tabela 18). A figura 86 traz a topografia, em modelado 3D, juntamente à direção do fluxo do escoamento para alguns setores. Esta última informação é primordial para a delimitação das áreas que apresentam maior suscetibilidade a alagamentos.

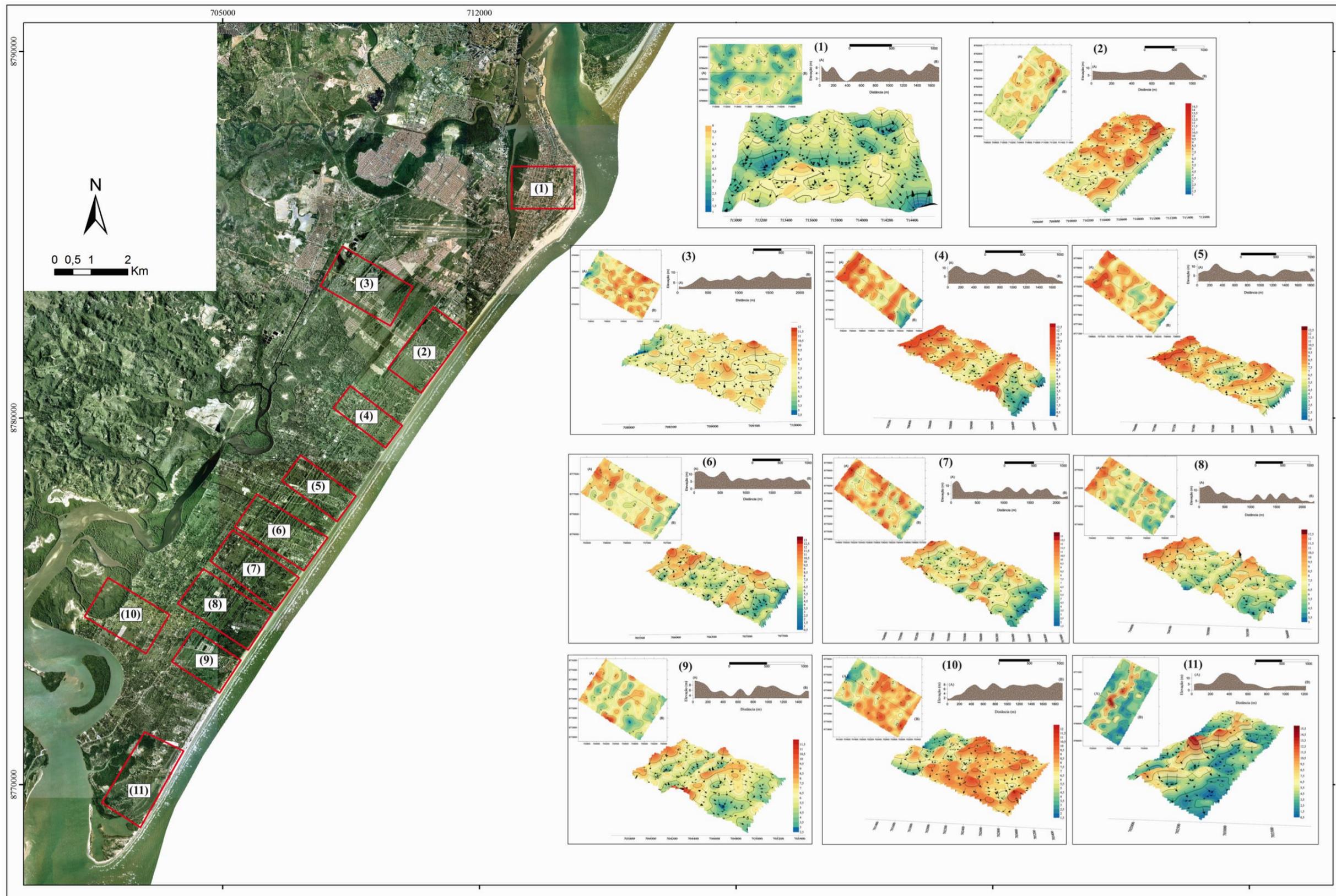
Tabela 18 – Suscetibilidade a alagamentos relacionada à geomorfologia.

| Unidades Geocológicas | Subunidades | Varição altimétrica | Valor da Suscetibilidade |
|--|---------------------------------|----------------------------|---------------------------------|
| Terraço Marinho | Associados a cordões litorâneos | 5 a 12 m | 5 |
| | Baixios Úmidos | < 5 m | 10 |
| Planície de Maré | Inframaré | | |
| | Supramaré (Apicum) | < 7 m | 7 |
| | Intermaré (Manguezal) | | |
| Bancos Arenosos Coalescidos | - | < 7 m | 7 |
| Campo de Dunas | Dunas frontais | Até 8 m | 3* |
| | Dunas fixas | Até 15 m | 1 |
| | Depressões interdunares | < 5 m | 10 |
| Ambientes de Sedimentação Recente | Praia/Pós-praia | | |
| | Pontal Arenoso | < 5 m | 10 |
| | Bancos Arenosos | | |
| Depósitos tecnogênicos | - | < 7 m | 7 |

* Por se tratar de uma feição dunar foi atribuído o valor 3.

Fonte: Elaboração da autora.

Figura 86 – Topografia e direção do fluxo do escoamento da planície costeira de Aracaju/SE.



Fonte: Elaboração da autora.

Diante das análises realizadas identificou-se que o fluxo superficial e sub-superficial segue basicamente das áreas relativamente mais elevadas da planície (terraço marinho, cordões litorâneos e dunas) em direção aos baixios úmidos e depressões interdunares, dado que áreas de maior altitude tendem a possuir menor capacidade de retenção superficial. Por esta razão, os baixios úmidos e lagoas caracterizam-se pelo acúmulo sazonal, e por vezes perene, d'água. Tal propriedade torna estas subunidades as mais suscetíveis aos alagamentos, do ponto de vista geomorfológico.

Para o caso da planície de maré, apesar de também constituir-se como área de recepção do fluxo do escoamento em razão das baixas altitudes, a sua dinâmica está muito mais atrelada às variações do regime da maré do que propriamente ao direcionamento do escoamento.

No que relativo ao fator cobertura do solo, foi considerado substancialmente se esta é natural (apenas vegetação) ou antropizada (construções). É nesse indicador que as derivações antrópicas são mais percebidas em razão da constante impermeabilização do solo e consequente retirada da vegetação, sobretudo por efeito do aumento de área ocupada.

O Environmental Protection Agency – EPA (2008) aponta que as diferentes fases do ciclo hidrológico se processam de forma diferenciada a depender do grau de ocupação efetiva do solo. Nesse sentido, a EPA destaca as mudanças que podem vir a ocorrer, principalmente no que concerne ao escoamento e infiltração, diante de diferentes cenários de ocupação:

- Cobertura natural do solo (apenas vegetação): estima-se que do total precipitado, 40% corresponda à evapotranspiração, 25% ao escoamento sub-superficial, 25% corresponda à infiltração profunda e 10% ao escoamento superficial direto.
- De 10% a 20% de impermeabilização da superfície: estima-se que do total precipitado, 38% corresponda à evapotranspiração, 21% ao escoamento sub-superficial, 21% corresponda à infiltração profunda e 20% ao escoamento superficial direto.
- De 35% a 50% de impermeabilização da superfície: estima-se que do total precipitado, 35% corresponda à evapotranspiração, 20% ao escoamento sub-superficial, 15% corresponda à infiltração profunda e 30% ao escoamento superficial direto.
- De 75% a 100% de impermeabilização da superfície: estima-se que do total precipitado, 30% corresponda à evapotranspiração, 10% ao escoamento sub-superficial, 5% corresponda à infiltração profunda e 55% ao escoamento superficial direto.

O que se identifica nitidamente é a relação inversamente proporcional entre escoamento superficial e infiltração, cujos valores são alterados na medida em que há mudanças no uso e ocupação do solo. O aumento de área impermeabilizada resulta em uma redução significativa da infiltração sub-superficial e profunda, ao tempo que potencializa o escoamento superficial.

Com bases nestes parâmetros delimitou-se os valores referentes à suscetibilidade associada à cobertura do solo (Tabela 19).

Tabela 19 – Suscetibilidade a alagamentos relacionada à cobertura do solo.

| Unidades Geocológicas | Subunidades | Total em % de área ocupada | Valor da Suscetibilidade |
|--|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| Terraço Marinho | Associados a cordões litorâneos | De 31 a 40% | 4 |
| | Baixios Úmidos | | |
| Planície de Maré | Inframaré | < 10% | 1 |
| | Supramaré (Apicum) | | |
| | Intermaré (Manguezal) | | |
| Bancos Arenosos Coalescidos | - | > 90% | 10 |
| Campo de Dunas | Dunas frontais | De 21 a 30% | 3 |
| | Dunas fixas | | |
| | Depressões interdunares | | |
| Ambientes de Sedimentação Recente | Praia/Pós-praia | < 10% | 1 |
| | Pontal Arenoso | | |
| | Bancos Arenosos | | |
| Depósitos tecnogênicos | - | > 90% | 10 |

* Por se tratar de uma feição dunar foi atribuído o valor 3.

Fonte: Elaboração da autora.

Com alicerce nos quatro indicadores adotados foi calculado o grau suscetibilidade para as diferentes unidades (Tabela 20). A espacialização dos dados obtidos está exposta na figura 87.

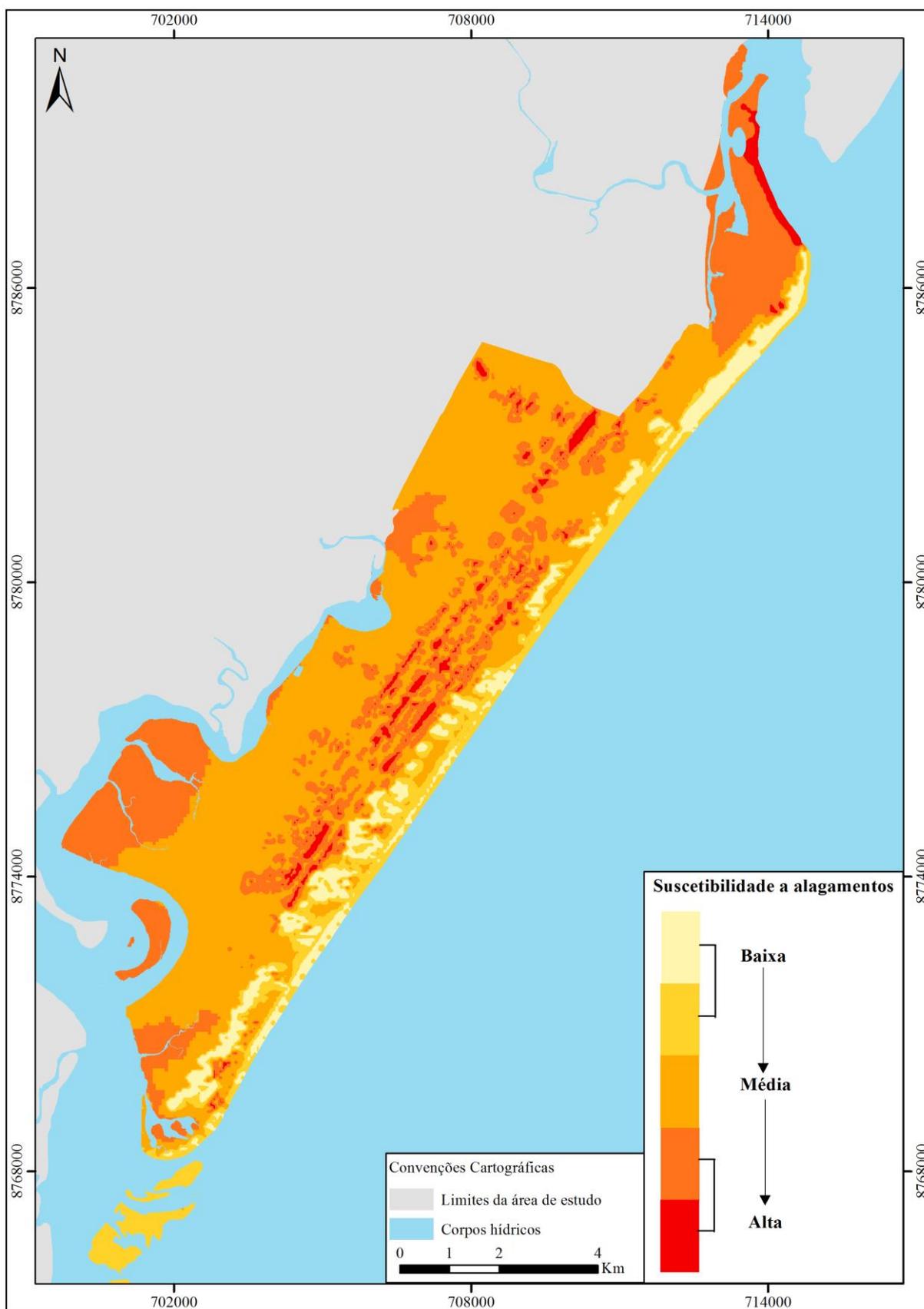
Tabela 20 – Mensuração da suscetibilidade a alagamentos.

| Unidades | Subunidades | Fator | | | Peso total | Susceptibilidade | |
|--|---|---------------------------|---------------------------------------|----------------------------|------------|------------------|-------------------|
| | | Intensidade Pluviométrica | Pedologia (capacidade de infiltração) | Geomorfologia (topografia) | | | Cobertura do Solo |
| Terraço Marinho | Baixios Úmidos/Lagoas | | 10 | 10 | 4 | 7,8 | Alta |
| | Terraço associados aos cordões litorâneos | 7 | 8 | 5 | | 6 | Média |
| Campo de Dunas | Dunas Frontais | | | 3 | | 3,5 | Baixa |
| | Dunas Fixas | 7 | 1 | 1 | 3 | 3 | Baixa |
| | Depressões Interdunares | | | 10 | | 5,3 | Média |
| Depósitos dos bancos arenosos coalescidos | - | 7 | 1 | 7 | 10 | 6,3 | Média |
| Planície de Maré | Inframaré | | | | | | |
| | Supramaré (Apicum) | 7 | 10 | 7 | 1 | 6,3 | Média |
| | Intermaré (Manguezal) | | | | | | |
| Ambientes de Sedimentação Recente | Praia/Pós-praia | | | | | | |
| | Bancos Arenosos | 7 | 1 | 10 | 1 | 4,8 | Média |
| | Pontal Arenoso | | | | | | |
| Depósitos Tecnogênicos | Materiais Úrbicos | 7 | 10* | 7 | 10 | 8,5 | Alta |
| | Materiais de Dragagem | | 1* | | | 6,3 | Média |

* Os valores atribuídos para o fator “pedologia” ocorreram mediante realização de analogia com os solos presentes na área de estudo, uma vez que há o reconhecimento da existência de coberturas remobilizadas.

Fonte: Elaboração da autora.

Figura 87 – Suscetibilidade a alagamentos da planície costeira de Aracaju/SE.



Fonte: Elaboração da autora.

As áreas associadas ao grau baixo de suscetibilidade a alagamentos restringiram-se às dunas frontais e fixas em razão da composição pedológica e, primordialmente, por suas formas onduladas que ocasionam a baixíssima retenção de água.

Grande parte da área investigada está inserida no grau mediano de vulnerabilidade, em que se evidencia o Terraço Marinho associado aos cordões litorâneos, as Depressões Interdunares, os Depósitos dos Bancos Arenosos Coalescidos, a Planície de Maré e os Ambientes de Sedimentação Recente. Não obstante todas as unidades e subunidades comporem o mesmo grau de suscetibilidade, há que se destacar o resultado obtido pela interpolação dos dados (vide Figura 87), que elevam as áreas que circundam os baixios úmidos a um grau superior àqueles obtidos para o restante das subunidades. Isto se deve em razão destas áreas serem mais propensas a alagamentos que outros setores do Terraço Marinho haja vista se constituírem como áreas de transição que podem ser afetadas no caso de ocorrência de eventos pluviométricos superiores às médias usuais.

O fator determinante para o estabelecimento do grau mediano foi a cobertura do solo, uma vez que pelos condicionantes naturais, a Planície de Maré seria mais suscetível a alagamentos que o Terraço Marinho e este seria menos suscetível que os Depósitos de Bancos Arenosos Coalescidos. Diante da circunstância de a ocupação se concentrar majoritariamente sobre estas duas últimas unidades, há um acréscimo no valor da suscetibilidade, fruto da impermeabilização do solo.

Apenas uma unidade e uma subunidade foram enquadradas no grau alto de suscetibilidade: os depósitos tecnogênicos compostos por materiais úrbicos os baixios úmidos/lagoas, respectivamente. Ambas apresentam elevado potencial de retenção superficial da água, os depósitos tecnogênicos em razão das primeiras camadas do solo possuírem textura predominantemente argilosa; e os baixios úmidos/lagoas por se caracterizarem pelos pequenos declives, o que torna essas áreas mais propensas ao acúmulo de água, circunstância que se soma ao fato de serem alimentadas pelos lençóis subterrâneos, implicando no alagamento permanente de algumas áreas.

6.2. Vulnerabilidade a eventos perigosos na planície costeira de Aracaju

A vulnerabilidade está associada ao comportamento dos sistemas naturais, mas principalmente à dinâmica dos sistemas sociais. É neste contexto que Wisner *et al* (2003) avalia a vulnerabilidade a eventos perigosos embasado em três orientações: a causa raiz (*root*

cases) – alusiva a fatores históricos, políticos, demográficos; as pressões dinâmicas (*dynamic pressures*) – que se referem a processos como a rápida urbanização, guerras atuais etc; e as condições de insegurança (*unsafe conditions*).

Em se tratando da zona costeira brasileira a causa raiz da vulnerabilidade está diretamente associada aos fatores históricos que promoveram a massiva concentração demográfica no litoral do país e que desencadeou a pressão dinâmica, esta pautada no rápido processo de urbanização associado aos usos múltiplos da costa. A elevada importância econômica da zona costeira e a contínua centralização da ocupação nesses espaços resultaram em profundas alterações dos sistemas naturais cuja consequência, para além das perdas das funções geológicas, é o contínuo surgimento de condições de insegurança em relação aos mais diversos tipos de perigos (alagamentos, inundações, movimento de massa, erosão costeira etc.).

Assim, para o caso do ambiente costeiro, a maior exposição da população a eventos perigosos está associada, mormente, às mudanças na cobertura do solo e à não capacidade adaptativa da população a grande parte desses eventos. As alterações nos padrões de drenagem, modificações de feições, interrupção da dinâmica sedimentar, constituem exemplos de fatores que desencadeiam a vulnerabilidade pois, dentro dos preceitos geológicos, é quando o ambiente perde a capacidade de absorver os efeitos dos eventos considerados perigosos que estes passam a ser sentidos pela população, ocasionando potencial para perda, conforme o grau de exposição.

6.2.1. Vulnerabilidade das ocupações à erosão costeira

A avaliação da vulnerabilidade foi fundamentada basicamente na densidade da ocupação nas proximidades da linha de costa, tal como sua distância em relação a mesma. Adotou-se este parâmetro atentando-se para o fato de que quanto maior adensamento nas proximidades da frente litorânea, tal como a própria proximidade, maior será a exposição das ocupações à erosão.

Com relação à costa aracajuana distinguem-se dois padrões diferenciados. No que concerne aos bairros da Coroa do Meio e Atalaia, a ocupação é densa e distribuída regularmente em toda a faixa litorânea, sendo caracterizada por apresentar aparatos turísticos, residências, condomínios, restaurantes e bares ao longo da pós-praia, com ênfase para estruturas verticais de mais de 12 andares.

Já na Zona de Expansão a ocupação é pontual e distribuída irregularmente ao longo da frente litorânea. Em geral, são observados condomínios de alto padrão, entremeados por espaços não ocupados e/ou loteados, dispostos internamente à rodovia José Sarney. Na parte externa da rodovia são encontradas dezenas de bares e restaurantes sobre a pós-praia. Dentro dessa localidade encontra-se a única área sem ocupação da frente litorânea do município, nas proximidades da desembocadura do rio Vaza-Barris, padrão completamente oposto às margens da desembocadura do rio Sergipe.

Salienta-se que na frente litorânea há uma concentração massiva de residências/condomínios destinados às classes mais abastadas, entremeados por espaços destinados ao uso turístico e recreativo (praça de eventos, bares, restaurantes, hotéis etc.).

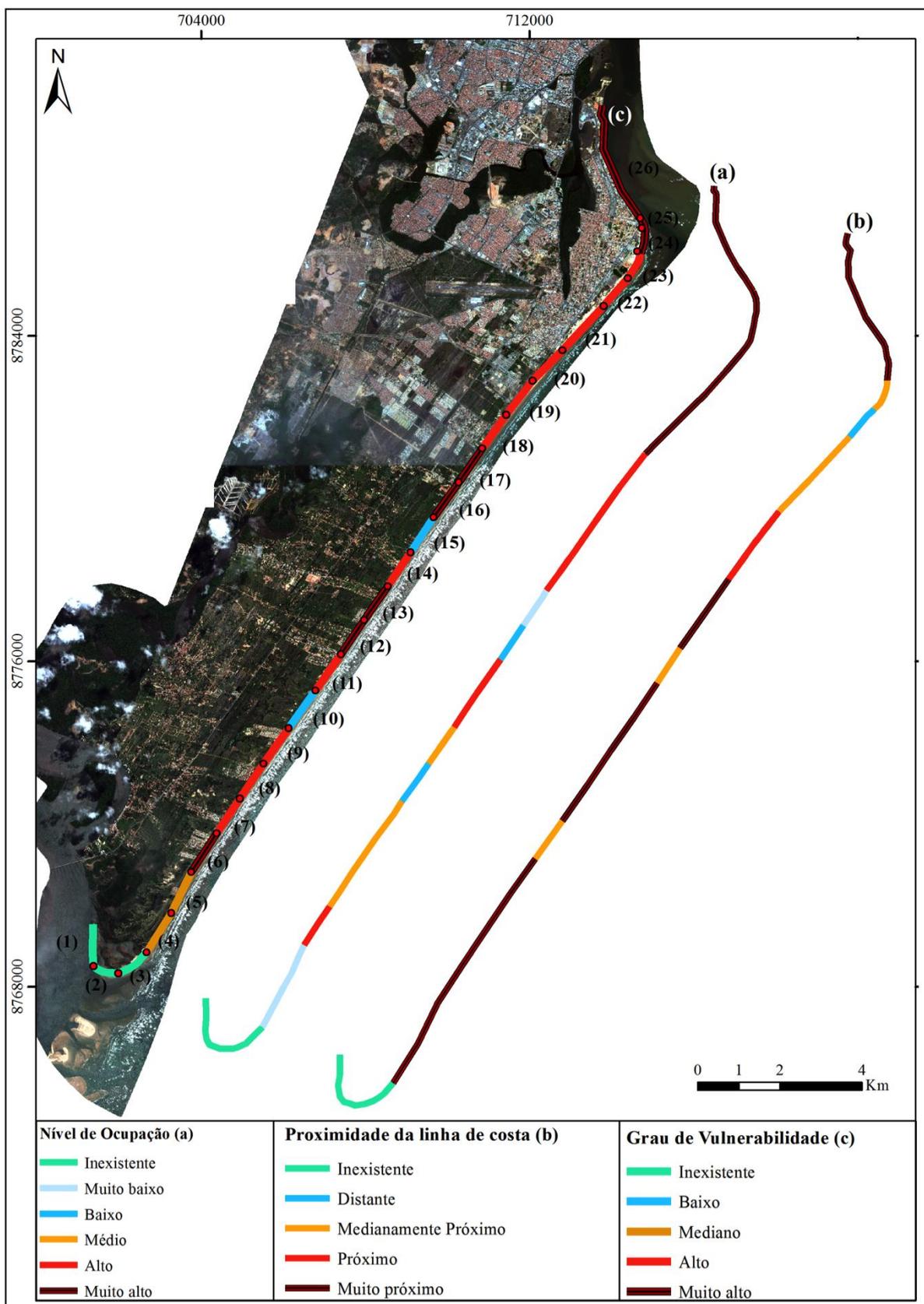
Na tabela 21 e figura 88 estão especificados os índices atribuídos ao nível e proximidade da ocupação por setor, tal como a interseção dessas duas variáveis, que resultou na quantificação do grau de vulnerabilidade.

Tabela 21 – Mensuração da vulnerabilidade das ocupações à erosão costeira em Aracaju/SE.

| (S) | Nível e distribuição da ocupação | (I) | Proximidade da ocupação | (I) | Índice final | Grau de Vulnerabilidade |
|-----|----------------------------------|-----|-------------------------|-----|--------------|-------------------------|
| 1 | Inexistente | 0 | Inexistente | 0 | 0 | Inexistente |
| 2 | Inexistente | 0 | Inexistente | 0 | 0 | Inexistente |
| 3 | Inexistente | 0 | Inexistente | 0 | 0 | Inexistente |
| 4 | Muito baixo | 1 | Muito Próximo | 3 | 2 | Médio |
| 5 | Muito baixo | 1 | Muito Próximo | 3 | 2 | Médio |
| 6 | Alto | 2,5 | Muito Próximo | 3 | 2,7 | Muito Alto |
| 7 | Médio | 2 | Muito Próximo | 3 | 2,5 | Alto |
| 8 | Médio | 2 | Muito Próximo | 3 | 2,5 | Alto |
| 9 | Médio | 2 | Muito Próximo | 3 | 2,5 | Alto |
| 10 | Baixo | 1,5 | Medianamente Próximo | 2 | 1,7 | Baixo |
| 11 | Médio | 2 | Muito Próximo | 3 | 2,5 | Alto |
| 12 | Alto | 2,5 | Muito Próximo | 3 | 2,7 | Muito Alto |
| 13 | Alto | 2,5 | Muito Próximo | 3 | 2,7 | Muito Alto |
| 14 | Baixo | 1,5 | Muito Próximo | 3 | 2,2 | Alto |
| 15 | Muito baixo | 1 | Medianamente Próximo | 2 | 1,5 | Baixo |
| 16 | Alto | 2,5 | Muito Próximo | 3 | 2,7 | Muito Alto |
| 17 | Alto | 2,5 | Muito Próximo | 3 | 2,7 | Muito Alto |
| 18 | Alto | 2,5 | Próximo | 2,5 | 2,5 | Alto |
| 19 | Alto | 2,5 | Próximo | 2,5 | 2,5 | Alto |
| 20 | Muito alto | 3 | Medianamente Próximo | 2 | 2,5 | Alto |
| 21 | Muito alto | 3 | Medianamente Próximo | 2 | 2,5 | Alto |
| 22 | Muito alto | 3 | Distante | 1,5 | 2,2 | Alto |
| 23 | Muito alto | 3 | Medianamente Próximo | 2 | 2,5 | Alto |
| 24 | Muito alto | 3 | Muito Próximo | 3 | 3 | Muito Alto |
| 25 | Muito alto | 3 | Muito Próximo | 3 | 3 | Muito Alto |
| 26 | Muito alto | 3 | Muito Próximo | 3 | 3 | Muito Alto |

(S) setores; (I) índice. Fonte: Elaboração da autora.

Figura 88 – Vulnerabilidade das ocupações à erosão costeira em Aracaju/SE.



Fonte: Elaboração da autora.

Nos bairros da Coroa do Meio e Atalaia há um elevado adensamento populacional evidenciado pela grande parcela de áreas ocupadas. Não obstante tal circunstância, a ocupação encontra-se medianamente afastada da linha de costa, com áreas que distam em até 400 m. Pontua-se que essa distância é fruto dos condicionantes naturais que propiciaram eventos de acreção sedimentar em grandes proporções, pois quando do início das primeiras construções elas se localizavam bem próximo à linha de costa (vide Figura 75).

Já na Zona de Expansão, há um adensamento relativamente menor, com grandes espaços vazios entremeando às áreas ocupadas. No entanto, os condomínios e bares estão localizados, em sua grande maioria, a menos de 200 m da linha de costa. Assim, mesmo que não haja grande quantidade de área ocupada, há um incremento da vulnerabilidade em razão da elevada proximidade.

A conjugação desses fatores resultou na preponderância do grau de vulnerabilidade alto e muito alto, intervalados por setores com médio grau, com ressalva apenas para a margem da desembocadura do Vaza-Barris, a que foi atribuído “inexistente” por efeito da ausência de ocupação.

6.2.2. Vulnerabilidade a alagamentos da frente litorânea de Aracaju/SE

Em grande parte dos estudos que envolvem os riscos, a mensuração da vulnerabilidade é realizada segundo a avaliação da capacidade de resistência e de resiliência das comunidades que podem vir a ser afetadas por eventos perigosos. Em geral esta avaliação é fundamentada em matrizes de indicadores sociais composto de dados primários e/ou secundários, que revelam condições de renda, habitabilidade, gênero, empregabilidade, saúde, educação, apoio social etc.

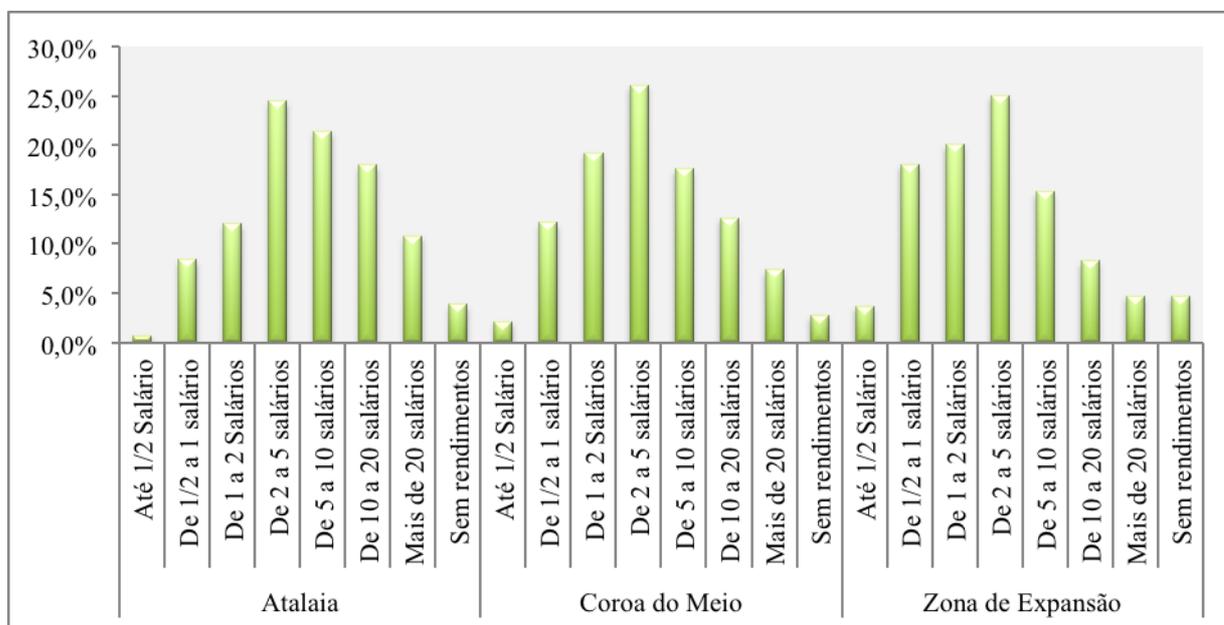
Para o caso específico da zona costeira, seus usos múltiplos por vezes não permitem mensurar de forma acurada todos esses indicadores. Um exemplo claro de tal situação é o uso sazonal do espaço costeiro, fruto da atividade turística ou em razão das segundas residências, o que dificulta a obtenção de dados e o processo de quantificação. Há, ainda, outro entrave concernente ao complexo mosaico da ocupação dos ambientes costeiros, principalmente quando na paisagem se entrelaçam as mais diversas formas de ocupação, como é o caso da área investigada.

Assim, a utilização da referida matriz embasada em dados secundários poderia ensejar erros significativos para a área de estudo, principalmente no que se refere à quantificação da renda familiar, em razão do modo como ocorreu o processo de ocupação.

Como já discutido, os bairros de Atalaia e Coroa do Meio, com destaque para o último, constituíram-se inicialmente como áreas destinadas à ocupação pela população de maior poder aquisitivo. Esse plano inicial não se concretizou completamente em razão da fixação de população de menor renda ao longo do desenvolvimento dos bairros. Já a Zona de Expansão, inicialmente ocupada por comunidades tradicionais, passou a receber o fluxo de moradores de classe média-alta, inicialmente para fins de segunda residência e posteriormente para moradia fixa. Dessa forma, nos três bairros estudados não há o predomínio do uso do solo urbano por uma determinada classe social, especialmente na Zona de Expansão, por se tratar de um bairro que reúne desde as características de ocupações tradicionais (algumas de caráter semi-rural) a condomínios de luxo ou alto padrão.

Para fins de exemplificação, o gráfico 7 aponta para o rendimento mensal médio familiar dos três bairros considerados.

Gráfico 7 – Rendimento mensal médio familiar dos bairros Atalaia, Coroa do Meio e Zona de Expansão.



Fonte: IBGE, 2010. Organização da autora.

Os dados colhidos coincidem com o processo descrito, uma vez que não é identificada a concentração de um dado padrão de renda em nenhum dos bairros. A partir da mera

observação do gráfico acima percebe-se que há, nos três bairros, praticamente a mesma quantidade de famílias que recebem nas faixas de ½ a 10 e de 10 a mais de 20 salários. A utilização deste indicador de forma descuidada, portanto, poderia mascarar a realidade social dos habitantes, principalmente os de menor poder aquisitivo, e influenciar na mensuração não só da vulnerabilidade, mas também do risco.

Diante de tal problemática e partindo do pressuposto de que o objetivo final é a delimitação das áreas que apresentam riscos associados aos alagamentos, optou-se pela mensuração da vulnerabilidade a partir da utilização de indicadores que revelem a capacidade de suporte da área investigada. Essa capacidade é medida pelo conjunto: derivações antrópicas da paisagem e densidade de infraestruturas.

As sucessivas modificações na paisagem costeira, principalmente diante dos típicos processos de urbanização desordenada, por vezes não são acompanhadas dos devidos projetos de infraestrutura para suportar tal crescimento, o que provoca uma contínua eclosão de situações problemáticas decorrentes do divórcio entre o crescimento urbano e o planejamento urbano-ambiental.

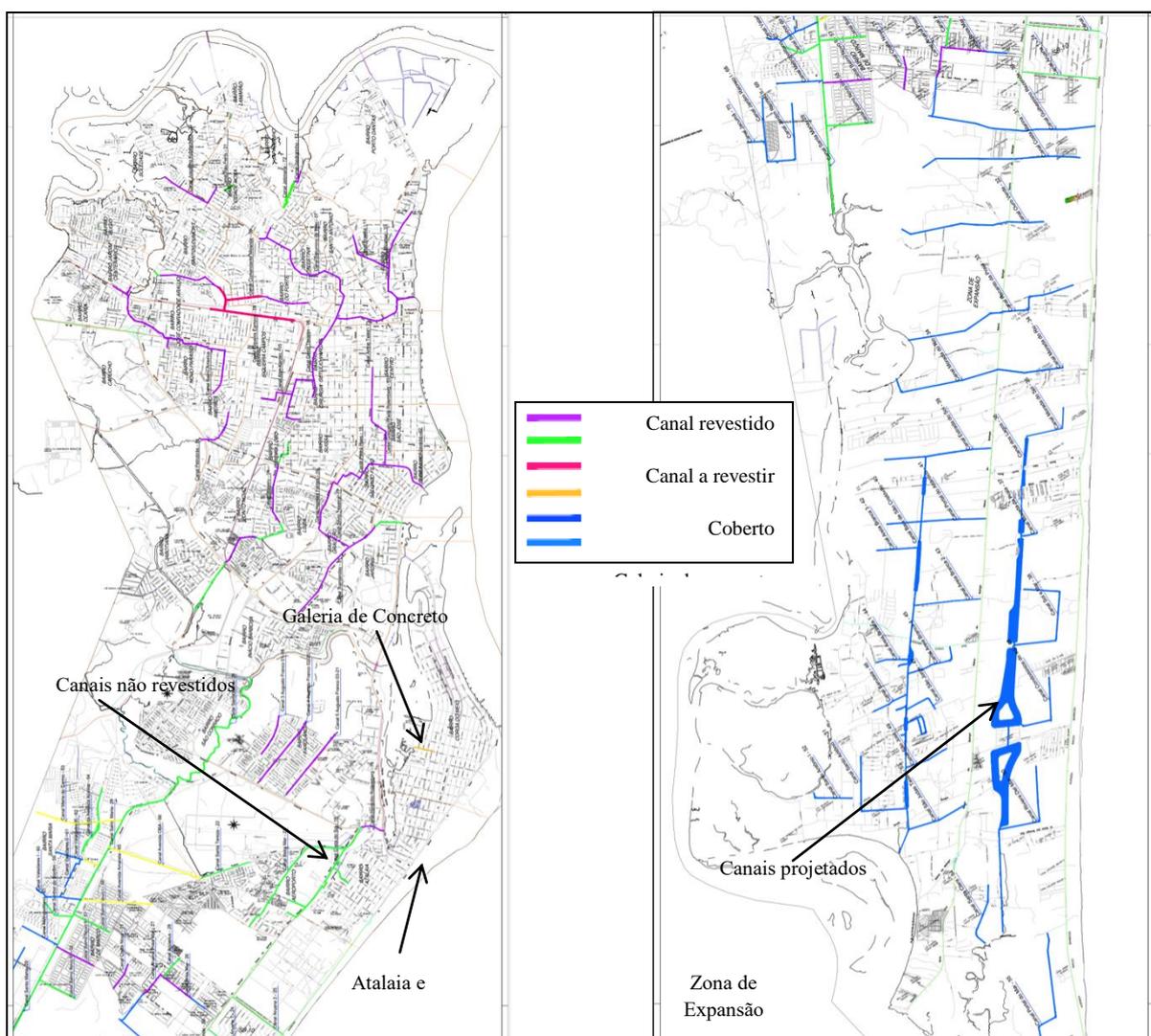
Para o caso dos alagamentos, esta categorização foi priorizada tendo em vista que há um aumento do grau de exposição da população quando ela reside em áreas em que os sistema de drenagem/esgotamento são falhos; ou, ainda, quando conjugado a uma situação de alto grau de adensamento em que a drenagem natural foi alterada, mas não sucedida da construção de um novo sistema.

De forma simplificada, o sistema de drenagem possui a função de aproveitar e encaminhar as águas pluviais, subdividindo-se em redes de micro e macrodrenagem. O sistema de microdrenagem é responsável pelo escoamento das vias locais (sarjetas, bocas-de-lobo, poços de visita e outros sistemas de coleta). Esse tipo de sistema é projetado para atender baixos e moderados índices de precipitação (MANUAL DE DRENAGEM URBANA, 2002). Já os sistemas de macrodrenagem envolvem os sistemas coletores dos diferentes sistemas de microdrenagem, constituído por rios, córregos, canais e outras estruturas que armazenam e conduzem grandes volumes de água, construídos para suportar os maiores volumes de precipitação (MANUAL DE DRENAGEM URBANA, 2002).

Além do sistema de drenagem, foi utilizado como indicador o tipo de esgotamento dos bairros. Apesar deste fator não influenciar diretamente nos alagamentos, a ausência de redes coletoras expõe os problemas relativos ao saneamento básico e evidencia a maior exposição da população.

No tocante ao sistema de drenagem do município de Aracaju, realça-se na figura 89 a planta da cidade contendo as informações dos canais existentes, bem como os projetados. Na Coroa do Meio há apenas uma galeria de concreto, enquanto a Atalaia é bordejada por um canal de drenagem não revestido. Já na Zona de Expansão a situação é mais gravosa, uma vez que não há qualquer canal de drenagem. Todos os que estão representados na figura constituem canais apenas projetados.

Figura 89 – Rede de macrodrenagem e proposta de construção de novos canais para Aracaju/SE .

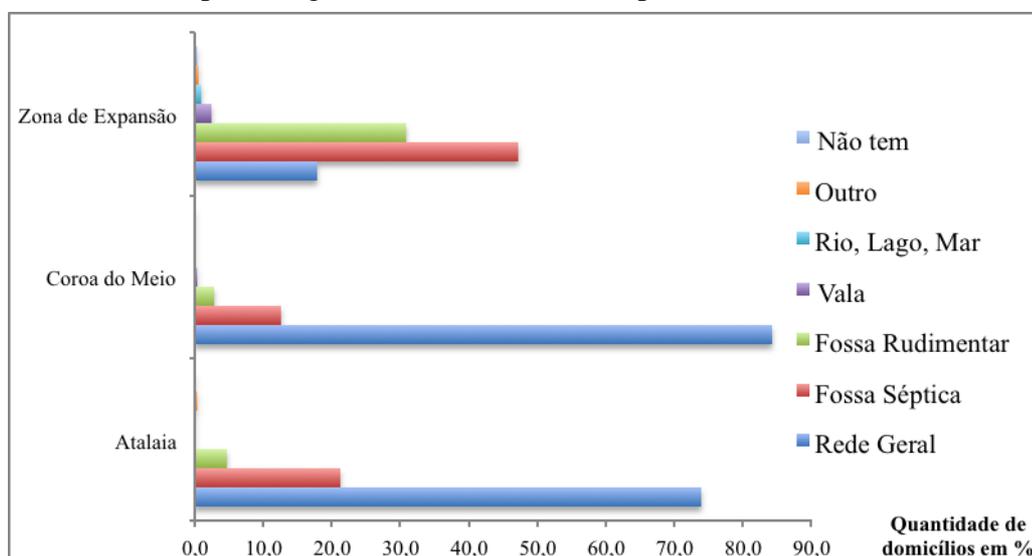


Fonte: Planta de Aracaju, EMURB, 2010.

No que diz respeito à rede de esgotamento, são apontados no gráfico 8 os principais tipos encontrados na área estudada. Atalaia e Coroa do Meio são os bairros que possuem rede geral de esgotamento e, em menor proporção, fossas sépticas e rudimentares. Já na Zona de

Expansão a situação é inversa, pois a rede geral atende o mínimo de área ocupada, com preponderância das fossas sépticas e rudimentares, além do descarte em corpos hídricos.

Gráfico 8 – Tipo de esgotamento da Zona de Expansão, Coroa do Meio e Atalaia.



Fonte: Censo demográfico 2010, IBGE. Organização da autora.

Ante o exposto, a matriz para mensuração da vulnerabilidade foi construída a partir dos três indicadores citados – nível de derivação da paisagem, rede de esgotamento e rede de micro e macrodrenagem (Tabela 22).

Tabela 22 – Vulnerabilidade a alagamentos da Zona de Expansão, Coroa do Meio e Atalaia.

| Bairros/ Indicadores | Atalaia | Coroa do Meio | Zona de Expansão |
|--|---|--------------------------|--|
| Nível de derivação da paisagem (NDP) | Muito Alto | Muito Alto | Alto |
| Índice | 10 | 10 | 7 |
| Tipo de esgotamento (TE) | Predomínio de rede geral | Predomínio de rede geral | Predomínio de fossas sépticas e rudimentares (mais de 70%) |
| Índice | 1 | 1 | 7 |
| Rede de micro e macrodrenagem (RMiMa) | Micro e macrodrenagem existentes com falhas | Apenas microdrenagem | Micro e macrodrenagem inexistentes |
| Índice | 5 | 7 | 10 |
| Índice | 6,2 | 7 | 8,2 |
| $V_{ul} = (0,4 \times NDP) + (0,2 \times TE) + (0,4 \times RMiMa)$ | | | |
| Grau de Vulnerabilidade | Alto | Alto | Muito alto |

Fonte: Organização da autora.

Dentre os bairros avaliados em Aracaju, a Zona de Expansão é o único que não apresenta sistema de drenagem e rede de esgotamento capazes de atender minimamente à população residente, razão pela qual se enquadra no grau de vulnerabilidade muito alto.

Fica evidente que o crescimento desse bairro, principalmente ao longo das duas últimas décadas, não foi acompanhado do desenvolvimento de infraestrutura necessário para suportar o aumento populacional. O contínuo aumento de área impermeabilizada tem alterado o ciclo hidrológico natural, pois a supressão de parte das lagoas e dos baixios úmidos tem comprometido não só a recarga dos lençóis freáticos, mas principalmente o padrão de drenagem natural. Diante da inexistência das redes de manejo de águas, são as referidas feições naturais que drenam os excessos pluviais, de modo que a sua supressão resulta em considerável alteração no escoamento sub-superficial das águas e potencialização do escoamento superficial.

Constata-se, ainda, que as construções em áreas que circundam as lagoas e os baixios úmidos também representam um sério problema. Isso porque, como tais feições são alimentadas por lençóis freáticos e águas pluviais, além de associadas a zonas de declive, as áreas de inundação podem ultrapassar os limites costumeiros tanto sazonalmente, como diante de eventos pluviométricos intensos. Ademais, a própria impermeabilização dos solos nas adjacências dessas feições pode promover a maior concentração do fluxo de água em direção a elas e propiciar a ampliação das áreas recobertas por água.

O cenário resultante da conjugação entre alteração da drenagem natural e ausência de um sistema de micro e macrodrenagem revela o elevado grau de exposição a eventos pluviométricos intensos da população residente na Zona de Expansão de Aracaju.

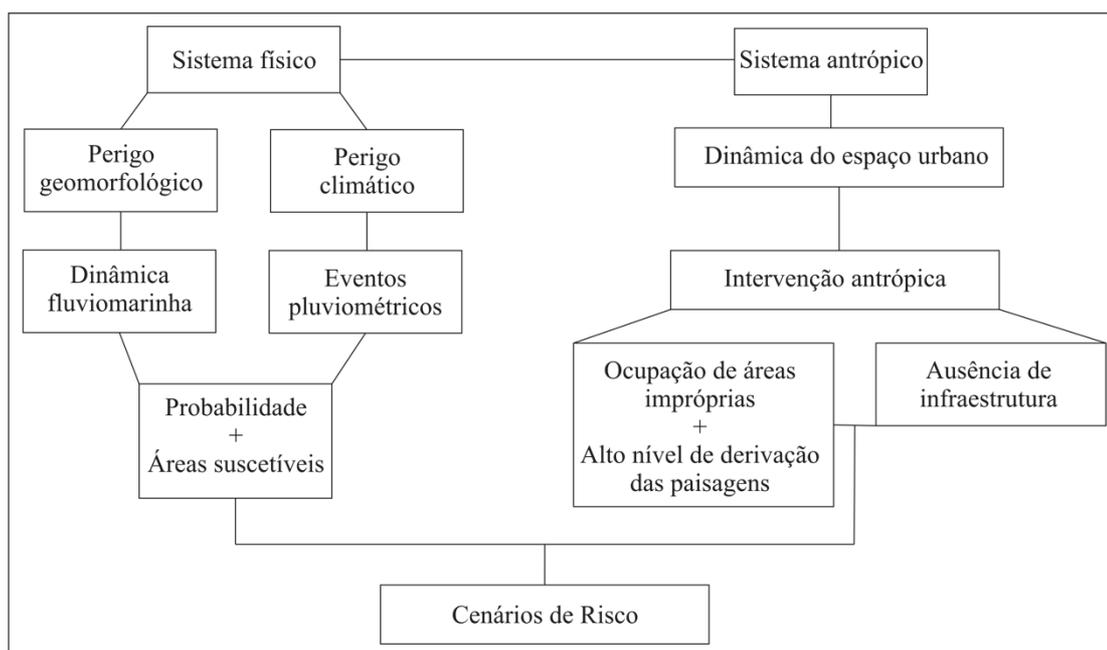
Já os bairros da Coroa do Meio e de Atalaia, revestidos de maior infraestrutura quando comparados à Zona de Expansão, enquadram-se no grau de vulnerabilidade alta. Não obstante a presença de rede de microdrenagem e de uma rede geral de esgotamento na Coroa do Meio, e de rede parcial de macrodrenagem na Atalaia, o fato destes bairros possuírem altíssimo grau de derivação da paisagem, que resultou na impermeabilização quase total do bairro, justifica a elevada exposição das ocupações a eventos pluviométricos intensos.

6.3. Delimitação das áreas de risco para a planície costeira de Aracaju/SE

A convergência no tempo-espaço de um evento perigoso somado a uma situação de elevada vulnerabilidade pode resultar na ocorrência de danos de diferentes magnitudes. A

avaliação do risco está justamente na interface entre a probabilidade de ocorrência de um dado fenômeno perigoso e os danos que podem vir a ser gerados no caso da concretização de um desastre. Para o caso da área de estudo, os riscos foram delimitados a partir da avaliação conjunta dos componentes físicos e antrópicos do sistema costeiro, tal como demonstrado na figura 90.

Figura 90 – Delimitação das áreas de risco para a planície costeira de Aracaju.



Fonte: Organização da autora.

Fundamentado na análise da probabilidade e da suscetibilidade à ocorrência de eventos erosivos, juntamente à avaliação da vulnerabilidade das ocupações ao referido perigo, foram calculados os índices de riscos à erosão associados à frente litorânea de Aracaju (Tabela 23). A espacialização desse conjunto de indicadores está exposta na figura 91.

Os resultados obtidos indicaram uma variação do grau de risco que vai desde o potencial até muito elevado. Justifica-se, inicialmente, o uso do termo “potencial” ao invés de “inexistente” para as adjacências da desembocadura do rio Vaza-Barris. Mesmo diante da circunstância de a área associada à desembocadura desse rio possuir elevada suscetibilidade à erosão, o fato de ela não possuir ocupação efetiva elimina a existência do risco, afinal, diante do que já foi debatido, este só existe quando associado à ação humana.

No entanto, classificar uma área como pertencente à classe de “risco inexistente” pode resultar em embaraços para o ordenamento do uso e ocupação na zona costeira. Tal classificação pode vir a ser erroneamente interpretada e tomada como uma área propícia à

ocupação, em razão da não existência de risco. Assim, para o caso específico de ambientes que estejam sujeitos a determinados fenômenos perigosos, constata-se como de bom alvitre o uso do termo “potencial”, cujo objetivo é esclarecer que a ausência de risco se deve exclusivamente à ausência da intervenção humana, mas que diante da consolidação desta o risco passará a existir e, para o caso das desembocaduras fluviais, sempre em grau mais elevado.

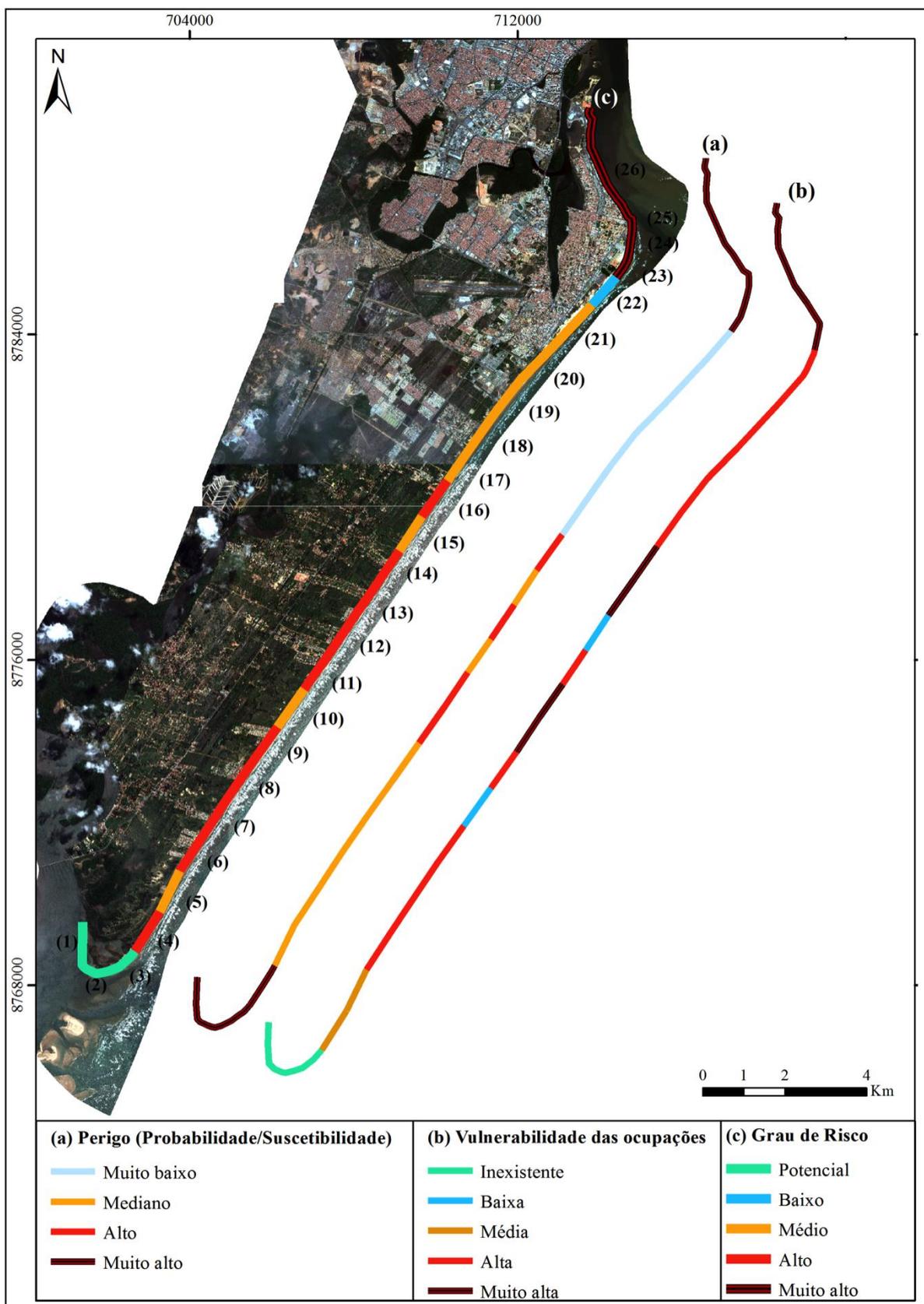
Situação completamente oposta é encontrada nos setores circunvizinhos à desembocadura do rio Sergipe, os quais estão associados ao grau de risco muito alto em virtude do nível de antropização. Como as proximidades da linha de costa estão relacionadas aos mais diversos usos, principalmente turístico e residencial, os riscos são potencializados pelos danos que podem vir a ser gerados diante da ocorrência de um processo erosivo, propenso a ocorrer sempre em maior magnitude.

Tabela 23 - Mensuração do risco associado à erosão costeira para Aracaju/SE.

| (S) | Perigo | | Índice (P) | Vulnerabilidade | Índice (R=(P+V)/ 2) | Risco |
|-----|-------------------------------|---|-------------------|------------------|---------------------------|------------|
| | Probabilidade /Intensidade | Suscetibilidade | | | | |
| 1 | 3 | 2 (Muito elevada, proximidade da desembocadura) | 3 (Muito alto) | 0 (Inexistente) | 0 | Potencial |
| 2 | 3 | 2 (Muito elevada, proximidade da desembocadura) | 3 (Muito alto) | 0 (Inexistente) | 0 | Potencial |
| 3 | 3 | 2 (Muito elevada, proximidade da desembocadura) | 3 (Muito alto) | 0 (Inexistente) | 0 | Potencial |
| 4 | 3 | 2 (Muito elevada, proximidade da desembocadura) | 3 (Muito alto) | 2 (Médio) | 2,5 | Alto |
| 5 | 2 | 1,9 (Média) | 2 (Mediano) | 2 (Médio) | 2 | Médio |
| 6 | 2 | 1,9 (Média) | 2 (Mediano) | 2,7 (Muito Alto) | 2,4 | Alto |
| 7 | 2 | 1,9 (Média) | 2 (Mediano) | 2,5 (Alto) | 2,3 | Alto |
| 8 | 2 | 1,9 (Média) | 2 (Mediano) | 2,5 (Alto) | 2,3 | Alto |
| 9 | 2 | 2,2 (Alta) | 2 (Mediano) | 2,5 (Alto) | 2,3 | Alto |
| 10 | 2 | 2,2 (Alta) | 2 (Mediano) | 1,7 (Baixo) | 1,9 | Médio |
| 11 | 2 | 2,3 (Alta) | 2,2 (Alto) | 2,5 (Alto) | 2,4 | Alto |
| 12 | 2 | 2,3 (Alta) | 2,2 (Alto) | 2,7 (Muito Alto) | 2,5 | Alto |
| 13 | 2 | 2 (Média) | 2 (Mediano) | 2,7 (Muito Alto) | 2,4 | Alto |
| 14 | 2 | 2,3 (Alta) | 2,2 (Alto) | 2,2 (Alto) | 2,2 | Alto |
| 15 | 2 | 1,9 (Média) | 2 (Mediano) | 1,5 (Baixo) | 1,8 | Médio |
| 16 | 2 | 2,3 (Alta) | 2,2 (Alto) | 2,7 (Muito Alto) | 2,5 | Alto |
| 17 | 1 | 1,3 (Muito Baixa) | 1,2 (Muito baixo) | 2,7 (Muito Alto) | 2 | Médio |
| 18 | 1 | 1,3 (Muito Baixa) | 1,2 (Muito baixo) | 2,5 (Alto) | 1,9 | Médio |
| 19 | 1 | 1,3 (Muito Baixa) | 1,2 (Muito baixo) | 2,5 (Alto) | 1,9 | Médio |
| 20 | 1 | 1,3 (Muito Baixa) | 1,2 (Muito baixo) | 2,5 (Alto) | 1,9 | Médio |
| 21 | 1 | 1,3 (Muito Baixa) | 1,2 (Muito baixo) | 2,5 (Alto) | 1,9 | Médio |
| 22 | 1 | 1,3 (Muito Baixa) | 1,2 (Muito baixo) | 2,2 (Alto) | 1,7 | Baixo |
| 23 | 3 | 1,5 (Muito elevada, proximidade da desembocadura) | 3 (Muito alto) | 2,5 (Alto) | 2,8 | Muito Alto |
| 24 | 3 | 2,5 (Muito elevada, proximidade da desembocadura) | 3 (Muito alto) | 3 (Muito Alto) | 3 | Muito Alto |
| 25 | 3 | 2,8 (Muito elevada, proximidade da desembocadura) | 3 (Muito alto) | 3 (Muito Alto) | 3 | Muito Alto |
| 26 | 3 | 2,8 (Muito elevada, proximidade da desembocadura) | 3 (Muito alto) | 3 (Muito Alto) | 3 | Muito Alto |

(S) Setores. Fonte: Elaboração da autora.

Figura 91 – Riscos associados à erosão costeira para Aracaju/SE.



Fonte: Elaboração da autora.

Para o restante da frente litorânea há preponderância dos riscos em grau médio e alto, justificados pela conjunção de setores com medianos e elevados níveis de derivação com áreas de elevada suscetibilidade à erosão costeira. Apenas um pequeno setor está relacionado ao grau baixo de risco, por conta da maior distância da ocupação e do grau baixo de suscetibilidade.

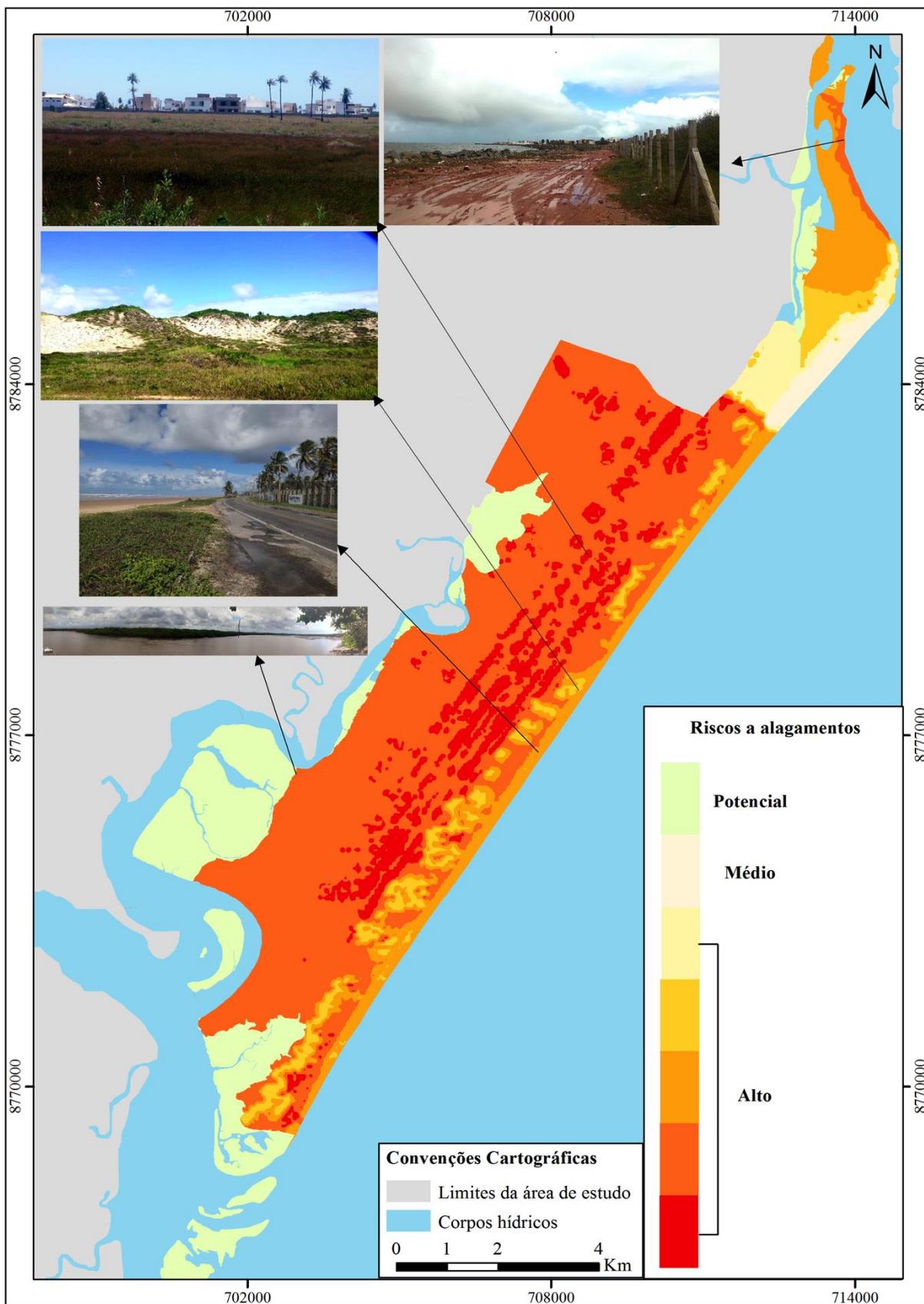
No que tange à classificação da planície costeira segundo os diferentes graus de risco associados a alagamentos, também foram empregados os indicadores de suscetibilidade a alagamentos e vulnerabilidade das ocupações (Tabela 24). O resultado da interpolação desses dados indicou a existência de três níveis de risco – potencial, médio e alto, cuja distribuição está exposta na figura 92.

Tabela 24 - Mensuração do risco a alagamentos para Aracaju/SE.

| Unidades geológicas | Subunidades | Perigo | | | Vulnerabilidade | Índice (R=(P+V)/2) | Risco |
|---|------------------------------------|----------------------------|------------------|------------------------|---|--------------------|------------------|
| | | Probabilidade /Intensidade | Suscetibilidade | Índice (P) | | | |
| Terraço Marinho | Associados a cordões litorâneos | 8 (Alta) | 6 (Média) | 7 | 8,2 (Zona de Expansão) | 7,6 | Alto |
| | Associados a baixios úmidos/lagoas | 8 (Alta) | 7,8 (Alta) | 7,9 | 6,2 (Atalaia) 8,2 (Zona de Expansão) | 7 8 | Alto Alto |
| Campo de Dunas | Dunas Frontais | 8 (Alta) | 3,5 (Baixa) | 5,8 | 7 (Coroa do Meio) | 6,4 | Alto |
| | | | | | 6,2 (Atalaia) | 6 | Médio |
| | Dunas Fixas | 8 (Alta) | 3 (Baixa) | 5,5 | 8,2 (Zona de Expansão) | 7 | Alto |
| | | | | | 8,2 (Zona de Expansão) | 6,9 | Alto |
| Depressões Interdunares | 8 (Alta) | 5,3 (Média) | 6,7 | 8,2 (Zona de Expansão) | 7,5 | Alto | |
| Depósitos dos bancos arenosos coalescidos | - | 8 (Alta) | 6,3 (Alta) | 7,2 | 7 (Coroa do Meio) | 7,1 | Alto |
| | | | | | 6,2 (Atalaia) | 6,7 | Alto |
| Planície de Maré | Inframaré | 8 (Alta) | 6,3 (Alta) | 7,2 | 7 (Coroa do Meio) | 7,1 | Alto (Potencial) |
| | | | | | 8,2 (Zona de Expansão) | 7,7 | Alto (Potencial) |
| | 7 (Coroa do Meio) | | | | 7,1 | Alto (Potencial) | |
| | 8,2 (Zona de Expansão) | | | | 7,7 | Alto (Potencial) | |
| | 7 (Coroa do Meio) | | | | 7,1 | Alto (Potencial) | |
| | 6,2 (Atalaia) | | | | 6,7 | Alto (Potencial) | |
| Ambientes de Sedimentação Recente | Praia/Pós-praia | 8 (Alta) | 4,8 (Média) | 6,4 | 8,2 (Zona de Expansão) | 7,7 | Alto (Potencial) |
| | | | | | 7 (Coroa do Meio) | 6,7 | Alto (Potencial) |
| | 6,2 (Atalaia) | | | | 6,3 | Alto (Potencial) | |
| | 8,2 (Zona de Expansão) | | | | 7,3 | Alto (Potencial) | |
| Bancos Arenosos | Pontal Arenoso | 8 (Alta) | 4,8 (Média) | 6,4 | 8,2 (Zona de Expansão) | 7,3 | Alto (Potencial) |
| | | | | | 8,2 (Zona de Expansão) | 7,3 | Alto (Potencial) |
| Depósitos Tecnogênicos | Material Urbano | 8 (Alta) | 8,5 (Muito alta) | 8,3 | 7 (Coroa do Meio) | 7,7 | Alto |
| | Material de Dragagem | | 6,3 (Alta) | 7,2 | | 7,1 | Alto |

Fonte: Elaboração da autora.

Figura 92 – Delimitação das áreas de risco a alagamentos para a planície costeira de Aracaju/SE.



Fonte: Elaboração da autora.

Uma segunda classificação, que independe do valor obtido, é o risco potencial, a qual foi utilizada segundo os mesmos parâmetros adotados para o risco à erosão costeira, ou seja, atribuída a áreas que apresentam suscetibilidade a eventos perigosos mas não possuem ocupação e, portanto, não caracterizam um cenário de risco. Na área de estudo as áreas enquadradas como risco potencial perfazem basicamente a unidade de planície de maré, com ênfase para o extenso manguezal da Zona de Expansão, e o pontal arenoso e bancos arenosos pertencentes à unidade dos Ambientes de Sedimentação Recente.

Em que pese existirem inúmeros vazios urbanos dentro da Zona de Expansão, estes não foram inseridos na categoria de risco potencial em consequência da influência antrópica indireta, que se revela pela presença de vias de ligação e pelas numerosas áreas loteadas.

Relativamente à categoria de grau de risco alto (entre 6,1 e 7,4), estão incluídos: o Campo de Dunas, os Ambientes de Sedimentação Recente e os Depósitos Associados à Coalescência de Bancos Arenosos. Apesar das duas primeiras unidades estarem majoritariamente associadas à Zona de Expansão, que possui maior grau de vulnerabilidade, o risco é relativamente reduzido por se tratar de unidades que apresentam menor grau de suscetibilidade. Numa análise setorial, outrossim, os bairros da Coroa do Meio e Atalaia se enquadram nesse nível tendo em vista a maior densidade de infraestrutura, somada ao fato de as unidades que as compõem também se caracterizarem pela suscetibilidade mediana, à exceção dos depósitos tecnogênicos úrbicos.

Já incluídos no grau de risco alto (acima de 7,5) se encontram basicamente o Terraço Marinho associado aos cordões e aos baixios úmidos/lagoas e os Depósitos Tecnogênicos Úrbicos. Este último por possuir uma elevada suscetibilidade a alagamentos; e aquele, não só pela suscetibilidade, mas principalmente por estar associado a uma zona onde a densidade de infraestrutura não é adequada ao nível de ocupação. Destacam-se ainda, inseridas no grau elevado de risco, as zonas úmidas em declives e suas adjacências, que constituem as áreas de maior grau de risco associadas aos alagamentos da planície costeira de Aracaju.

Em uma perspectiva qualitativa, na qual é retomado o estudo geocológico da paisagem, é trazido um quadro demonstrativo a fim de ressaltar a correlação existente entre a vulnerabilidade das unidades à intervenção antrópica e estado ambiental destas, com os indicadores utilizados para o cálculo do risco – eventos perigosos e a vulnerabilidade das ocupações (quadro 12).

Quadro 12 – Avaliação qualitativa dos riscos ambientais da paisagem costeira de Aracaju/SE.

| Unidades/Subunidades Geoecológicas | | Vulnerabilidade das unidades à intervenção antrópica | Estado ambiental da paisagem | Perigos avaliados | Derivações Antrópicas | Vulnerabilidade das ocupações | Riscos desencadeados |
|--|--|--|---|---|-----------------------|--|---|
| Terraço Marinho | Baixios Úmidos/Lagoas | Muito Alta | Crítico | Eventos pluviométricos intensos | Mediana | Alta | Unidade em desequilíbrio, com risco a alagamentos. |
| | Cordões Litorâneos | Alta | Instável | | | | |
| Campo de Dunas | Dunas Fixas | Muito Alta | Instável | Eventos pluviométricos intensos | Mediana | Alta | Subunidade em desequilíbrio parcial, com risco a alagamentos |
| | Dunas Frontais | | | Erosão Costeira | | | Subunidade em desequilíbrio parcial, com risco à erosão costeira |
| | Depressões Interdunares | | | Eventos pluviométricos intensos | | | Subunidade em desequilíbrio parcial, com risco a alagamentos |
| Bancos Arenosos Coalescidos | - | Alta | | Eventos pluviométricos intensos | Elevada | Mediana/Alta | Subunidade em desequilíbrio, com risco a alagamentos |
| Planície de Maré | Manguezal associado a altos níveis de antropização | Muito Alta | Crítico | Eventos pluviométricos intensos | Alta | Mediana/Alta | Subunidade em desequilíbrio, com risco a alagamentos |
| | Manguezal associado à área pouco antropizada | | Estável | | Baixa | Ausente | Subunidade em equilíbrio, suscetível a eventos pluviométricos intensos, com risco potencial |
| | Supramaré (apicum) | | Estável | Ausente | Ausente | Subunidades em equilíbrio, suscetível a eventos pluviométricos intensos, com risco potencial | |
| | Inframaré | | | | | | |
| Ambientes de Sedimentação Recente | Praia/Pós-Praia | Muito Alta | Medianamente Estável, com pontos críticos | Eventos pluviométricos intensos / Erosão Costeira | Baixa | Mediana/Alta | Subunidade em desequilíbrio parcial, com risco à erosão costeira |
| | Bancos Arenosos | | Estável | | Ausente | Ausente | Subunidade em equilíbrio dinâmico, suscetível à erosão costeira, com risco potencial |
| | Pontal Arenoso | | | | Ausente | Ausente | |
| Depósitos Tecnogênicos | - | Alta | Crítico | Eventos pluviométricos intensos / Erosão Costeira | Alta | Mediana/Alta | Unidade em desequilíbrio, com risco à erosão costeira e a alagamentos |

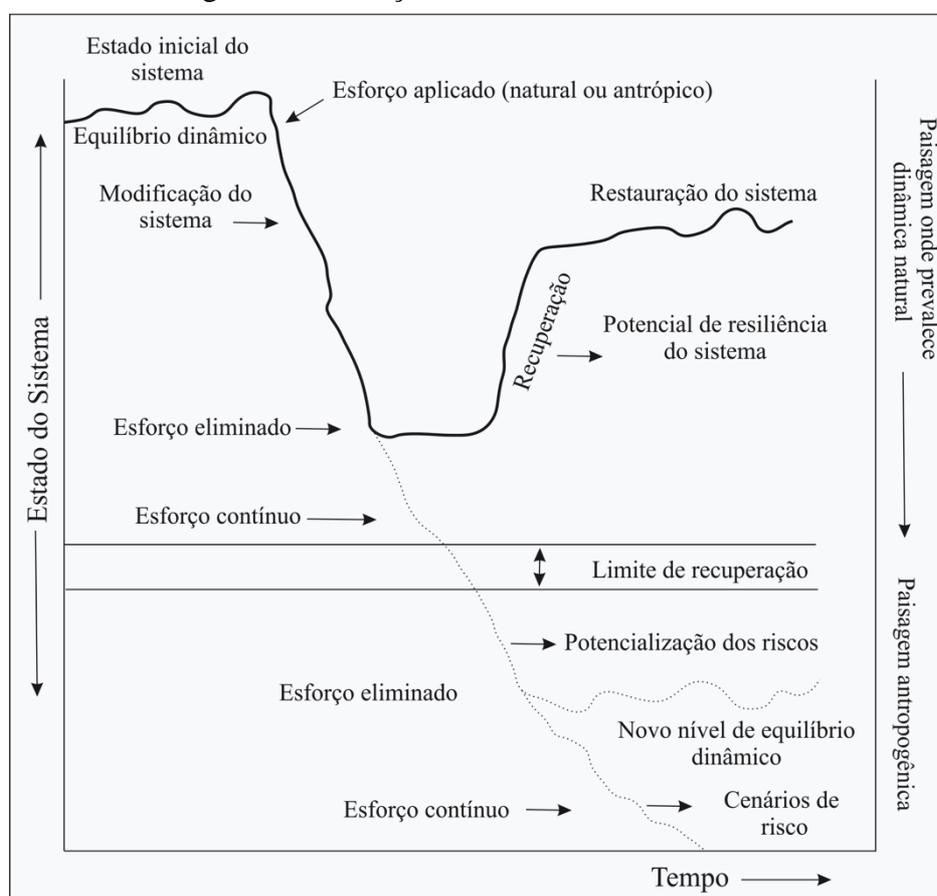
Fonte: Elaboração da autora.

6.4. A produção dos cenários de risco ambientais da planície costeira de Aracaju

Na discussão que agora emerge retomam-se dois conceitos que, a despeito de construções teóricas diferenciadas, convergem para o mesmo entendimento – “ambiente criado” de Giddens (1991) e “derivações antropogênicas” de Monteiro (2001). Ambos os conceitos reforçam a intervenção antrópica no espaço/paisagem como agente indutor de transformações irreversíveis as quais, para Giddens (1991), são responsáveis pela geração dos cenários de risco, principalmente na sociedade pós-moderna. Trazendo-os à análise geocológica da área investigada, tem-se o ambiente criado/derivado como responsável pela alteração na forma/função/estrutura do ambiente natural, cujas implicações perfazem desde a redução da capacidade natural de absorção dos efeitos de um evento perigoso até o surgimento de situações de insegurança diante desse perigo.

Estabelecido esse pressuposto, ganha relevo o modelo exposto na figura 93, apto a demonstrar a relação existente entre as variações do estado de um dado sistema e o surgimento de situações de risco.

Figura 93 – Relação entre o Estado do Sistema e o Risco.



Fonte: Adaptado de Drew (2010).

Observam-se duas condições completamente distintas quanto ao estado do sistema – uma em que prevalece na paisagem a dinâmica natural; e outra em que a paisagem passa por processos derivativos frente a ação humana e se torna antropogênica. Na primeira situação, quando o sistema é exposto a um dado esforço, seja ele natural ou antrópico, vale realçar, ele acaba sendo modificado. Entretanto, ante a situação de equilíbrio das funções dos seus componentes, o sistema logo retorna a situação de estabilidade quando o esforço cessa, em virtude do elevado grau de resiliência. Já na segunda condição, submetido a esforço contínuo, neste caso resultante da ação antrópica, rompe-se o limite de recuperação do sistema e sua auto-regulação é afetada. Caso haja a eliminação do esforço há o surgimento de uma nova situação de equilíbrio. Já se o esforço for contínuo, a tendência é a desregulação completa do sistema.

Infere-se desse modo que o risco desponta quando há uma ruptura no poder de resiliência do sistema como fruto dos processos derivativos antropogênicos, porquanto uma paisagem antropizada tende a sofrer significativamente com determinados eventos, os mesmos que rapidamente seriam absorvidos pelas paisagem em situação de estabilidade.

De se notar que a noção de estabilidade não está associada à não presença do ser humano, mas ao uso que se faz da paisagem. Para o caso da área de estudo, por exemplo, mesmo não aparecendo nos mapas em razão da escala utilizada, há áreas em que o risco é reduzido em razão da forma como a qual se deu a ocupação. Há alguns casos de condomínios, na Zona de Expansão especialmente, em que houve a preservação das lagoas e áreas verdes, e mesmo diante da não existência de um sistema de macrodrenagem, são raros os episódios de alagamento, isso porque subsistiram à ocupação as condições mínimas necessárias para a manutenção das funções geoecológicas das unidades ali presentes. Obviamente esses casos são exceções dentro da área investigada.

Destaca-se que os eventos de grandes magnitudes associados aos agentes estruturantes do relevo, como as erupções vulcânicas ou abalos sísmicos, não seguem este mesmo entendimento, já que os riscos associados a tais perigos não têm relação com a desregulação antropogênica dos sistemas. Nestes casos, o risco decorre majoritariamente da ocupação em áreas suscetíveis e são associadas principalmente ao grau de vulnerabilidade social.

Quanto aos perigos aqui abordados, esse entendimento deve ser extrapolado. Afinal, o que se pretende não é apenas a delimitação das áreas de risco mediante seu grau, mas também constatar como os cenários de risco são produzidos, o que decerto ultrapassa o cálculo de

Perigo *versus* Vulnerabilidade e adentra no processo de uso e ocupação de uma dada paisagem.

Quando se parte para a delimitação das áreas de risco, pura e simplesmente, geralmente se relega os fatores que desencadearam essas situações, pois o ponto de partida é o cenário que está posto, e não quais os fatores que levaram a sua construção. O problema reside no fato de que as soluções seguem o mesmo caminho, quais sejam, elas tendem a buscar a correção de uma dada conjuntura, mas não vão ao cerne do processo gerador: “quais os agentes que desencadeiam a produção dos cenários de risco?”

Submetendo o questionamento ao cenário da planície costeira de Aracaju constata-se que o crescimento e a urbanização, tal como das diversas cidades litorâneas do Brasil, vêm sendo acompanhados da produção de cenários de risco com destaque para um conjunto de fatores que atuaram sincronicamente na sua produção ao longo do tempo, com destaque para: a ação estatal, o capital imobiliário e a valorização do espaço costeiro.

A acentuada valorização da costa aracajuana nas últimas décadas configura-se como um dos grandes responsáveis pela extensa quantidade de áreas com elevado risco à erosão costeira e a alagamentos. Esta valorização é tida por Vitte (2003) como o ato de atribuir preço a um elemento da natureza, tornando-o um bem a ser consumido. Um exemplo claro desta situação é o apelo paisagístico atrelado às praias do qual resultou em valorização elevada dos terrenos defronte ao mar e, conseqüentemente, no incremento da pressão antropogênica nas áreas próximas à linha de costa. Em Aracaju essa pressão tem aumentado sobremaneira desde a década de 1980, atingindo o ápice na presente década.

Todo esse processo tem sido guiado, sobretudo, pela ação conjunta entre o mercado imobiliário e a ação estatal. O histórico de ocupação da costa aracajuana denota essa clara associação ao revelar um arquétipo comum – inicialmente as áreas são loteadas e postas à venda e logo em seguida a ação estatal dota a área de mínima infraestrutura para possibilitar a ocupação (estradas e eletrificação), mas não o suficiente para suportar o contínuo aumento populacional (rede de drenagem, rede de esgotamento, coleta e tratamento de lixo).

Essa lógica, que subverte completamente o planejamento urbano-ambiental para o qual a dotação de infraestrutura deve preceder o processo de ocupação, é seguida desde a intervenção na Coroa do Meio e prossegue até os dias atuais na Zona de Expansão. É nesse *modus operandi* que reside grande parte dos problemas desse bairro, uma vez que o “boom” populacional associado a uma infraestrutura deficitária é fator determinante para a inserção dessa área em um grau de risco elevado.

Tanto para zona costeira como para outros ambientes de grande beleza natural, o modelo predatório adotado pelo mercado imobiliário, e ratificado em muitos casos pela ação estatal, tem resultado em padrões de ocupação desordenados. É frequente romperem-se os limites de absorção de determinados eventos pelo sistema natural, circunstância sob a qual o ser humano passa a atuar como componente desregulador do sistema.

Vale ressaltar o papel do turismo como agente partícipe do referido modelo predatório de uso dos ambientes costeiros, embora para a costa aracajuana dito fator seja menos influente, tendo em vista a inserção recente do município nas rotas turísticas do nordeste.

De forma simplificada atribuem-se os inúmeros cenários de risco ao longo da costa brasileira a duas vertentes da produção do risco: o uso exploratório dos ambientes – em que se enquadra grande parte do litoral brasileiro; e a segregação socioespacial – que impulsiona a ocupação de áreas suscetíveis pela população de menor poder aquisitivo.

A despeito desta evidência, o rompimento desse obstáculo implica em dismantelar os grilhões que sustentam as desigualdades na cidade, o que perpassaria pela redução da atuação do capital privado, principalmente do capital imobiliário, hipótese um tanto quanto utópica dado o poder exercido por esse segmento econômico quando o assunto é o ordenamento das cidades.

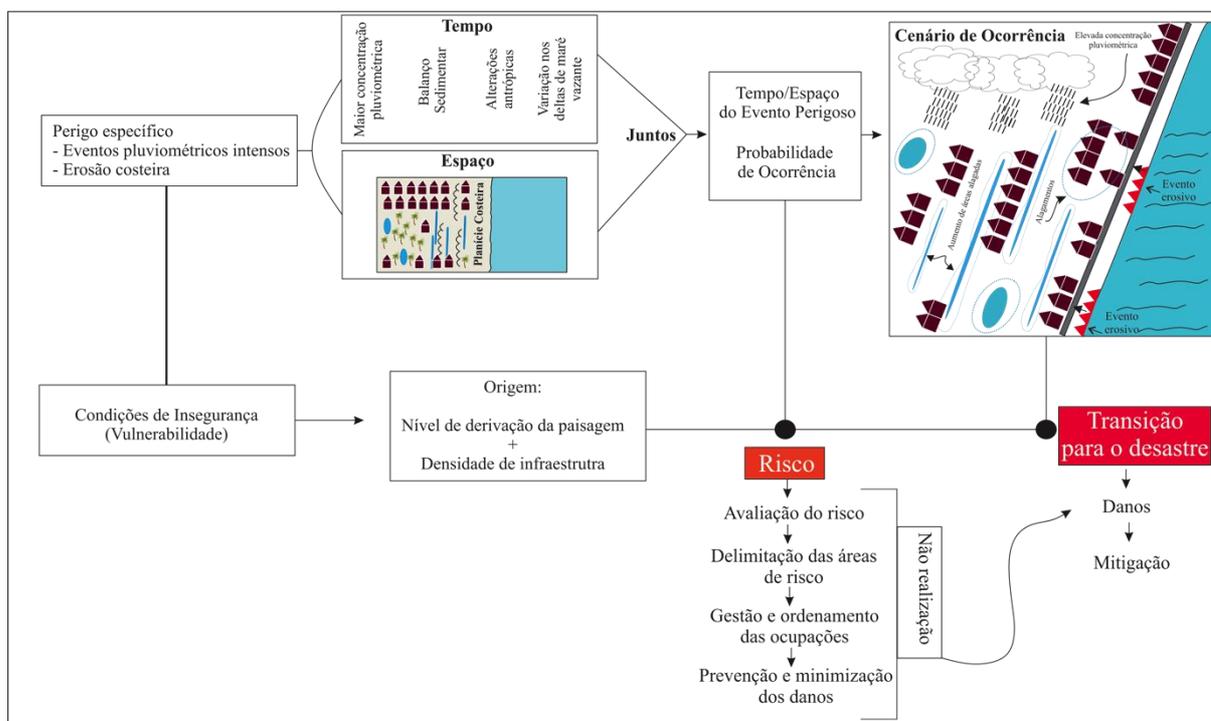
Após a delineamento dos agentes indutores da produção do risco, voltam-se os olhos para a construção de um cenário de probabilidade/ocorrência de eventos perigosos avaliados para área em destaque e as prováveis consequências, fundamentado no “modelo de transição para o desastre” elaborado por Wisner *et al* (2003) (Figura 94).

Nota-se que cenários probabilísticos podem vir a se concretizar diante da convergência no tempo/espço de um dado evento, o que resulta na transição de um cenário de risco para um cenário de desastre. A proporção dos danos causados é caracterizada em função da magnitude do evento, do grau de vulnerabilidade da área e das políticas adotados no âmbito da gestão do risco.

Sobrepondo a realidade da área estudada ao modelo proposto sobressaem duas particularidades. Inicialmente evidencia-se o risco associado aos alagamentos em razão do agente desencadeador ser extremamente previsível (uma vez que não houve alterações consideráveis na média pluviométrica dos últimos 50 anos de análise). Ou seja, é um cenário de risco que se repete quase que sazonalmente. Segundo, é que mesmo diante da previsibilidade do evento, que auxilia sobremaneira na avaliação do risco, ainda é recorrente a ocorrência de alagamentos, uma vez que não há para o município de Aracaju a adoção de

políticas públicas eficientes voltadas à gestão das áreas de risco, muito menos a tentativa de coibir a atuação dos agentes produtores do risco.

Figura 94 – Cenários de riscos/danos para a planície costeira de Aracaju.



Fonte: Organização da autora.

Pari passu ao caso dos alagamentos, não há políticas em nível municipal ou estadual voltadas à gestão de riscos e mitigação dos danos decorrentes da erosão costeira. De tal modo, o ordenamento da ocupação da frente litorânea não segue padrões estabelecidos por medidas interligadas ao gerenciamento costeiro, mas sim pela dinâmica do mercado imobiliário, apoiada na ação estatal, muito atuante não só no litoral aracajuano, mas em quase todo o estado de Sergipe.

Relegar a avaliação do risco como instrumento para o planejamento da cidade não é uma particularidade de poucas cidades, que se diga de passagem, pois está mais para regra do que para exceção. Ademais, postergar a avaliação do risco acaba se tornando uma opção política mais conveniente para o poder público diante da sua clara ineficiência e/ou conivência frente à lógica devastadora do capital privado, nos moldes aqui narrados. Assim, o que se identifica no plano nacional é a prevalência das políticas de contingência e/ou contenção de danos ao invés de políticas efetivas de prevenção, as quais teriam que passar obrigatoriamente por quem de fato tem responsabilidade pela criação desse mecanismo. Os

resultados, inevitavelmente, são os cenários de desastres, que podem extrapolar os limites dos prejuízos financeiros e ameaçar vidas, a exemplo dos deslizamentos de terra e enchentes.

Toda essa conjuntura atrelada ao fato de o Brasil não estar exposto a eventos de grandes magnitudes, que ocorrem em curto espaço de tempo e causam grandes desastres, fazem com que a avaliação do risco seja secundarizada. Há de considerar ainda que mesmo diante do conhecimento das áreas de risco, o fato de grande parte das ocupações já estarem consolidadas (por vezes com o aval indireto do poder público), gera uma maior dificuldade na aplicação de medidas de prevenção.

E em se tratando de zona costeira, em especial, nos ambientes de planície é que a percepção do risco se esvai quase que por completo. Pela quantidade de danos causados pelo movimento de massas nas vertentes, o risco praticamente não é notado para as planícies. Tal quadro recai no que Veyret (2013) define como risco difuso, aquele menos percebido, menos midiático e, portanto, mais traiçoeiros.

CAPÍTULO VII

CENÁRIOS FUTUROS PARA A PLANÍCIE COSTEIRA DE ARACAJU E A POTENCIALIZAÇÃO DOS RISCOS

7. CENÁRIOS FUTUROS PARA A PLANÍCIE COSTEIRA DE ARACAJU E A POTENCIALIZAÇÃO DOS RISCOS.

“(...) às vezes podemos influenciar o resultado de uma surpresa. Em se tratando de um resultado positivo, podemos multiplicá-los; em se tratando de um resultado negativo, podemos evitá-lo” (SCHWARTZ, 2003, p. 25).

A avaliação do risco está sobremaneira atrelada à dimensão temporal do estudo da paisagem. Ao passo em que essa carrega a medida do passado, ao deter-se a resultados dos fenômenos que ocorreram em um dado espaço, também está imbricada ao tempo futuro, afinal, avaliar o risco em essência é estabelecer um provável cenário de ocorrência de algum evento na tentativa de prever os possíveis danos decorrentes. Dessa forma, estimar o risco já é por si só traçar um cenário futuro fundamentado na análise dos componentes de um dado sistema.

A importância da cenarização, principalmente nos estudos de cunho ambiental, decorre da velocidade e da forma com a qual têm ocorrido as mudanças nas paisagens, o que suscita um delineamento do que pode vir a ocorrer diante do panorama que se mostra, tudo isso com o propósito de evitar a criação ou mesmo a repetição de cenários calamitosos. É nesse sentido que o estabelecimento de cenários é uma tentativa de compensar dois erros comuns no planejamento: subestimar e superestimar as mudanças (SCHOEMAKER, 1995).

Destarte, a composição de cenários objetiva descrever uma situação futura que dependerá dos acontecimentos no tempo presente (GODET, 2004), revestindo-se de uma função crucial dentro do planejamento ambiental.

A discussão em torno dos cenários possui grande proeminência dentro dos ambientes de negócios, principalmente no ramo administrativo. No entanto, diante da abrangência do conceito, este tem sido utilizado em estudos envolvendo a temática de planejamento ambiental, pois constitui um dos melhores instrumentos para apoio à gestão. Há de se reconhecer, todavia, a dificuldade de aplicação dos cenários na vertente ambiental, principalmente em se tratando da avaliação dos riscos. Isso porque cenários que envolvem o componente risco dependem mormente da existência de variáveis minimamente previsíveis (HEIDJEN, 2004). Para o caso de riscos envolvendo os alagamentos, por exemplo, essa construção é facilitada em razão da previsibilidade dos períodos de maior concentração pluviométrica, diferentemente da erosão costeira, cuja ocorrência é aperiódica em alguns casos.

No contexto dos estudos ambientais relacionados à cenarização destacam-se as contribuições de Santos (2004). Esta autora descreve os cenários como “quadros hipotéticos de um futuro plausível” (p. 52) que possuem enorme importância porque são capazes de interpretar o caminho e a rapidez das alterações da paisagem e, o mais notável, conduz “a uma reflexão sobre as implicações de projetos e políticas de desenvolvimento” (p.53).

Partindo da perspectiva do gerenciamento costeiro, o Manual de Gestão do Projeto Orla (2006) indica modelos para a construção de cenários baseados na situação atual, na tendência e no cenário desejado. O que se evidencia é o reconhecimento do modelo de uso e ocupação predatório do ambiente costeiro, tanto na situação atual, quanto nos cenários tendenciais, a partir dos quais sugere-se a composição de cenários harmônicos com a estruturação natural da paisagem.

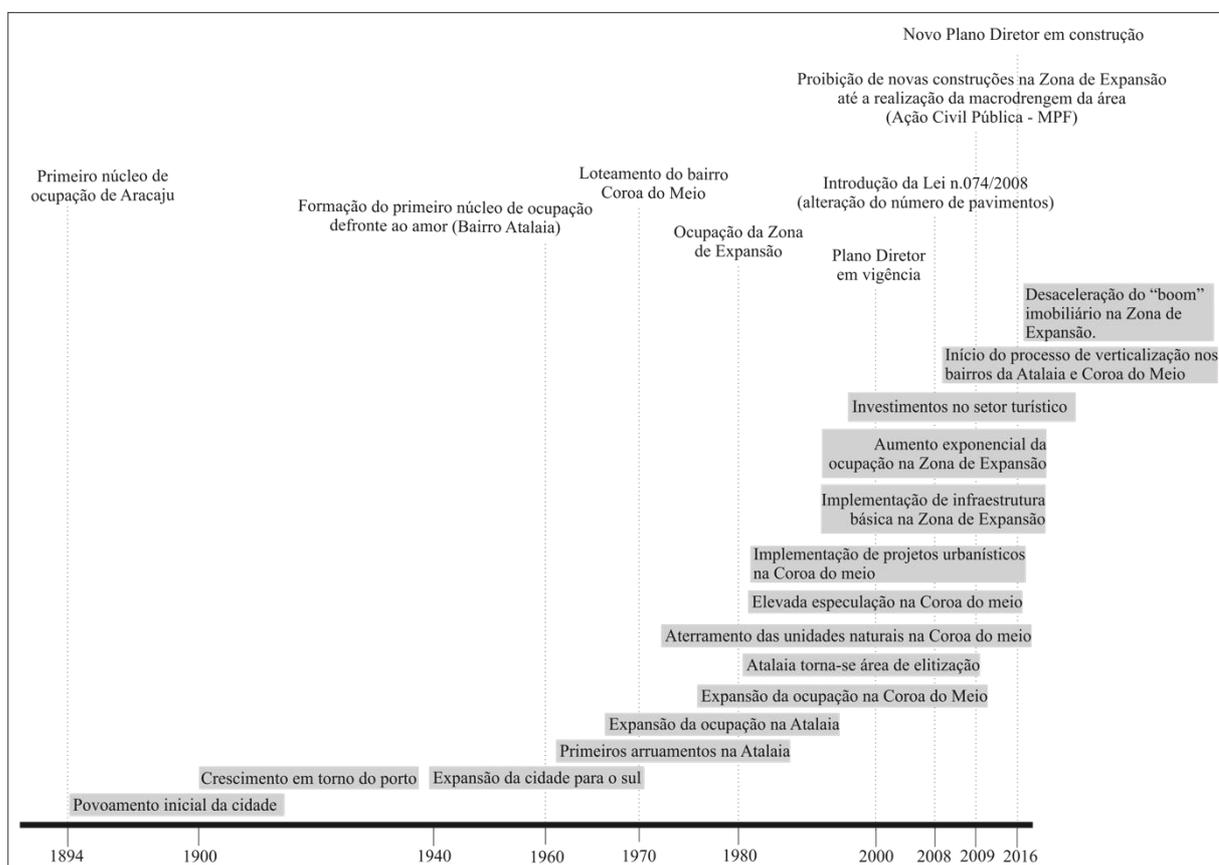
Feitas tais considerações, o principal objetivo deste último capítulo é traçar os cenários futuros perante às tendências observadas no passado (últimas cinco décadas) e no presente, com ênfase para os atores envolvidos nesse processo e com fundamento no viés prospectivo.

Com esse intento, foram elaborados quatro cenários: o cenário atual – o qual revela os processos responsáveis pela organização da paisagem tal como a visualizada; os cenários tendenciais I e II – construídos com base em projeções históricas e nos atores condicionantes do futuro; e o cenário recomendado – o qual conjectura sobre uma situação de uso sustentável da paisagem costeira aliado à conservação e preservação das unidades que desempenham funções importantes dentro do sistema costeiro.

7.1. Constituição do cenário atual

O cenário atual da paisagem costeira do município de Aracaju é resultante de um conjunto de atores e fatos históricos, cujo entrelaçamento resultou na estruturação da paisagem tal qual visualizada hodiernamente, discussão esta que foi travada no capítulo 4 do presente trabalho, também responsável por elucidar as fases e a evolução do processo de ocupação nos últimos 120 anos. A figura 95, que reaviva algumas discussões já aqui empreendidas, ilustra uma linha do tempo contendo os principais fatos históricos e suas consequências para a composição do atual cenário.

Figura 95 – Fatos históricos influentes na construção do cenário atual da planície costeira de Aracaju.



Fonte: Elaboração da autora.

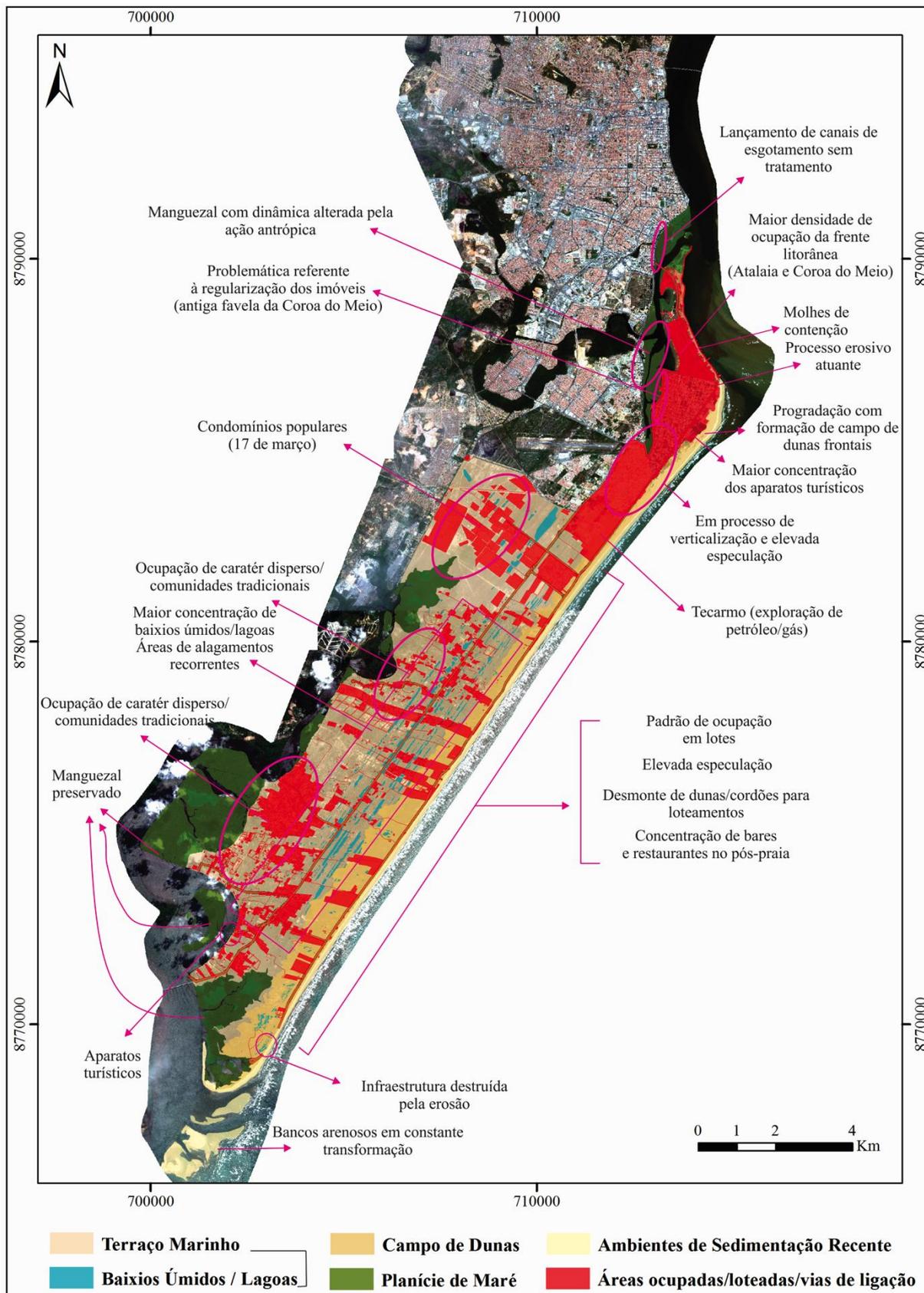
Constata-se a existência de um arranjo complexo, mas de fácil percepção, na evolução da cidade em suas diversas feições. Da cronologia dos eventos nota-se a importância da edição e/ou modificação de leis responsáveis pelo ordenamento do uso do solo, por exemplo. É facilmente perceptível que muitas dessas normas possibilitaram a atuação do mercado imobiliário, ao tornar, por exemplo, determinados ambientes passíveis de ocupação, ou permitir o aumento do número de pavimentos. E isso não se restringe ao âmbito do processo legislativo, mas infraestrutural também, como já discutido. Afinal, por maior que fosse o apelo em relação às moradias defronte ao mar ou em áreas verdes, não haveria grande interesse da população se não houvesse a promessa mínima de aparatos urbanos, estes propiciados pelo poder público.

Apesar da alargada condescendência do poder estatal, também há impedimentos igualmente normativos. O fato de a concessão de novas licenças estar impedida restringiu o número de novas edificações na Zona de Expansão nos últimos 7 anos. O cenário atual sem

esta proibição certamente seria caracterizado por um volume bem maior de área ocupada, e consequentemente, de conflitos.

Assim, a dimensão com a qual ocorreram as mudanças esteve balizada acima de tudo nos condicionantes antrópicos e, em menor proporção, nas variáveis naturais. Quanto a estas, destacam-se os processos de sedimentação associados às desembocaduras e à própria origem do bairro Coroa do Meio. A figura 96 traz um panorama geral dos processos naturais e antrópicos associados ao cenário atual.

Figura 96 – Cenário atual da planície costeira de Aracaju.



Fonte: Elaboração da autora.

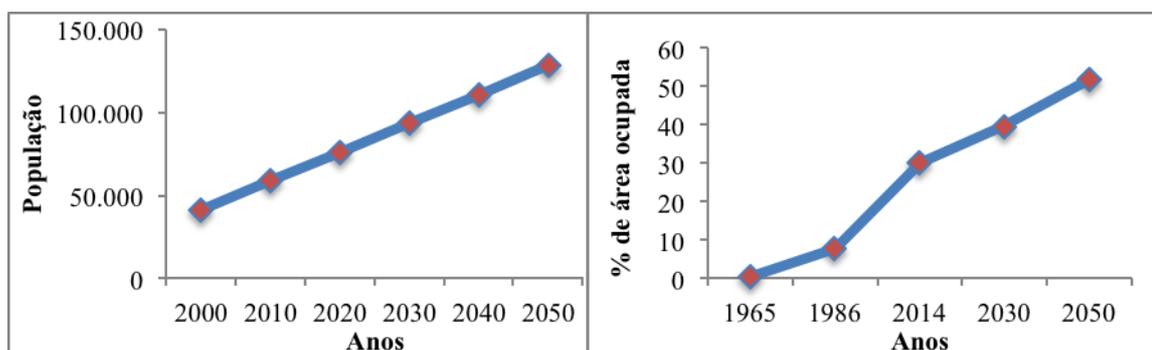
7.2. Cenário futuro tendencial I - continuidade das tendências atuais

Na composição deste cenário o principal condicionante é a expansão urbana desordenada combinada à supressão das unidades geológicas.

No cenário atual os bairros de Atalaia e Coroa do Meio possuem elevada densidade de área ocupada, com poucos espaços vazios. Neste caso é certo que para os próximos anos o aumento de população só se dará mediante a verticalização, tendência já evidente. De tal modo, o aumento efetivo de área ocupada somente será previsto para a Zona de Expansão, que ainda resguarda grandes vazios urbanos.

O gráfico 9 aponta para a evolução de área ocupada entre 1965 e 2014 e para a população entre 2000 e 2010. Ambas trazem a projeção para os anos de 2030 e 2050 realizada a partir da taxa de crescimento observada nos últimos anos. Assim, nos próximos 35 anos a estimativa é que mais de 50% da área de estudo encontre-se efetivamente ocupada, com aproximadamente 140.000 mil habitantes. Ainda conforme tais parâmetros, até o final do século XXI mais de 80% da área de estudo estaria ocupada.

Gráfico 9 – Evolução e projeção de população e da área ocupada para planície costeira de Aracaju entre 1965 e 2050.



Fonte: Organização da autora.

Evidentemente esses valores são apenas suposições porquanto as variáveis que levam à expansão urbana e o modo como ela se procede não são estáticas e podem vir a ser alteradas no transcorrer dos anos, suavizando ou estendendo as tendências atuais.

Quanto às variáveis consideradas mais influentes na composição do cenário futuro da área investigada, enfatizam-se: a construção do novo PDDU da cidade, a continuidade ou não da proibição da emissão de novas licenças para construção na Zona de Expansão e a ação do turismo.

Frisa-se inicialmente o papel do novo PDDU, atualmente em processo de elaboração. A atualização desse instrumento normativo pode promover mudanças significativas, principalmente para a Zona de Expansão. O destaque especial para este bairro se deve ao fato de que, para o caso dos bairros Coroa do Meio e Atalaia, transformações expressivas já ocorreram quando da aprovação da lei complementar municipal nº 74/2008, que alterou ponto fundamental do Plano Diretor. Como a Zona de Expansão é o setor do município que mais concentra vazios urbanos e feições naturais, acredita-se que esta área será priorizada na revisão do plano diretor.

Quaisquer mudanças que venham a ocorrer, a exemplo da mudança do zoneamento ou dos parâmetros referentes aos ambientes naturais, repercutirão sobre a nova organização espacial desse bairro. Como há pressão vultosa do mercado imobiliário para que o Plano Diretor da cidade se torne mais permissivo, é temido que as mudanças gerem transformações impactantes nos parâmetros de uso e ocupação do solo.

Outra variável fundamental envolve a realização das obras de macrodrenagem, objeto central da ACP movida em razão da ocupação desregulada da Zona de Expansão e dos impactos dela resultantes. No ano de 2010 a prefeitura de Aracaju apresentou projeto dos canais de drenagem para Zona de Expansão com a finalidade de responder às exigências iniciais da decisão judicial. No entanto, considerando o que foi previsto, poucas obras foram realizadas. A principal delas foi a dragagem do canal Santa Maria⁴, que absorve o fluxo pluvial do 17 de Março e de alguns outros trechos do setor norte da Zona de Expansão. Como já mencionado, a completa liberação para novos empreendimentos para o bairro só ocorrerá após a conclusão do projeto de macrodrenagem, conforme decisão judicial até o presente momento ainda vigente.

Por fim, sublinha-se o papel do turismo na composição do cenário tendencial. A despeito de Aracaju ainda não figurar entre os destinos principais nos roteiros turísticos associados ao modelo “sol e praia” no âmbito da região nordeste, há considerável aumento do fluxo de turistas nos últimos anos.

Um fato que pode alterar esse cenário e acelerar a tendência atual é a destinação de US\$ 100 milhões (cem milhões de dólares) ao estado de Sergipe através do projeto Programa de Desenvolvimento do Turismo – PRODETUR – financiado pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID. Apesar desse montante ser destinado a todo o Estado, Aracaju é um dos polos de investimentos. Como já existe a tendência do turismo sol e praia, acredita-se que

⁴ Obra orçada em mais de R\$ 15,7 milhões, fruto do convênio entre PMA e BID (PMA, 2015).

os investimentos continuarão a focar esse viés, o que poderá desencadear grandes transformações, principalmente no litoral sul da capital, onde os aparatos urbanos e turísticos ainda são pouco desenvolvidos.

A preocupação quanto à consolidação dessa projeção manifesta-se no uso das unidades naturais que compõe o “cenário paisagístico” destinado à lógica do modelo sol e praia. Evidentemente que o fato de a costa aracajuana ainda possuir praias limpas, extensos campos de dunas e manguezais preservados será utilizado como mote turístico, o que poderia resultar na interferência nesses ambientes, especialmente com a finalidade de propiciar a instalação de determinado aparatos.

A tentativa de construção de um *resort* entre os anos de 2005 e 2007 às margens da desembocadura no rio Vaza-Barris, mais especificamente no pontal arenoso, é umas das demonstrações do uso turístico que por vezes se dá nesses ambientes. Apesar da proibição da edificação deste empreendimento pelo IBAMA, acredita-se que tantos outros projetos possam surgir em função do estabelecimento de Aracaju enquanto roteiro turístico.

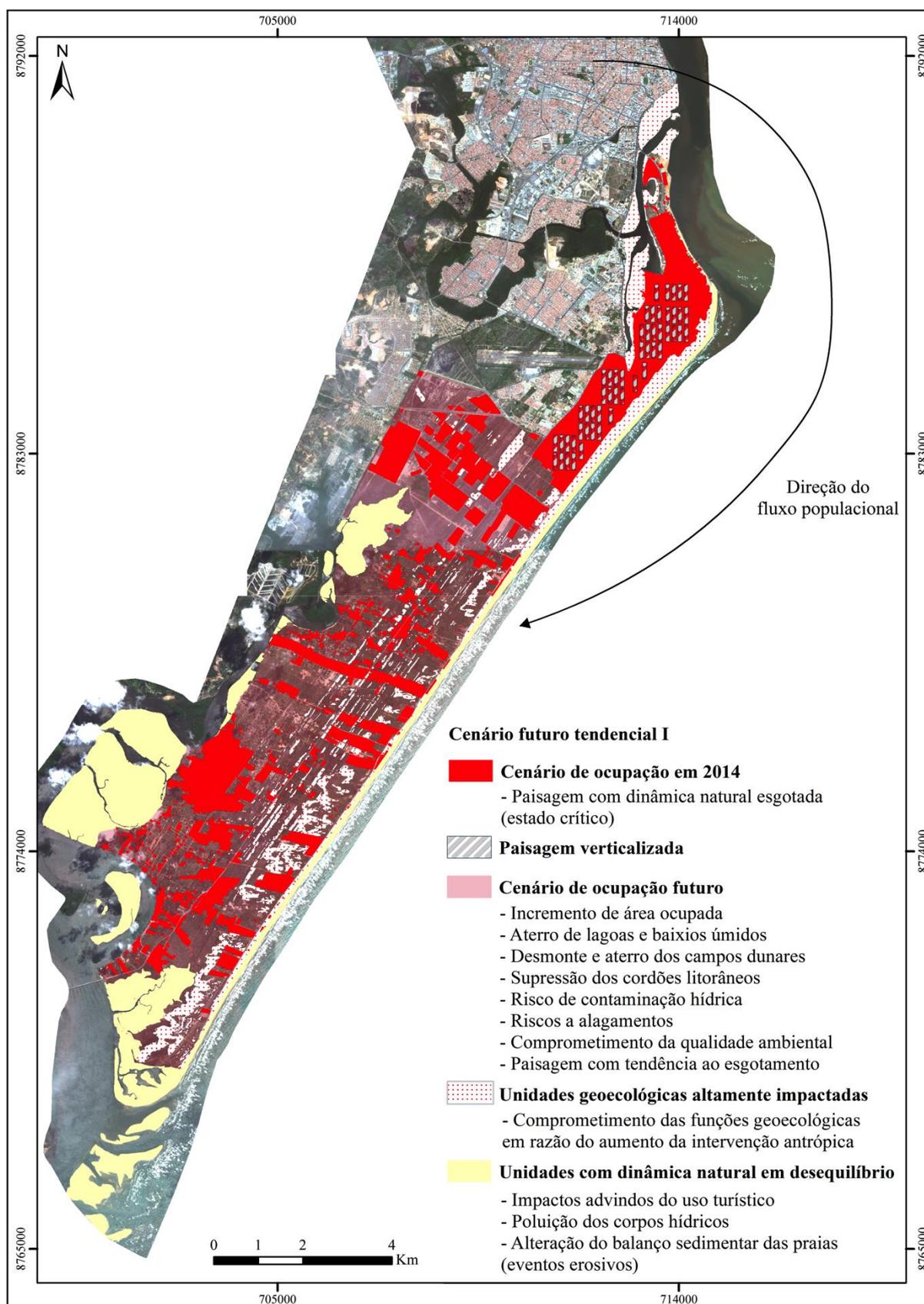
Em face dos condicionantes destacados, a figura 97 aponta para o cenário futuro tendencial I resultante da avaliação dos processos decorrentes das intervenções futuras, concebido numa perspectiva de aumento populacional sem planejamento e ordenamento.

Quanto à expansão urbana, há tendência ao crescimento radial em torno das áreas urbanas já consolidadas, linearmente ao longo das vias, no formato de loteamentos, e à verticalização nos bairros cujos espaços vazios estão praticamente esgotados. O principal eixo de avanço e de maior valorização do solo seria a frente litorânea, em razão dos atrativos paisagísticos, tal como nas proximidades do canal Santa Maria e do rio Vaza-Barris.

Este cenário revela inexoravelmente grandes impactos negativos por efeito da expansão superficial de área ocupada e conseqüente regressão das unidades geológicas. Essa configuração pode vir a se concretizar até o final do século ou em tempo anterior, a depender da evolução da dinâmica urbana do município.

Haveria completa modificação do estado ambiental, o que recai na discussão da produção do risco atrelada a transformações antropogênicas na forma/função/estrutura da paisagem. De tal modo, umas das principais conseqüências da concretização desse cenário é a expansão espacial do risco.

Figura 97 – Cenário futuro tendencial I para a paisagem costeira de Aracaju/SE.



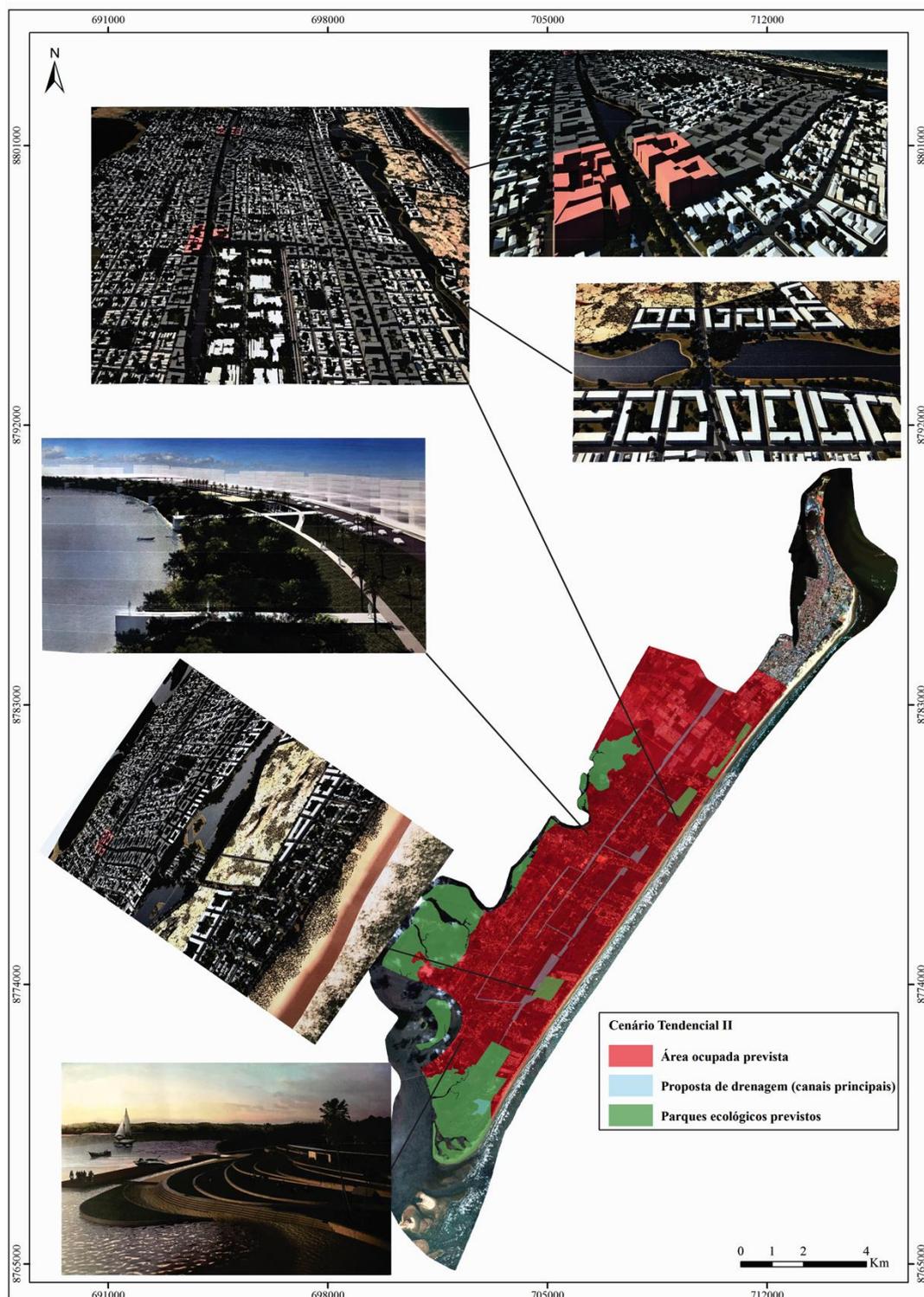
Fonte: Elaboração da autora.

7.3. Cenário futuro tendencial II (relacionado à Zona de Expansão) – concretização do projeto urbanístico

Neste cenário é considerado como elemento central o projeto urbanístico elaborado para a Zona de Expansão no ano de 2014, intitulado “Diretrizes de Ocupação Urbana do Mosqueiro – Relatório 4 – Propostas Finais”, elaborado por “Jaimer Lerner Arquitetos Associados Ltda” sob contratação da EMURB/PMA. Vale ressaltar que essa mesma empresa foi a responsável pela elaboração do projeto urbanístico do bairro Coroa do Meio na década de 1990.

O principal entrave para a realização da referida proposta a longo prazo é o seu elevado custo, já que prevê a total remodelação da Zona de Expansão, além da instalação do projeto de macrodrenagem. Ao longo do próprio relatório é realizada a cenarização da Zona de Expansão após a concretização do projeto, tal como destacado na figura 98.

Figura 98 – Cenário previsto pelo projeto urbanístico para Zona de Expansão de Aracaju.



Fonte: Diretrizes de ocupação urbana do Mosqueiro (2014). Organização da autora.

Com base em um diagnóstico socioambiental da Zona de Expansão, o projeto urbanístico prevê grandes transformações na paisagem induzidas por cinco eixos, dos quais destacam-se: sistema viário, drenagem, meio ambiente e uso e ocupação do solo (Figura 99).

Figura 99 – Eixos do projeto urbanístico para Zona de Expansão de Aracaju.



Em (a): meio ambiente; em (b): macrodrenagem; em (c): sistema viário; em (d): uso e ocupação do solo.
 Fonte: Diretrizes de ocupação urbana do Mosqueiro (2014).

Quanto ao sistema viário, a proposta consiste basicamente na organização das vias em eixo longitudinal (eixo central que ligaria toda a área, paralela a atual Rodovia dos Náufragos), eixos transversais (eixo de ligação com a frente litorânea) e polos (pequenas centralidades urbanas), além das vias coletoras.

No tocante à drenagem, maior problemática da área, é apresentado um conjunto de soluções no âmbito da micro e macrodrenagens tentando duas medidas básicas: captação e escoamento eficientes através de galerias e o transporte e desaguamento seguro das águas.

O primeiro ponto a ser ressaltado nessa parte do projeto é que todos os lançamentos de águas pluviais seriam direcionados ao Santa Maria, e não à praia, objetivando um menor impacto. De forma sucinta, tendo em vista a complexidade da completude do relatório, toda a proposta é voltada para a abertura de canais de macrodrenagem, localizados majoritariamente ao longo do eixo viário longitudinal e nos corpos lacustres, alargados e modificados para recepção do fluxo pluvial.

O projeto ainda menciona o aproveitamento de áreas naturalmente alagadas para reservar os volumes de acumulação, na tentativa de absorver o volume imediato das chuvas. O estudo inclusive antevê cotas de inundação a fim de garantir que a ocupação só ocorra em cotas seguras (acima de 2m, de acordo com o esboço) e, para os demais casos, sugere o aterramento.

Todo o projeto de drenagem está obviamente associado ao esgotamento sanitário. Como os canais seriam despejados no rio Santa Maria, há preocupação quanto ao tratamento dessas águas e, por esta razão, o projeto chama a atenção para o compromisso dos empreendimentos imobiliários da região, que deverão prever sistemas próprios de coleta e tratamento do esgoto, além de antever instalações de estações de tratamento de esgoto públicas.

Outro aspecto de grande relevância é o uso e ocupação do solo. O projeto sugere o zoneamento da área em: zona de indução à ocupação – setor que compreende a rodovia dos Náufragos e o canal Santa Maria; zona de ocupação restrita – setor que compreende a rodovia dos Náufragos e a rodovia José Sarney; zona de ocupação controlada – basicamente as áreas de apicuns; zona de interesse ambiental – as áreas de mangue e pequenas extensões de campo de dunas; e zona eixo dos naufragos – área que margeia a rodovia. De acordo com o relatório, esta proposição foi alicerçada na busca pela sustentabilidade ambiental, social e econômica da Zona de Expansão.

Há, ainda, a proposição da criação de setores: o estrutural (ao longo da via principal), para o qual se propõe a maior densidade de ocupação e aparatos turísticos; de habitação de interesse social; setor dos parques lacustres; e setor de parques ecológicos compostos pelas áreas de preservação permanente.

Vale destacar que as propostas contidas no referido projeto se baseiam no Plano Diretor em vigência elaborado em 2000. Em razão disso, há duas ferramentas legais urbanas que são discutidas em relação ao uso e ocupação do solo: a Outorga Onerosa do Direito de Construir e a Transferência do Direito de Construir, as quais, diga-se de passagem, constituem instrumentos urbanísticos obscuros no âmbito do PDDU da cidade de Aracaju.

A Outorga Onerosa viabiliza um adicional no potencial construtivo, além do que é estabelecido pelos parâmetros de zoneamento do PDDU, por meio de compensação financeira do proprietário do lote ao município. É um instrumento mencionado pelo próprio Estatuto da Cidade, o qual estabelece que os recursos obtidos dessa transação sejam destinados ao poder público municipal, que ficaria encarregado de aplicar esta retribuição financeira em instrumentos de melhorias da cidade. Em face dessa possibilidade, o projeto urbanístico ambiciona a utilização da Outorga Onerosa como forma de permitir edificações verticalizadas ao longo do eixo principal da Zona de Expansão, de modo que, em tese, os valores obtidos dessa transação seriam revertidos para a implantação de infraestrutura viária e de macrodrenagem.

Quanto à Transferência do Direito de Construir, este possibilita ao dono do imóvel, impedido de utilizar o potencial construtivo do seu lote em razão da proteção e preservação ambiental (entre outros motivos), exercer em outro local o direito de construir previsto no PDDU. O projeto defende esse instrumento como fundamental no âmbito da Zona de Expansão, haja vista a grande quantidade de áreas *non aedificandi*.

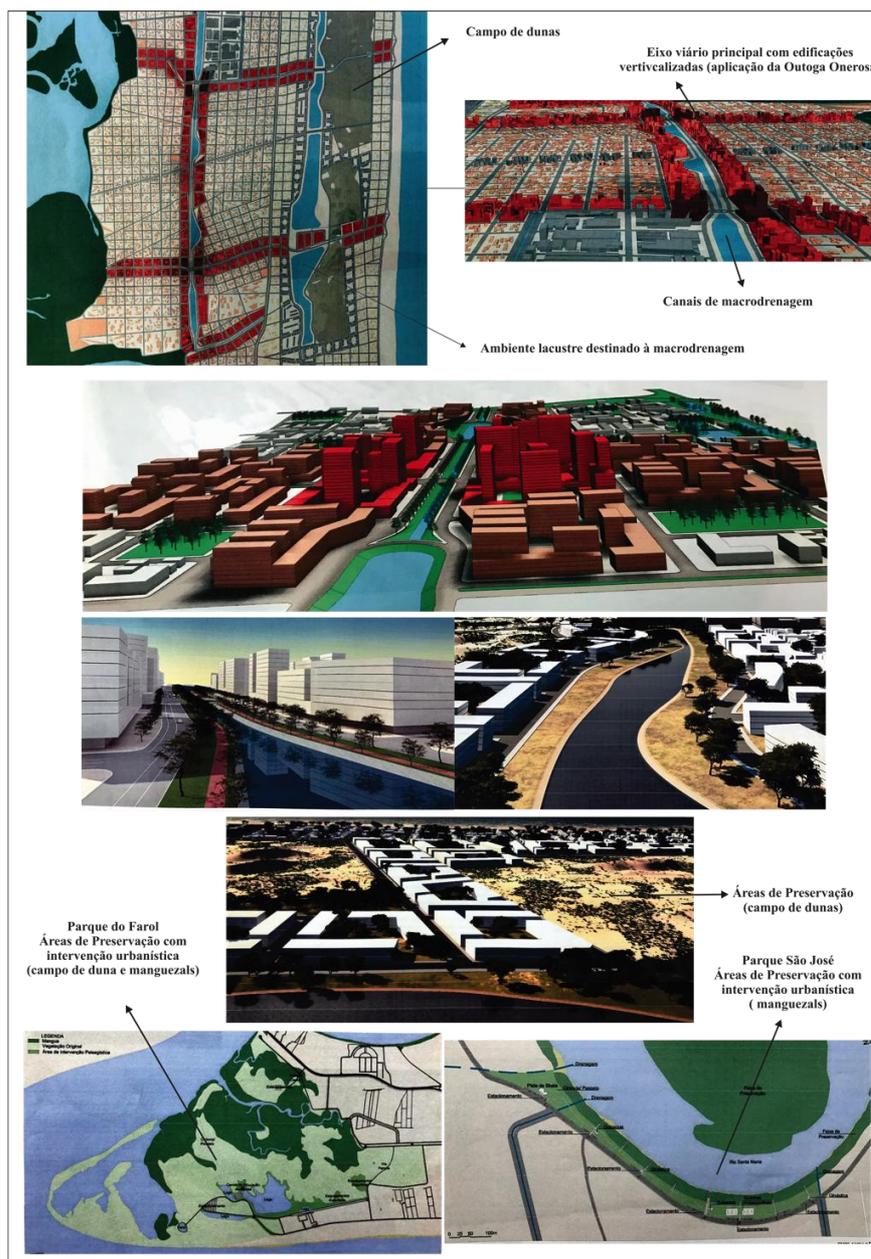
As medidas relacionadas à preservação ambiental aludem essencialmente à criação de parques ecológicos: Parque do Farol (desembocadura do rio Vaza-Barris), que receberia intervenções paisagísticas a fim de propiciar o uso turístico; Parque São José (margens do rio Santa Maria), destinado ao uso público, com quiosques, equipamentos esportivos etc.; Atracadouro Público (rio Santa Maria), destinado à utilização do rio para esporte e turismo náutico; e os campo de dunas, sem maiores intervenções.

Aponta-se ainda estimativa realizada quanto à projeção da população para a área. Utilizando parâmetros para o cálculo de densidade, o estudo revelou que em um cenário de adoção dos parâmetros urbanísticos máximos, somados a uma situação de plena ocupação do

solo, estima-se que a Zona de Expansão, segundo o projeto, possa comportar até 560 mil habitantes. Atualmente a área conta com pouco mais de 28 mil.

A figura 100 traz uma perspectiva geral das principais intervenções em todos os âmbitos previstas no projeto.

Figura 100 – Intervenções prevista para Zona de Expansão.



Fonte: Diretrizes de ocupação urbana do Mosqueiro (2014).

Após a exposição dos principais pontos relacionados ao projeto urbanístico, parte-se para a análise dos efeitos dessas transformações e o cenário delas resultante. Sabe-se que a execução de um projeto dessa magnitude requer uma gama de conhecimentos específicos que

extrapolam os limites do estudo geográfico da paisagem. Portanto, as análises aqui realizadas serão restritas à potencialização dos riscos em função das alterações na estruturação das unidades naturais nele proposta.

O primeiro ponto a ser discutido é a macrodrenagem. Apesar da necessidade premente da sua realização em decorrência do crescimento de área ocupada (até para o cenário atual), há uma grande problemática que permeia a abertura e transformações de corpos hídricos e baixios úmidos em canais pluviais: o risco de contaminação hídrica.

Há uma tendência nos projetos de drenagem de se aproveitar as áreas naturalmente alagadas para macrodrenagem, a exemplo de canais fluviais, canais de maré, lagoas etc. Por tal razão o projeto vislumbra a transformação de alguns setores que possuem lagoas/baixios úmidos em áreas de recepção do fluxo de água, as quais estariam interligada a outros canais.

O problema é que na maioria das vezes esses canais pluviais se tornam canais de esgotamento, em razão do despejo ou ligações impróprias de rede de esgoto, como em todos os canais existentes no restante da cidade de Aracaju. Só que neste caso as consequências seriam mais graves, pois, além dos canais criados, haveria o elevado risco de contaminação dos lençóis freáticos que abastecem e são reabastecidos pelas zonas úmidas.

Ademais, não se pode perder de vista que o projeto prevê que o fluxo final dos canais seria despejado no rio Santa Maria e em áreas de manguezal. Desse modo, a contaminação desse fluxo hídrico poderia trazer grandes impactos não só ao ecossistema, mas também à comunidade pesqueira presente na região. Chama-se a atenção para o fato de que as áreas de despejo dos canais estarem sujeitas às variações da maré, o que poderia gerar a mesma problemática que Aracaju vive atualmente: o transbordo dos canais e alagamentos provenientes das marés de sizígia (MOTA; MELO, 2016).

Outro ponto que merece destaque são as proposições para o uso e ocupação do solo, que permeiam a discussão sobre o meio ambiente. Nas plantas apresentadas, quatro situações demandam atenção: o elevado adensamento populacional para uma área que é de adensamento restrito, de acordo com PDDU, o que por si só torna o projeto paradoxal; a supressão dos cordões litorâneos; a redução drástica do número de lagoas; o isolamento completo e redução dos campos de dunas; e o pequeno número de áreas verdes.

Nada obstante o projeto teoricamente reconheça que a Zona de Expansão é uma área de adensamento restrito em razão das feições naturais presentes, as áreas destinadas à preservação são extremamente restritas quando analisadas sob a importante função geocológica desempenhada pelas unidades afetadas.

A completa supressão dos cordões litorâneos, por exemplo, é evidente na projeção do incremento de área ocupada na frente litorânea. Como já citado, o fato de os cordões não serem resguardados expressamente por lei (o que torna a sua proteção legal controversa) compromete a sua permanência em determinados projetos, mesmo que a função desempenhada por eles seja bem próxima à das dunas. Como os cordões são entremeados pelas zonas úmidas, parte delas também seria aterrada para ocupação.

À semelhança dos baixios úmidos, haveria uma redução do número de lagoas quanto comparado com o número existente no cenário atual. Ademais, apesar de classificadas como áreas de preservação permanente, algumas das lagoas restantes seriam transformadas para recepção do fluxo pluvial, circunstância que revela uma contradição, afinal, enquanto área de preservação haveria de ser vedada a sua supressão ou quaisquer intervenções. No entanto, como haveria o alargamento dos corpos lacustres, em tese não haveria prejuízo à sua função geocológica e, portanto, não haveria ofensa à lei, além de que seria uma solução razoável, não fosse o risco iminente de contaminação hídrica em função da interligação com os outros canais.

Quanto às dunas, a perda de área seria notória em comparação ao estado atual. Outro impacto seria o isolamento dessas feições entre as áreas ocupadas, o que comprometeria sobremaneira o transporte sedimentar.

Por fim, também chama a atenção a baixa quantidade de áreas verdes, que seriam restritas necessariamente aos parques ecológicos, o que expressa uma drástica redução da vegetação nativa presente na área.

Apesar das soluções apontadas e da tentativa de ordenar a ocupação visando ao que o projeto defende como sustentabilidade ambiental, há de se considerar os impactos resultantes de uma intervenção de tal envergadura. As derivações decorrentes poderiam comprometer o estado da paisagem em consequência do esforço antrópico constante, o qual poderia desregular as funções desempenhadas pelas unidades e comprometer a capacidade de absorção e de recuperação após a ocorrência de determinados eventos.

Deduz-se que neste cenário o grau alto de risco a alagamentos seria reduzido com as obras de macrodrenagem. Todavia, da dissolução parcial de um cenário de risco proviria outro tão grave quanto – o risco de contaminação hídrica. Além disso, haveria potencialização do risco à erosão costeira, pois, além do incremento de área ocupada, ela estaria muito próxima da linha de costa.

7.4. Cenário recomendado - projeto urbanístico com respeito à composição biofísica da paisagem

A conjuntura atual e do que se espera para as próximas décadas impõem a necessidade urgente de um projeto de urbanização, principalmente no que concerne à Zona de Expansão. Como incumbe a uma gama de profissionais definir instrumentos de gestão de territorial, o objetivo aqui é gerar um cenário em que haja a manutenção de condições mínimas para que o sistema costeiro possa se autorregular, evitando a potencialização de determinados riscos.

Para a planície costeira de Aracaju, a construção de um ambiente que vislumbre a minimização das situações de risco perpassa impreterivelmente pela verificação do que se sucedeu com determinadas áreas do município que possuem composição biofísica semelhante.

Quando se observa o cenário resultante de um processo de urbanização pautado no aterro de manguezais e dunas, canalização e transformação de canais de maré em canais de esgotamento, poluição de corpos hídricos, entre outros problemas ambientais, percebe-se a ausência de um planejamento eficiente e adequado a longo prazo. O resultado dessa conjunção de fatores é uma variedade de situações de risco que vão desde os alagamentos associados a eventos pluviométricos e variação das marés até a contaminação hídrica.

Proceder à analogia entre os diferentes setores da área estudada surge como uma útil possibilidade para os fins colimados neste trabalho. A Coroa do Meio, a título de exemplo, foi o bairro de Aracaju em que mais houve intervenção antrópica a fim viabilizar a ocupação. Tal intervenção foi uma das mais perniciosas às unidades naturais, tanto em virtude do remodelamento do ambiente, quanto em razão da não consideração da dinâmica fluviomarina, de onde decorreu cenário de riscos associados à erosão.

Como a Zona de Expansão ainda se caracteriza pela existência de grandes vazios urbanos e a desembocadura do Vaza-Barris é praticamente inabitada, a possibilidade de conduzir um planejamento e ordenamento eficientes é mais factível em razão do conhecimento das ações que deveriam ser evitadas.

Em face da elevada pressão antropogênica sobre o ambiente costeiro aracajuano é inexequível a realização de um planejamento cujas linhas decisórias sejam voltadas à coibição do uso e ocupação deste ambiente, mesmo que em alguns casos essa solução fosse a mais desejável.

Sob tal premissa, para a construção do cenário recomendado foram considerados: a legislação vigente (tanto em âmbito federal, quanto municipal), o incremento populacional

previsto para os próximos anos, a compatibilização do uso e ocupação com a manutenção das funções geoecológicas das unidades e o potencial de autorregulação do sistema. A partir deste agrupamento definiram-se cinco classes temáticas para o cenário recomendado (Figura 101): ocupação consolidada no cenário de 2014, áreas passíveis de ocupação, áreas de ocupação restrita, áreas de preservação e áreas de conservação.

A delimitação das áreas de preservação foi realizada com base na Lei Federal nº. 12.651/2012, a qual define como áreas de preservação permanente: as restingas como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues, o manguezal em toda a sua extensão, as lagoas e o seu entorno (30 m para zonas urbanas) e a faixa marginal dos cursos d'água (100 m para os cursos que possuam entre 50 e 200 m de largura). Não obstante a legislação não preveja a inclusão dos baixios úmidos nessa delimitação, optou-se por inseri-los com o propósito de se defender a manutenção dessas unidades enquanto corpos de drenagem natural.

Quanto ao campo de dunas, o PDDU de Aracaju delimita apenas as dunas acima de 10 m como áreas de preservação. Contudo, em face da supressão dos campos dunares verificado durante o processo de ocupação da costa de Aracaju, somada à elevada importância no sistema costeiro, recomenda-se a manutenção dessas feições independentemente da altura.

Para os setores que margeiam os rios Santa Maria e Vaza-Barris, em que a ocupação ainda é incipiente, adotou-se a distância de 100 m, tal como previsto em lei. No entanto, há setores em que a ocupação, além de consolidada, encontra-se diretamente sobre às margens dos rios, razão por que foi prevista a preservação das áreas restantes e sugerida a recuperação das características originais da paisagem mediante a retirada de habitações e equipamentos urbanos.

Associados às áreas de conservação encontram-se o ambiente praias e as dunas frontais. A estreita relação existente entre essas feições exige a proteção, principalmente das dunas, com o propósito de garantir o transporte bidirecional de sedimentos e evitar balanço sedimentar negativo e consequente processo erosivo. Por se tratar de um ambiente aproveitado para o uso turístico, pretende-se o uso sustentável com manutenção das formas e redução de impactos. Assim, setorizou-se a orla costeira aracajuana de acordo com as ações previstas, dentro da delimitação exposta pelo PNGC:

- Ações corretivas: para a orla associada aos bairros da Coroa do Meio e Atalaia. Sugerida a adoção de medidas para o controle e monitoramento dos usos, associados à verificação da qualidade ambiental.

- Ações de controle: para a orla associada a níveis de ocupação intermediários na Zona de Expansão. Sugerido o uso sustentável com ações que vislumbrem a promoção da qualidade ambiental.

- Ações preventivas: para as adjacências da desembocadura do rio Vaza-Barris. Propõe-se a adoção de medidas que visem à preservação das características naturais.

Considerando a ocupação já consolidada acrescida da quantidade prevista para as próximas décadas, ponderou-se a distribuição da ocupação de acordo com as prescrições contidas na Lei Federal nº. 7.661/1988 (que instituiu o PNGC) e o Decreto Federal nº. 5.300/2004 (que regulamenta o PNGC e dispõe sobre regras do uso e ocupação do solo na zona costeira), assim como em razão da capacidade de suporte do ambiente.

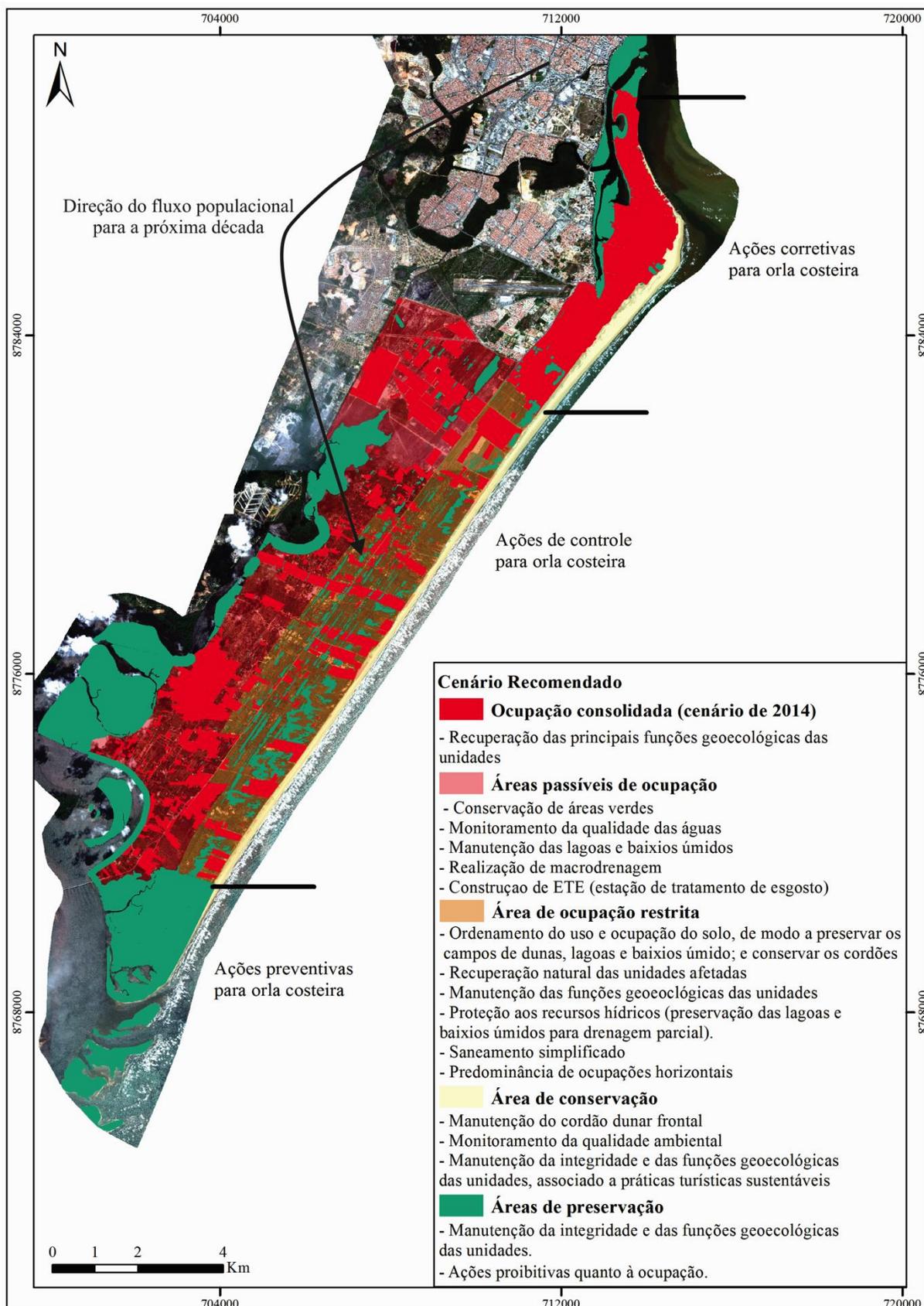
Para a ocupação já consolidada projeta-se a recuperação das principais funções das unidades afetadas, principalmente para o caso dos bairros da Coroa do Meio e Atalaia, além do monitoramento da qualidade da água e melhoramento do sistema de drenagem e esgotamento. Mediante o cenário de verticalização atual, propõe-se a redução de áreas destinadas a essa forma de ocupação a fim de evitar o transbordo da capacidade ambiental desses bairros.

Quanto ao fluxo vindouro, previram-se duas condições de uso e ocupação do solo. As áreas destinadas à ocupação, caracterizadas pela capacidade de recebimento do maior fluxo populacional e cuja extensão abarcaria desde as proximidades do rio Santa Maria até a região central da Zona de Expansão. Optou-se por essa alternativa tendo em vista que esse é o setor que concentra as maiores cotas altimétricas, além de não possuir grande quantidade de lagoas e baixios úmidos.

Já as áreas de ocupação restrita estendem-se da costa até as proximidades da rodovia dos Náufragos. É nesse setor que está contida a maior parte das unidades mais vulneráveis à intervenção antrópica. Recomenda-se, portanto, que o uso e ocupação sejam compatíveis com a estruturação natural da paisagem visando à preservação dos corpos hídricos e dunares, além da não descaracterização completa dos cordões litorâneos.

O principal objetivo da construção dessa cenarização é a manutenção do funcionamento do sistema costeiro. Apesar do esforço antrópico suportado por causa do aumento populacional, a paisagem seria capaz de atingir novo equilíbrio se houvesse a conservação da sua estruturação e funções básicas, o que de fato reduziria não só o impacto ao ambiente, mas também evitaria o surgimento de novas situações de risco.

Figura 101 – Cenário recomendado para planície costeira de Aracaju.



Fonte: Elaboração da autora.

Diante das diversas cenarizações expostas, comprova-se que as decisões tomadas pelo poder público, ou as suas omissões, podem implicar em grandes alterações no uso e ocupação do solo e impactar sobremaneira o futuro. O que se põe como obstáculo central é que as decisões governamentais não têm provindo apenas da premissa do bem estar da população residente e manutenção de condições de sustentabilidade ambiental, como haveriam de ser primordialmente, mas pela premência da obtenção/manutenção de cenários favoráveis à geração de lucro pelo e para o capital privado. Eis que, em geral o cenário que harmoniza o bem estar social e ambiental em nada coincide com aquele, uma vez que reduz o potencial de ganho privado, muito embora, de modo algum elimine a sua lucratividade.



CONCLUSÕES



Ante a perspectiva biofísica ela está em permanente equilíbrio dinâmico, é constituída por feições recentes no tempo geológico, está sujeita à ação dos ventos, à variação das marés, às ondas e às correntes costeiras. Pode ser conceituada como um conjunto de unidades e subunidades originário da inter-relação entre os fatores climáticos, geológico-geomorfológicos, pedológicos, bióticos e hidrodinâmicos, que perfazem sua totalidade e caracterizam sua estrutura e funcionamento. Sob o ponto de vista antrópico, é um espaço que dispõe de vários atrativos, repleto de sentidos e possibilidades econômicas múltiplas. À luz da ciência geográfica e sob o viés sistêmico, é um complexo mosaico paisagístico em que se sobrepõem dois componentes dinâmicos, com temporalidades distintas, mas que perfazem a totalidade de um sistema. Assim distingue-se a paisagem costeira, singular na multiplicidade das suas formas.

A manutenção do seu delicado equilíbrio, revelado na complexidade dos seus componentes, seria fundamental para a estabilidade dessa paisagem. Contudo, diante da interação de tantas forças, atingir um estado de equilíbrio é praticamente inexequível, principalmente quando se consideram os arranjos atuais de apropriação do espaço costeiro. De tal modo, apesar de componente desse sistema, o ser humano tem figurado como um agente desregulador, pois grande parte das intervenções rompe com a estruturação natural das unidades. A partir de um enfoque causal – relação entre causa e consequência, dessa conjunção não emergem apenas os impactos ambientais, mas também os cenários de risco.

Em face do que foi apresentando no decurso da tese que aqui se apresenta, observa-se no processo evolutivo da paisagem estudada que as interações entre os componentes do sistema estão ficando cada vez mais complexas. Isso se deve ao modelo de expansão urbana desordenado conjugado à elevada vulnerabilidade biofísica das unidades analisadas no presente trabalho. Assim, a contínua interferência antrópica provocou alterações na estrutura e no estado ambiental das unidades geoecológicas, destacando-se: Terraço Marinho - supressão dos cordões litorâneos e aterro progressivo dos baixios úmidos e lagoas; Planície de Maré - aterro do manguezal associado à margem direita da desembocadura do rio Sergipe, cuja derivação originou os depósitos tecnogênicos; Campo de Dunas - supressão completa das dunas fixas localizadas no bairro Atalaia, desmonte progressivo das dunas fixas associadas à Zona de Expansão, interrupção do campo dunar pela rodovia dos Náufragos, desmonte de dunas frontais para construção de bares e restaurantes; Ambientes de Sedimentação Recente -

construção de estruturas de contenção que alterou a dinâmica sedimentar das praias contidas nos bairros Coroa do Meio e Atalaia.

Salienta-se o fato de que essa porção da cidade está em pleno processo de transição e, mesmo diante das transformações já ocorridas, a área de estudo ainda apresenta parte de sua estruturação natural conservada, mais especificamente na Zona de Expansão, a exemplo da Planície de Maré presente nas margens do rio Vaza-Barris, do pontal arenoso, das feições dunares etc.

O que se conclui a partir da análise de todo o cenário exposto é que a intervenção na paisagem costeira de Aracaju tem sido acompanhada paralela e sistematicamente da produção do risco. Uma vez que a velocidade das mudanças introduzidas pela ação humana não se harmoniza com o tempo de recuperação das unidades naturais, o resultado é a redução da capacidade de suporte da paisagem. Foi nessa acepção que se avaliou o risco, qual seja, como produto da interseção entre os sistemas sociais e naturais expresso pelos indicadores de perigo e da vulnerabilidade. No âmbito da pesquisa, os perigos considerados, conjeturados pela probabilidade de ocorrência, magnitude e suscetibilidade, foram os eventos pluviométricos intensos e a erosão costeira. Já a vulnerabilidade foi mensurada em função da capacidade de suporte das estruturas antrópicas em cotejo com os perigos analisados.

Em razão da ausência de planejamento para ocupação, a implicação evidente é a deficiência de infraestrutura, com destaque para a falta de uma rede de macrodrenagem capaz de suportar os eventos pluviométricos, circunstância esta que eleva o grau de vulnerabilidade a alagamentos. Já no tocante à erosão, o fator determinante para a elevação da vulnerabilidade foi a proximidade das edificações da linha de costa. O resultado do agregado de situações de perigo, combinado à elevada exposição das ocupações, é a inserção de grande parte da área estudada na classe de risco elevado.

Destaque é dado às áreas contíguas às desembocaduras fluviais, com ênfase para as margens do rio Sergipe, setor onde há a conjunção de elevada suscetibilidade à erosão e maior densidade de ocupação. Há de se considerar, ainda, as proximidades da desembocadura do rio Vaza-Barris que, a despeito dos baixos índices de ocupação, apresenta elevada suscetibilidade além de se caracterizar como futura área de atração populacional, e por esta ponderação, classificada como área de risco em potencial.

Quanto aos riscos associados aos alagamentos, identificou-se que o Terraço Marinho, principalmente quando combinado aos baixios úmidos e lagoas, é a unidade que mais concentra porções de risco elevado à ocupação. Isto se deve à convergência de alguns fatores:

níveis mediano de intervenção antrópica, derivações consideráveis nas estruturas naturais, elevada suscetibilidade das subunidades e deficiente infraestrutura, principalmente concernente à drenagem.

Ratifica-se assim a hipótese lançada nesta tese, a qual infere que o risco é desencadeado pelo rompimento da estruturação natural da paisagem, advindo, primordialmente, das derivações antrópicas. O desequilíbrio originado, tendo em vista esta circunstância, resulta na alteração da resposta da paisagem frente aos eventos perigosos, alterando consideravelmente a resistência e a resiliência do ambiente. Para o caso das paisagens costeiras esta asserção é ainda mais evidente uma vez que os elementos que a compõem são bastante vulneráveis à ação antrópica. O respaldo dado pela Geoecologia das Paisagens foi substancial à comprovação da hipótese, afinal foi fundamentado no suporte teórico-metodológico trazido por esta, que avaliou-se o risco.

Dos fundamentos, resultados e discussões expostos ao longo da tese, advêm sugestões para a solução dos problemas identificados nos cenários descritos. São elas: o discernimento acerca de quem são os agentes que produzem o risco; a avaliação; o planejamento e ordenamento da ocupação; e a construção de políticas voltadas à gestão das áreas de risco.

A principal lógica empregada nos estudos que permeiam a temática risco é que este decorre da ocupação em áreas suscetíveis a um dado perigo. Mesmo diante dessa assertiva, é interessante perceber que quando noticiados, situações de risco ou cenários de desastres sempre são atrelados a fenômenos naturais (grande acúmulo de chuva, deslizamento de terra etc.), como se estes fossem responsáveis por aquelas situações. Afasta-se, deste modo, a noção de que não é o ambiente natural que provoca o desastre, mas o uso que se faz dele. Assim, os estudos que primam pela delimitação das áreas de risco necessitam também de esclarecer quem são os agentes que o produzem.

Nesse sentido, ao vislumbrar o exemplo das cidades costeiras, é manifesto que a atuação dos atores econômicos (setor imobiliário, turístico etc.) conduzem os usos e, por vezes, guiam o próprio fluxo de ocupação. Respaldados na ação estatal, muitos desses agentes conseguem engendrar grandes mudanças nos espaços costeiros, e sob o discurso de desenvolvimento econômico e melhorias sociais, acabam por tolher a constituição de uma cidade minimante sustentável, conjuntura esta evidente em Aracaju, tanto no passado quanto nos dias atuais.

Quanto ao município em si, mesmo que grandes mudanças e alterações ambientais já tenham ocorrido, o fato de a paisagem costeira ainda resguardar grandes espaços vazios com

unidades preservadas desperta para a possibilidade de se evitar os passos outrora utilizados no (não) planejamento da cidade, principalmente nos dias atuais, em que a disponibilidade de recursos tecnológicos, a exemplo dos SIGs, auxiliam sobremaneira nos diagnósticos e prognósticos. O grande óbice é que a perspectiva de conservação e preservação, para manutenção de um estado de equilíbrio, em nada coincide com as demandas socioeconômicas conjecturadas para Aracaju.

Quanto à avaliação do risco, precisamente, por mais que os estudos tendam à quantificação, afinal o conceito se refere à probabilidade, o risco adentra em demasiado na dimensão qualitativa, pois nem todas as variáveis (principalmente as que abarcam a dimensão social) são quantificáveis. Por isso se defende que a avaliação do risco deve ganhar uma concepção sistêmica, pois em poucas medidas um conceito está tão atrelado à análise holística entre os componentes físicos e antrópicos da paisagem.

Destarte, a delimitação das áreas de risco é primordial para o planejamento e ordenamento da ocupação. O problema é que quando o poder público tenta lançar mão dessas ferramentas de gestão, comumente se apressam em produzir estudos que, em sua grande maioria, são realizados em curto prazo. O resultado dessa equação é que o “planejamento” acaba servindo a demandas momentâneas, calcado em geral nas durações dos mandados políticos, tempo irrisório para a criação, aplicação e ampliação de políticas públicas voltadas a quaisquer temáticas, inclusive e sobretudo à gestão do risco.

Assim, o que acaba por subsistir em grande parte das cidades são planos de mitigação e contenção, que visam a atenuar situações perigosas ou os resultados de um desastre. Apesar das medidas necessárias no cerne da concepção de gestão do risco, muito mais eficiente que um plano para mitigar uma situação de risco é evitar que tal condição surja, o que recai, novamente, nos agentes que o produzem. Ademais, alguns esforços de mitigação podem até mesmo gerar novos cenários de risco. Na Zona de Expansão, por exemplo, para resolver a problemática do risco, é óbvia a necessidade de uma rede eficiente de macrodrenagem. Todavia, da parcial resolução dos alagamentos pode surgir outro cenário tão gravoso quanto – a contaminação dos corpos hídricos destinados à drenagem, grave problema que se verifica em quase toda cidade de Aracaju e que se mostra, na prática, quase insolúvel. Ou seja, quando não há planejamento efetivo e se criam formas para burlar a legislação ambiental, até os próprios planos de mitigação podem se tornar danosos.

Diante da improvável possibilidade de se coibir a ocupação nos espaços costeiros, à vista da importância social e econômica que eles possuem, duas vertentes devem ser

consideradas no ordenamento: a manutenção de uma situação mínima de equilíbrio do ambiente natural; e o fortalecimento dos sistemas sociais e de infraestrutura. Afinal, ser sustentável a partir da perspectiva do risco é conseguir evitar que a circunstância surja mas, diante impossibilidade de que isso aconteça, que seja ao menos possível ao ambiente natural e aos sistemas antrópicos resistirem e recuperarem-se.

O que se almeja para uma gestão eficiente do risco para Aracaju é, primeiramente, que as políticas voltadas ao uso e ocupação do solo não estejam presas aos quereres do capital privado, de modo a se desvencilhar do modelo de expansão urbana autofágico que acabou sendo seguido por várias cidades litorâneas do país. Há claras condições de manter um crescimento urbano que suporte o aumento populacional da cidade sem necessariamente suprimir as feições naturais que ainda persistem, tal como evidenciado no “cenário recomendado” exposto no último capítulo.

O planejamento, combinado a um plano de gestão efetivo, deve limitar o fluxo populacional em direção ao ambientes mais vulneráveis e às áreas mais suscetíveis, aqui delimitados. Enveredando num discurso antropocêntrico, tais medidas não se propoem apenas à preservação das unidades naturais, mas à inibição de desatares que decorrem dessa ocupação e que acabariam por recair sobre a própria população.

Diante do crescimento da atividade turística associada ao modelo “sol e praia”, aspira-se que os recursos paisagísticos sejam aproveitados e que os dividendos da atividade propiciem o desenvolvimento da cidade e das comunidades locais, de modo a conservar as unidades que convêm a este modelo, bem como a afastar-se dos padrões atuais de exploração paisagística, comum a zona costeira.

Uma das principais inferências desse estudo é que em um possível cenário de concretude da ocupação total do espaço costeiro aracajuano, prospecta-se a emergência evidente de cenários de risco. À vista disso, urge a necessidade de mudanças na condução da cidade, ou esta continuará a ser inviabilizada, não só do ponto de vista dos problemas urbanísticos, mas, principalmente, do ponto de vista ambiental.

As questões apresentadas nesta tese transcendem a escala de análise de um município e fundem-se à lógica destrutiva que tem conduzido o planeta. Discute-se, desse modo, em todos os vieses dos estudos ambientais, em que medida o sistema natural irá resistir às intervenções humanas. Mas há de se interrogar, outrossim, até que ponto o próprio sistema antrópico será resistente à resposta dos sistemas naturais na busca por um novo estado de equilíbrio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB' SÁBER, A. N. **Brasil: Paisagens de Exceção: o litoral e o Pantanal Mato-Grossense: patrimônios básicos**. Cotia: Ateliê Editorial, 2006.

AB' SABER, A. N. Megageomorfologia do Território Brasileiro. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (Org.). **Geomorfologia do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

AB' SÁBER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. 3. ed. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

AB' SÁBER, A. N. Os Mecanismos da Desintegração das Paisagens Tropicais no Pleistoceno. **Inter-Facies**, IBLCE – UNESP, n. 4, 1979.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Dados de Vazão – Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos**. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb.asp?TocItem=1080&TipoReg=7&MostraCon=false&CriaArq=false&TipoArq=1&SerieHist=true>>. Acesso em: 12 dez. 2015.

ALMEIDA, L.Q. de. Conceptual basis of science of risks in the geography: a brief discussion. **Territorium**. Coimbra, n. 21, p.13-26, 2014.

ALVES, F.; PINTO, F.T.; FERREIRA, J.C. **A Análise da Vulnerabilidade e do Risco na Zona Costeira como Contributo para a Tomada de Decisão**. In: III Congresso da Geografia Portuguesa, Porto. Edições Colibri e Associação Portuguesa de Geógrafos, Lisboa, 1999.

ANEAS DE CASTRO, S.D. Riesgos y Peligros : Una Visión Desde La Geografía. **Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales**. Barcelona, n. 60, 2000.

ANGULO, R. J. ; ANDRADE, J. J. . **Viabilidade de controle de erosão nas praias de Caiobá e Guaratuba**. In: 2º Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Brasília, p. 681-693, 1982.

ANGULO, R. J. **O manguezal como unidade dos mapas geológicos**. IN: Simp. Ecos. Costa Sul Sudeste Bras., 2. Águas de Lindóia. Publ. São Paulo, ACIESP, 2:54-62. (Laboratório de Estudos Costeiros - LECOST, UFPR), 1990.

ANGULO, R.J. A ocupação urbana do litoral Paranaense e as variações da linha de costa. **Boletim Paranaense de Geociências**. Curitiba, v.41, p.73-81, 1993.

ARACAJU (Município). **Lei Complementar nº 074 de 14 de Janeiro de 2008**.

ARACAJU (Município). **Lei complementar nº 132 de 10 de dezembro de 2014**.

ARACAJU (Município). **Lei nº 15 de 28 de Junho de 1948**.

ARACAJU (Município). **Lei nº 18 de 20 de Abril de 1961**.

ARACAJU (Município). **Lei nº 3.077 de 30 de Dezembro de 2002**.

ARACAJU (Município). **Lei nº 38 de 7 de Julho de 1952**.

ARACAJU (Município). **Lei nº 83 de 12 de Dezembro de 1955.**

ARACAJU (Município). **Lei nº 873 de 01 de Outubro de 1982.**

ARACAJU (Município). **Lei nº 9 de 23 de Março de 1953.**

ARNOLD, M.; OSORIO, F. Introducción a los conceptos básicos de la teoría general de sistemas. **Cinta moebio 3**. Santiago, p. 40-49, 1998.

AUGUSTO FILHO, O. **Carta de Risco de Escorregamentos Quantificada em Ambiente de SIG como Subsídio para Planos de Seguro em Áreas Urbanas: um ensaio em Caraguatatuba (SP)**. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências e Ciências Exatas/Unesp, Rio Claro, 2001.

BECK, U. **Sociedade de Riscos: rumo a uma outra modernidade**. 2ª Edição, Editora 34 2010.

BERTALANFY, L.V. **A Teoria Geral dos Sistemas**. 7ª Ed. Editora Vozes, Tradução de Francisco Guimarães (2013), 1968.

BERTRAND, G.; BERTRAND, C.; **Uma geografia transversal e de travessias: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades**. Maringá: Ed. Massoni, 2007.

BERTRAND, Georges. Paisagem e Geografia Física Global. Esboço Metodológico. Caderno de Ciências da Terra. São Paulo, n. 13, 1972. Traduzido por: Olga Cruz, publicado em: **R.RA'E GA**, Curitiba, n.8, p. 141- 152, 2004.

BIGARELLA, J.J. Contribuição ao Estudo da Planície Litorânea do Estado do Paraná. **Brazilian Archives of Biology and Technology: a international journal**. v. 1, 1946.

BIRD, E. **Coastal Geomorphology: an introduction**. Second Edition, p. cm. Jonh Wiley & Sons, Ltd. Geostudies. 2008.

BITTENCOURT, A.C.S.P.; MARTIN, L.; DOMINGUEZ, J.M.L.; FERREIRA, Y.A. Evolução Paleogeográfica Quaternária da Costa do Estado de Sergipe e da Costa Sul do estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Geociências**. São Paulo, 13(2), p. 93-97, 1983.

BITTENCOURT, A.C.S.P.; MARTIN, L.; DOMINGUEZ, J.M.L.; SILVA, I.R.; SOUZA, D.L.A Significant Longshore Transport Divergence Zone at the Northeastern Brazilian Coast: Implications on Coastal Quaternary Evolution. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. Rio de Janeiro, v. 74, n. 3, 2002.

BÓLOS, M.C. Problemática Actual de los Estudios de Paisaje Integrado. **Revista de Geografia**. Barcelona, v.15, p. 45-68, 1981.

BOWEN, R.E.; RILEY, C. Socio-economic indicators and integrated coastal management. **Ocean Coast Manag**. p. 299–312, 2003.

BRASIL. **Decreto nº 5.300 de 7 de Dezembro de 2004.**

BRASIL. **Lei nº 12.651 de 25 de Maio de 2012.**

BRASIL. Lei nº 7.661 de 16 de Maio de 1988.

BRITO, M.M.; ARAÚJO, M.A.D.de. Aparato Institucional para a Gestão do Turismo: o caso do estado de Sergipe. **RAP**. Rio de Janeiro, n.40 (2), p. 253-271, 2006.

BUSH, D.M.; NEAL, W.J.; YOUNG, R.S.; PILKEY, O.H.; Utilization of geoindicators for rapid assessment of coastal-hazard risk and mitigation. **Ocean & Coastal Management** **42**. p.647-670, 1999.

BUSH, D.M.; NEAL, W.J.; YOUNG, R.S.; PILKEY, O.H.; Utilization of geoindicators for rapid assessment of coastal-hazard risk and mitigation. **Ocean&Coastal Management**. p.647-670,1999.

CARVALHO, S.M.; CAVICCHIOLI, M.A.B.; CUNHA, F.C.A.da. Paisagem: Evolução Conceitual, Métodos de Abordagem e Categoria de Análise da Geografia. **Formação (Online)**. v. 2, n. 9, 2002.

CASTRO, C.M.de.; PEIXOTO, M.N.O.de.; RIO, G.A.P.do. Riscos Ambientais e Geografia: Conceituações, Abordagens e Escalas. **Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ**. v. 28-2, p.11-30, 2005.

CENDERO, A.; FRANCÉS, E.; CORRAL, D.C.; FERMÁN, J.L.; FISCHER, D.; RIO, L.D.; CAMINO, M.; LÓPEZ, A. Indicators and Indices of Environmental Quality for Sustainability Assessment in Coastal Areas; Application to Case Studies in Europe and the Americas. **Journal of Coastal Research**. Florida, p. 919-933, 2003.

CERRI, L. E. S. & AMARAL, C. P. Riscos Geológicos. In: OLIVEIRA, A. M. S. & BRITO, S. N. A. (eds.). **Geologia de Engenharia**. São Paulo, 1998.

CHRISTOFOLETTI, A. A Aplicação da Abordagem em Sistemas na Geografia Física. **Revista Brasileira de Geografia**. Rio de Janeiro, v. 52, n. 2, p. 21-35, 1990.

CHRISTOFOLETTI, A. A variabilidade espacial e temporal da densidade de drenagem. **Notícia Geomorfológica**. Campinas, v. 21, n. 42, p. 3-22, dez. 1981.

CHRISTOFOLETTI, A. As Características da Nova Geografia. In: **Perspectivas da Geografia**. Transcrito da revista *Geografia*. 1 (1), p. 3-33, 1976.

CHRISTOFOLETTI, A. As características da nova geografia. **Perspectivas da geografia**. São Paulo: Difel, 1985.

CLAYTON, T.D.; TAYLOR, JR. L.A.; CLEARY, W.J.; HOSIER, P.E.; GRABER, P.H.F.; NEAL, W.J.; PILKEY, O.H. **Living With the Georgia Shore**. Durham: Duke University Press, 1992.

COBURN, R.H. **Reducing the Vulnerability of North Carolina's Coastal Communities: A Model Approach for Identifying, Mapping and Mitigating Coastal Hazards**. Durham: Duke University, 2001.

COOPER, J.A.G. The role of extreme floods in estuary-coastal behaviour: Contrasts between small river- and tide-dominated systems. P.59-60. In: **The Non-Steady State of the Inner**

Shelf and Shoreline: Coastal Change on the Time Scale of Decades to Millennia. University of Hawaii, 1999.

CORTEZ, A.S. **Métodos de cenários prospectivos como ferramenta de apoio ao planejamento relativo a substituição do atual uso do solo por florestamento: estudo de caso: a bacia do rio Ibicuí – RS.** Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2007.

COSTA, F.H.S.; PETTA, R.A.; LIMA, R.F.S.; MEDEIROS, C.N.; Determinação da Vulnerabilidade Ambiental na Bacia Potiguar, Região de Macau (RN), Utilizando Sistemas de Informações Geográficas. **Revista Brasileira de Cartografia.** n. 58/02, 2006.

CPTEC/INPE. **Monitoramento do Brasil - Banco de Dados Meteorológicos.** Disponível em: <<http://clima1.cptec.inpe.br/monitoramentobrasil/pt>>. Acesso em: 30 jul, 2015.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J.S.; FILHO, P.H.; FLORENZANO, T.G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C.C.F. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico – Econômico e ao Ordenamento Territorial.** INPE. São José dos Campos, 2001.

CUNHA, F.M.B. Aspectos Morfológicos da Costa de Sergipe ao Sul de Aracaju. **Boletim Técnico da Petrobrás.** Rio de Janeiro, v.23, p.73-80, 1980.

CUNHA, L. **Vulnerabilidade: a face menos visível do estudo dos riscos naturais.** 2013. Disponível em: <http://www.uc.pt/fluc/depgeo/Publicacoes/livro_homenagem_FRebelo/153_165>. Acesso em: 30 Set. 2015.

CUNHA, L.; MENDES, J.M.; TAVARES, A.; FREIRIA, S. Construção de modelos de avaliação de vulnerabilidade social a riscos naturais e tecnológicos. O desafio das escalas. In: SANTOS, N.; CUNHA, L. (Org.). **Trunfos de uma geografia activa.** Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, p. 627-637, 2011.

CUNHA, L.; RAMOS, A.M. Riscos Naturais em Portugal: Alguns Problemas, Perspectivas e Tendências no Estudo dos Riscos Geomorfológicos. **Riscos e Vulnerabilidade,** 2013.

CUTTER, S.L. A Ciência da Vulnerabilidade: modelo, métodos e indicadores (Vulnerability Science: Models, Methods, and Indicators). **Revista Crítica de Ciências Sociais.** p.59, 2012.

CUTTER, S.L. The Vulnerability of science and the science of vulnerability. **Annals of the Association of American Geographers.** v. 93, p. 01-12, 2003.

CUTTER, S.L. Vulnerability to environmental hazards. **Progress in Human Geography.** p. 529-539, 1996.

DAVIS, R.; FITZGERALD, D. **Beach and Coasts.** Austrália: Blackwell Science Ltd, 2004.

DEYLE, R.E.; FRENCH, S.P.; OLSHANSKY, R.B.; PATERSON, R.G. Hazard Assessment: The Factual Basis for Planning and Mitigation. In: **Confronting Natural Hazards with Land-Use Planning for Sustainable Communities.** Organizado por: BURBY, R.J., 1998.

DIAS, J. A região cárstica de Bonito, MS :uma proposta de zoneamento geoecológico a partir de unidades de paisagem. **Ensaio e Ciências**. v.4, 1998.

DIAS, R.L.; OLIVEIRA, R.C.de. Análise das paisagens do litoral sul do estado de São Paulo. **Sociedade e Natureza**. Uberlândia, n. 3, p. 505-518, 2012.

DINIZ, M.T.M.; MEDEIROS, S.C.de; CUNHA, C.J.de. Sistemas Atmosféricos Atuantes e Diversidade Pluviométrica em Sergipe. **Bol. Goia. Geogr. (Online)**. Goiânia, v. 34, n. 1, p. 17-34, 2014.

DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO. **Tábuas de maré**. Marinha do Brasil. Disponível em <<http://www.dhn.br>>. Acesso em: 06 jun. 2015.

DOLAN, A.H.; WALKER, I.J. Understanding vulnerability of coastal communities to climate change related risks. **Journal of coastal research**. Special Issue, v. 39, 2004.

DOMINGUEZ, J.M.L., BITTENCOURT, A.C.S.P., E MARTIN, L. O papel da Deriva Litorânea de Sedimentos Arenosos na Construção das Planícies Costeiras Associadas às Desembocaduras dos rios São Francisco (SE/AL), Jequitinhonha (BA), Doce (ES) e Paraíba do Sul (RJ). **Revista Brasileira de Geociências**. v.13, p. 98-105, 1983.

DREW, D. **Processos interativos homem-meio ambiente**. São Paulo: Difel S.A., 1986.

EGLER, C. A. G. Risco ambiental como critério de gestão do território: uma aplicação à Zona Costeira Brasileira. **Revista Território**, v. 1(1), 1996.

ELIAS, E.P.L. **Updrift Barrier Inlet Dynamics**. Phd. Study of Edwin Elias. Faculty of Civil Engineering and Geosciences, 2001.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2ª Ed. Rio de Janeiro, 2006.

EMPRESA MUNICIPAL DE OBRAS E URBANIZAÇÃO. **Diretrizes de Ocupação Urbana do Mosqueiro**. Jaime Lerner Arquitetos Associados LTDA, Aracaju, 2014.

EMPRESA MUNICIPAL DE URBANIZAÇÃO – EMURB. **Plantas do projeto de reurbanização da Coroa do Meio**. 2002.

EPA. **EPA's Report on the Environment (ROE) (2008 Final Report)**. Washington: U.S. Environmental Protection Agency, 2008.

ESTEVES, S. L. **Estado-da-arte dos métodos de mapeamento da linha de costa**. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, UFRS, 2003.

FECHINE, J.A.L. **Alterações do Perfil Natural da Zona Costeira da Cidade de Fortaleza, Ceará, ao Longo do Século XX**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Ceará, 2007.

FERREIRA, M.G.T (org). Uso e Ocupação do Solo em Salvador. **Cadernos da Cidade**. Salvador, Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano, Habitação e Meio Ambiente, n.1, p. 01-111, 2009.

FITZGERALD, D.M. Interactions between the Ebb-Tidal Delta and Landward Shoreline:

Price Inlet, South Carolina. **Jornal of Sedimentary Petrology**. v. 54, n. 4, 1984.

FITZGERALD, D.M.; KRAUS, N.C.; HANDS, E.B. Natural Mechanisms of Sediment Bypassing at Tidal Inlets. The U.S. **Army Engineer Research and Development Center**. Vicksburg, 2000.

FITZGERALD, M. D. Sediment Bypassing at Mixed Energy Tidal Inlets. **Coastal Engineering**. Boston, p. 1094-1118, 1982.

FORMAN, R.T.T. Interactions among landscape elements: a core of landscape ecology. In: TKALLINGII, S.P.; DEVEER, A.A. **Perspective in landscape ecology**. 1ª Ed. Wageningen, Países Baixos: Pudoc, p. 35-48, 1983.

FRANÇA, S.L.A.; REZENDE, V.F. A Zona de Expansão Urbana de Aracaju: Dispersão Urbana e Condomínios Fechados. In: **Simpósio Nacional de Geografia Urbana**. Belo Horizonte - MG, 2010.

FRANÇA, V. L. A.; FALCON, M. L. O. (Orgs.) **Aracaju: 150 anos de vida urbana**. Aracaju: Prefeitura Municipal, 2005.

FRANÇA, V.L.A.; CRUZ, M.E.da. Projeto de Reurbanização da Coroa do Meio: uma estratégia de inclusão social. **Revista da Fapese de Pesquisa e Extensão**. Aracaju, v.1, p. 43-54, 2005.

FREIRIA, S; CUNHA, L.; SANTOS, N. The importance of natural risks in urban dynamics, *in* Thomas Panagopoulos (org.), **New Models for Innovative Management and Urban Dynamics**. p.117-127, 2009.

FROLOVA, M. Desde el concepto de paisaje a la Teoría de geossistema en la Geografía Rusa: ¿hacia una aproximación global del medio ambiente? **Ería**. n.70, 2006.

FROLOVA, Marina. A paisagem dos geógrafos russos: a evolução do olhar geográfico entre o século XIX e XX. 168. **RA'E GA**, Curitiba, n. 13, p. 159-170, 2007.

GARCIA, R.A.C.; ZÊRERE, J.L. Avaliação dos riscos geomorfológicos: conceitos, terminologias e métodos de análise. In: **III Seminário de Recursos Geológicos, Ambiente e Ordenamento do Território**. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal, 2003.

GARES, P.A.; SHERMAN, D.J.; NORDSTROM, K.F. Geomorphology and Natural Hazards. **Geomorphology**. v. 10, p.1-18, 1994.

GIDDENS, A. **As consequências da modernidade**. São Paulo: Ed. Unesp, 1991.

GODET, M.A. **Manuel de prospective stratégique**. 3º Ed. Paris, Tome 2: L'art el la méthode, 2004.

GOLDSMITH, V. Coastal Dunes. In: DAVIS JR, R.A. (org) **Coastal Sedimentary Environments**. **Department of Geology**, Flórida, 1971.

GREGORY, K. J. **A Natureza da Geografia Física**. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 1992.

GRÍGIO, A.M.; **Uso do Sensoriamento Remoto e Sistema de Informação Geográfica na Determinação da Vulnerabilidade Natural e Ambiental do Município de Gruamaré – Rio Grande Do Norte**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2003.

HADLICH, G. M.; UCHA, J. M. Apicuns: aspectos gerais, Evolução recente e mudanças climáticas globais. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 10, nº 2, 2009.

HANSOM, J.D. People and coasts. In: **Coasts**. First Published, Cambridge, 1988.

HEIDJEN, Kees Van Der. **Cenários: A arte da conversação estratégica**. Tradução de Carlos Alberto Silveira Netto Soares e Nivaldo Montingelli Jr. Bookman. Porto Alegre, 2004.

HESP, P.A.; DILLENBURG, S.R.; BARBOZA, E.G.; TOMAZELLI, L.J.; AYUP-ZOUAIN, R.N.; ESTEVES, L.S.; GRUBER, N.L.S.; TOLDO JR, E.E.; TABAJARA, L.L.C.A.; CLEROT, L.C.P. Beach ridges, foredunes or transgressive dunefields? Definitions and an examination of the Torres to Tramandaí barrier system, Southern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciência**. 77(3), p. 493-508, 2005.

HIDROSERVICE – ENGENHARIA DE PROJETOS LTDA. **Relatórios do estudos de engenharia para proteção da praia da coroa do meio – Aracaju/SE**. 1987.

HOLLNAGEL, E. The Changing Nature of Risks. **Ergonomics Australia Journal**, v. 22, p. 33-46, 2008.

HUFSCHMIDT, G.; GROZIER1, M. GLADE, T. Evolution of natural risk: research framework and perspectives. **Natural Hazards and Earth System Sciences**, v. 5, p. 375–387, 2005

IBGE. **Censo Demográfico**. 2010. Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 16 mai. 2016.

IBGE. **Manual Técnico de Pedologia**. 2ª Ed. Rio de Janeiro, 2007.

INGEGNOLI, V. **Landscape Ecology: A widening Foundation**. Springer, 2002.

INMET. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 4 jun. 2016.

Instituto de pesquisas hidráulicas (IPH). **Projeto de estudos da natureza e em modelo reduzido para manutenção do canal de acesso através da Barra de Aracaju**. Conselho de Desenvolvimento de Sergipe. Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1965.

JAKOB, A.A.E.; YOUNG, A.F. O uso de métodos de interpolação espacial de dados nas análises sociodemográficas. In: **Anais do XV Encontro Nacional de Estudos Populacionais, ABEP**, Caxambu/MG, 2006.

JONES, David. Environmental hazards in the 1990s: problems, paradigms and prospects. **Geography**, v.78, n.2, p.161-165, 1993.

KARNAUKHOVA, E. **Proposta de Cartografia Geoecológica Aplicada ao Planejamento Territorial**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2003.

KAWAKUBO, F.S.; MORATO, R.G.; CAMPOS, K.C.; LUCHIARI, A.; ROSS, J.L.S. **Caracterização Empírica da Fragilidade Ambiental Utilizando Geoprocessamento**. In: Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, INPE, Goiânia, 2005.

KOMAR, P.D. **Beach processes and sedimentation**. Prentice-Hall.U.S.A. 1998.

KOUSKY, V.E. Diurnal Rainfall Variation Northeast Brazil. **Monthly Weather Review**. v. 108, 1980.

LANG, S.; BLASCHKE, T. **Análise da Paisagem com SIG**. São Paulo: Oficina de Textos, Tradução de Hermann Kux, 2009.

LIMA, E.Q.; AMARAL, R.F. Vulnerabilidade da Zona Costeira de Pititinga/RN, Brasil. **Mercator**. Fortaleza, v.12, n.28, p.141-153, 2013.

LINS-DE-BARROS, F.M. **Contribuição metodológica para análise local da vulnerabilidade costeira e riscos associados: estudo de caso da Região dos Lagos, Rio de Janeiro**. Tese de Doutorado. UFRJ, Rio de Janeiro, 2010.

LINS-DE-BARROS. Risco, vulnerabilidade física à erosão costeira e impactos sócio-econômicos na orla urbanizada do município de Maricá, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. n. 2, 2005.

LOUREIRO, K.A.S. A Trajetória Urbana de Aracaju, em tempo de interferir. **INEP**. Aracaju, 1983.

LUNDRÉN, J.O.J. On access to recreational lands in dynamic metropolitan hinterlands. **The Tourist Review**. v. 29, p. 124-132, 1974.

MACEDO, S.S. Paisagem, Litoral e Formas de Urbanização. In: MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Projeto Orla: fundamentos para gestão integrada**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente e Ministério de Planejamento, Orçamento e Gestão, p. 45-64, 2004.

MACHADO, C.A. A Pesquisa de Depósitos Tecnogênicos no Brasil e No mundo. **Revista Tocantinense de Geografia**. Araguaína, n. 02, p. 15-35, 2013.

MACHADO, E.V. **Aracaju: “Paisagens e Fetiches”. Abordagens acerca do processo de seu crescimento urbano recente**. Dissertação de Mestrado. UFSC, Santa Catarina, 1989.

MANUAL DE DRENAGEM URBANA. Governo do Estado do Paraná, 2002. Disponível em: <http://www.aguasparana.pr.gov.br/arquivos/File/pddrenagem/volume6/mdu_versao01.pdf> Acesso em: 15 out. 2016.

MARANDOLA, E.; HOGAN, D.J. Natural Hazards: o estudo geográfico dos riscos e perigos. **Ambiente e Sociedade**. v. 7, n.2, 2004.

MARTINELLI, M. Cartografia Dinâmica: Tempo e Espaço nos Mapas. **GEOUSP – Espaço e Tempo**. São Paulo, n. 18, p. 53-66, 2005.

MARTINEZ, M.L.; PSUTY, N.P.; LUBKE, R.A. A Perspective on Coastal Dunes. In: PSUTY, N.P.; MARTÍNEZ, M.L. **Coastal Dunes: Ecology and Conservation**. Springer, 2004.

MATEO, J. La ciencia del paisaje a luz del paradigma ambiental. **Cadernos de Geografia**. Belo Horizonte, v.8, n. 10, p. 63-68, 1998.

MAXIMIANO, L.A. Considerações sobre o conceito de paisagem. **R. RA'E GA**. n. 8, p. 83-91, 2004.

MCKEE, K.L. Growth and physiological responses of neotropical mangrove seedlings to root zone hypoxia. **Tree Physiology**. p. 883-889, 1996.

MENDES, J.M.; TAVARES, A.O.; CUNHA, L.; FREIRIA, S. A vulnerabilidade social aos perigos naturais e tecnológicos em Portugal. **Revista Crítica de Ciências Sociais**, v. 93, 2011.

MENDES, J.M.; TAVARES, A.T. Building resilience to natural hazards. Practices and policies on governance and mitigation in the central region of Portugal. **Safety, Reliability, and Risk Analysis**. 2009.

MENEZES, P.M.L.de.; NETO, A.L.C. **Cartografia Geoecológica**. Disponível em: <http://www.geocart.igeo.ufrj.br/pdf/trabalhos/2001/Cart_Geoecologica_2001.pdf>. Acesso em: 23 Jul. 2015.

METZGER, J.P. O que é ecologia das paisagens? **Biota Neotropica**. v.1, 2001.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Projeto Orla: Manual de Gestão**. 2006.

MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL - SERGIPE. TRF 5. Seção judiciária de SE. 1ª vara federal. ACP nº 0002637-41.2009.4.05.8500. Ano de ajuizamento: 2009. Em tramitação.

MOLION, L. C. B.; BERNARDO, S. O. Uma revisão da dinâmica das chuvas no nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**. Rio de Janeiro, v. 17, n. 1, p. 1-10, 2002.

MONTEIRO, C.A.F.de. Os geossistemas como elemento de integração na síntese geográfica e fator de promoção interdisciplinar na compreensão do ambiente. **Revista de Ciências Humanas**, Florianópolis, v. 14, n. 19, p. 67-101, 1996.

MONTEIRO, C.A.F.de. Derivações antropogênicas dos geossistemas terrestres no Brasil e alterações climáticas: perspectivas urbanas e agrárias ao problema da elaboração de modelos de avaliação. **RA'E'GA – O Espaço Geográfico em Análise**. v. 5, 2001.

MONTEIRO, C.A.F.de. **Geossistemas: a história de uma procura**. 2ª Edição. São Paulo: Editora Contexto, 2001.

MONTEIRO, M. da G. **A Restinga da Atalaia: Uma contribuição ao estudo do litoral sergipano**. Tese (Concurso a cátedra de Geografia). Colégio Estadual de Sergipe, Aracaju/SE, 1963.

MONTEIRO, S.; CORREIA, R.; CUNHA, L. **Riscos Naturais, Ordenamento do Território e Sociedade. Estudos de caso nas Ilhas de Santo Antão e de Santiago.** In: 1º Congresso de Desenvolvimento Regional de Cabo Verde, 2009.

MORAES, A.C.R. **Contribuições para a gestão costeira do Brasil: elementos para uma geografia do litoral brasileiro.** São Paulo: Ed. Annablume, 2007.

MORAIS, L.M.F.A. **Expansão Urbana e Qualidade Ambiental no Litoral de João Pessoa – PB.** Dissertação de Mestrado. UFPB, João Pessoa, 2009.

MORTON, R.A.; PILKEY, O.R.JR.; PILKEY O.H.SR.; NEAL, W.J. **Living with the Texas shore.** Durham: Duke University Press, 1983.

MOTA, L.S.O; SOUZA, R.M. Mudanças Ambientais na Zona Costeira: Perigo, Vulnerabilidade e Riscos Associados. In: SOUZA, R.M., SANTOS, S.S.C., SANTOS, E.A., KOHLER, R. (org). **Cenários Urbanos: Riscos e Vulnerabilidade na Gestão Territorial.** Aracaju: Criação Editora, 2016.

MUEHE, D.; KLUM-OLIVEIRA, L. Deslocamento da linha de costa versus mobilidade praial. **Quaternary and Environmental Geosciences.** p. 121-124, 2014. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/abequa/article/view/35884/23634>>. Acesso em: 17 out. 2016.

NASCIMENTO, D.M.C.; DOMINGUEZ, J.M.L. Avaliação da Vulnerabilidade Ambiental como Instrumento de Gestão Costeira nos Municípios de Belmonte e Canavieiras, Bahia. **Revista Brasileira de Geociências.** v. 39 (3), p. 395-408, 2009.

NEAL, W.J.; PILKEY, O.H.; KELLEY, J.T. **Atlantic Coast Beaches: a guide to ripples, dunes and other natural features of the seashore.** Montana: Mountain Press Publishing Company, 2007.

NETO, M.B.O.de; SILVA, M.S.L.da. Solos Indiscriminados de Mangue. Agência Embrapa de Informação e Tecnologia, 2011. Disponível em:<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_mata_sul_pernambucana/arvore/CON T000gt7eon7j02wx7ha087apz2c3xd0do.html>. Acesso em: 12 mai. 2016.

NEVES, C.F.; MUEHE, D. Vulnerabilidade, impactos e adaptação a mudanças do clima: a zona costeira. **Parcerias Estratégicas.** Brasília, n. 27, 2008.

NICHOLLS, R.J., AND R.J.T. KLEIN. Climate change and coastal management on Europe's coast. In: **Managing European Coasts: Past, Present and Future.** VERMAAT, J.E., LEDOUX, L., TURNER, K., SALOMONS, W., BOUWER, L. Springer, 2005.

NOGUEIRA, A.D. **Análise Sintático-Espacial das Transformações Urbanas de Aracaju (1855-2003).** Tese de Doutorado. UFBA, Salvador, 2004.

OLIVEIRA, A.A.da.; OLIVEIRA, A.M.S.dos.; ANDRADE, M.R.M. Depósitos tecnogênicos como testemunhos e indicadores de processos geológicos em área urbana degradada em Guarulhos, SP. **Quaternary and Environmental Geosciences.** v. 05(1), p. 12-27, 2014.

OLIVEIRA, A.C.C.de A.; MELO & SOUZA, R. Contribuições do Método Geossistêmico aos Estudos Integrados da Paisagem. **Geoambiente On-line**, v. 6, p. 157-175, 2012.

OLIVEIRA, A.M.S. 1990. Depósitos tecnogênicos associados à erosão atual. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA**. Salvador, v. 1, p. 411-415, 1990.

OLIVEIRA, D. P. R. de. **Planejamento estratégico: conceitos, metodologias e práticas**. 19. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

OLIVEIRA, L.S. **Evolução da Paisagem Costeira da Zona de Expansão de Aracaju-SE**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Sergipe, 2012.

OLIVEIRA, M.B. **Caracterização integrada da linha de costa do Estado de Sergipe – Brasil**. Dissertação de Mestrado. Cursos de Pós-graduação em Geologia, Igeo, UFBA, 2003.

OTVOS, E.G. Beach ridges - definitions and significance. **Geomorphology**. p. 83-108, 2000.

PEARCE, D. **Tourism Today: a geographical analysis**. New York: Longman Scientific & Technical. Copublished in the United States with John Wiley & Sons, Inc. 1987.

PELOGGIA, A.U.G.; SILVA, E.C.N.; NUNES, J.O.R. Technogenic landforms: conceptual framework and application to geomorphologic mapping of artificial ground and landscape as transformed by human geological action. **Quaternary and Environmental Geosciences**. v. 05(2), p. 67-81, 2014.

PELOGGIA, A.U.G. **Delineação e aprofundamento temático da geologia do tecnógeno do município de São Paulo (As consequências geológicas da ação do homem sobre a natureza e as determinações geológicas da ação humana em suas particularidades referentes à precária ocupação urbana)**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

PEREIRA, A.Q. Das Cidades às Metrôpoles Litorâneas: O papel da vilegiatura marítima moderna no Nordeste do Brasil. **GEOUSP – Espaço e Tempo**. São Paulo, nº 31, p. 05-15, 2012. Disponível em: < <http://citrus.uspnet.usp.br/geousp/ojs-2.2.4/index.php/geousp/article/viewArticle/542>>. Acesso em: 20 mar. 2016.

PIANCA, C.; MAZZINE, P.L.F; SIEGLE, E. Brazilian Offshore Wave Climate Based On Nww3 Reanalysis. In: **Brazilian Journal of Oceanography**. v. 58(1), p. 53-70, 2010.

PINTO, J.E.S.S.de; SANTOS, F.V.dos; SOUZA, I.F.S.de. **Variação Rítmica dos Elementos Climáticos em Aracaju-Se**. 2010. Disponível em: <<http://www.semarh.se.gov.br/srh/>>. Acesso em: 27 de set. 2011.

PLANAVE. **Evolução das Praias de Atalaia Nova, Atalaia Velha e da Barra do rio Sergipe – Modelo Matemático**. Rio de Janeiro: Relatório, 1992.

PREFEITURA DE ARACAJU. **PLANO DIRETOR DO DESENVOLVIMENTO URBANO DE ARACAJU**, 2000.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACAJU. **Projeto de reurbanização da Coroa do Meio: uma nova realidade social**. 2006. Disponível em: <

<http://www.aracaju.se.gov.br/index.php?act=imprimir&codigo=21041>>. Acesso em: 06 abr. 2016.

PSUTY, N.P. The coastal foredune: a morphological basis for regional coastal dune development. In: PSUTY, N.P.; MARTÍNEZ, M.L. **Coastal Dunes: Ecology and Coservation**. Springer, 2004.

REMONDO, J.; BONACHEA, J.; CENDRER, A. Quantitative landslide risk assessment and mapping on the basis of recent occurrences. **Geomorphology**. v. 94, p. 496–507, 2008.

REYNALDO, A.; REYNALDO, P.M.A. **Origem da expansão do Recife: divisão do solo e configuração da trama urbana**. In: Seminário Internacional de Investigación en Urbanismo, Barcelona: DUOT, 2013. Disponível em: < <http://upcommons.upc.edu/handle/2099/14495> >. Acesso em: 12 mar. 2016.

RIBEIRO, N.M.G. Transformações Recentes no Espaço Urbano de Aracaju. **Revista Geonordeste**. Aracaju, n.1, p. 20-31, 1985.

RODRIGUES, C. A teoria geossistêmica e sua contribuição aos estudos geográficos e ambientais. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n.14, p.69-77, 2001.

RODRIGUEZ, J. M. M. Análise e síntese da abordagem geográfica da pesquisa para o planejamento ambiental. **Revista Departamento de Geografia da FFLCH/USP**. São Paulo, v.9, 1994.

RODRIGUEZ, J. M. M., SILVA, E.V. **Planejamento e Gestão Ambiental**. Fortaleza: Editora UFC, 2013.

RODRIGUEZ, J.M.M.; SILVA. E.V.da; CAVALCANTI, A.P.B. **Geocologia das Paisagens: Uma visão geossistêmica da análise ambiental**. Fortaleza: Editora UFC, 2004.

RUDDORF, F.M. **Geoindicadores e análise espacial na avaliação de suscetibilidade costeira a perigos associados a eventos oceanográficos e meteorológicos extremos**. Dissertação de Mestrado. UFSC, 2005.

SALGUEIRO, T.B. Paisagem e Geografia. **Finisterra**. v. 72, p. 37-53. 2001.

SANTOS, R. F. **Planejamento Ambiental: Teoria e Prática**. Oficina de Textos, 2004.

SANTOS, S.C.dos. **A Análise da Transformação Urbana do Bairro Coroa do Meio Mediante Teoria da Sintaxe Espacial – Aracaju/SE**. Dissertação de Mestrado. UNB, 2009.

SANTOS. G.C. **Dinâmica da paisagem costeira da Coroa do Meio e Atalaia – Aracaju-SE**. Dissertação de Mestrado. Núcleo de Pós-Graduação em Geografia - Universidade Federal de Sergipe. 2012.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Avaliação e Ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da zona costeira e marinha**. 1999. Disponível em: <<http://www.bdt.org.br/workshop/costa/mangue/relatorio>>. Acesso em: 27 Ago. 2015.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CITRÓN-MOLERO, G.; SOARES, M.L.G. Chapter 9: Mangroves as indicators of sea level. In: HEALY, T. ; WANG, Y.; HEALY, J. A. (ed.)

Muddy Coasts of the World: Processes, Deposits and Function, Elsevier Science, 2002. p. 245-262.

SCHIER, R.A. Trajetórias do Conceito de Paisagem na Geografia. **R. RA'EGA**, Curitiba, n. 7, p. 79-85, 2003.

SCHOEMAKER, P. J. H. Scenario Planning: A Tool for Strategic Thinking. **Sloan Management Review**, Winter, 1995.

SCHWARTZ, P. **Cenários: As surpresas inevitáveis**. Tradução de Maria Batista. Rio de Janeiro: Campus, 2003.

SECRETÁRIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO - PREFEITURA DE ARACAJU. **Projeto de Intervenção da Orla Marítima do Município de Aracaju**, 2002.

SERGIPE (Estado). **Lei nº 2.683 de 16 de Setembro de 1988**.

SERGIPE (Estado). **Lei nº 2.795 de 30 de Março de 1990**.

SERGIPE (Estado). **Lei nº 3.117 de 19 de Dezembro de 1991**.

SERGIPE. **Decreto nº 29.167 de 5 de Abril de 2013**.

SILVA, E.V.; GORAYEB, A.; RODRIGUEZ, J.M.M. Geoecologia das Paisagens, Cartografia Temática e Gestão Participativa: Estratégias de Elaboração de Planos Diretores Municipais. In: **VI Seminário Latino Americano de Geografia Física**. Universidade de Coimbra, 2010.

SILVA, E.V.da. **Geoecologia da paisagem do litoral cearense: uma abordagem ao nível de escala regional e tipológica**. Tese. UFC, Fortaleza, 1998.

SILVA, E.V.da.; RODRIGUEZ, J.M.M. Geoecologia da Paisagem: Zoneamento e Gestão Ambiental em Ambientes Úmidos e Subúmidos. **Revista Geográfica da América Central**. v. 2, 2011.

SILVA, I.R.; BITTENCOURT, A.C.S.P.; DOMINGUEZ, J.M.L.; MELLO E SILVA, S.B.; Potencial de Danos Econômicos Face à Erosão Costeira, Relativo às Praias da Costa do Descobrimento – Litoral Sul do Estado da Bahia. **Revista Pesquisa em Geociências**. v. 34 (1), p. 35-44. 2007.

SMITH, J.B.; FITZGERALD, D.M. Sediment Transport Patternes. **Journal of Coastal Research**. v. 10, n. 3, 1994.

SMITH, K.; PETLEY, D.N. **Environmental Hazards: Assessing Risk and Reducing Disaster**. Routledge, 1991.

SOTCHAVA, V. B. O estudo dos geossistemas. **Métodos em Questão**. São Paulo, n. 6, 1977.

SOTCHAVA, V. B. Por uma teoria de classificação dos geossistemas de vida terrestre. **Biogeografia**. São Paulo, n. 14, 1978.

SOUZA, C.R.G.de, SUGUIO, K. The coastal erosion risk zoning and the São Paulo state plan for coastal management. **Journal of Coastal Research**. p. 530-547, 2003.

SOUZA, C.R.G.de; HIRUMA, S.T.; SALLUN, A.E.M.; RIBEIRO, R.R.; SOBRINHO, J.M.A. “**Restinga**”: **Conceitos e Empregos no Brasil e Implicações na Legislação Ambiental**. Instituto Geológico, Secretário do Meio Ambiente de São Paulo, 2008.

STIVE, M.J.F.; AARNINKHOF, S.G.J., HAMM, J, HANSON, H.; LARSON, M.; WIJNBERG, M.K. NICHOLLS, R.J.; CAPOBIANCO, M. Variability of shore and shoreline evolution. **Coastal Engineering**. v. 47, p. 211– 235, 2002.

SUGUIO, K. **Geologia do Quaternário e Mudanças ambientais: Passado + Presente = Futuro?**. São Paulo: Paulo's, 2001.

TAGLIANI, C.R.A. Técnicas para Avaliação da Vulnerabilidade Ambiental de Ambientes Costeiros Utilizando um Sistema Geográfico de Informações. In: **Anais XI SBSR**, Belo Horizonte, INPE, 2003.

TAVARES, A.O.; CUNHA, L. Perigosidade natural na gestão territorial. O caso do Município de Coimbra. In: CALLAPEZ, P.M. **A terra: conflitos e ordem : livro de homenagem ao Professor António Ferreira Soares**, 2008. Disponível em: <<https://estudogeral.sib.uc.pt/handle/10316/10874>>. Acesso em: 19 set. 2015.

TAVARES, A.O.; MENDES, J.M.; BASTO, E.; CUNHA, L.; Risk and perception, extreme events and institutional trust: A local survey in Portugal. **Reliability, Risk and Safety: Theory and Applications**. 2010.

TAYLOR, M.; STONE, G.W. Beach-Ridges: A review. **Journal of Coastal Research**. Flórida, p. 612-621, 1996.

TERICH, T.A. **Living with the Shore of Puget Sound and the Georgia Strait**. Durham: Duke University Press, 1987.

TESSLER, M.G.; GOYA, S.C.; Processos Condicionantes do Litoral Brasileiro. **Revista do Departamento de Geografia**. v. 17, p. 11-23, 2005.

TRICART, J. A Geomorfologia nos Estudos Integrados de Ordenação do Meio Natural. **Boletim Geográfico**. Rio de Janeiro, 34(251), p. 15-42, 1976. Traduzido por: Lucy Pinto Galego.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. SUPREN, IBGE. 1977.

TRICART, J. Paisagem e ecologia. **Inter-Facies: escritos e documentos**. São José do Rio Preto: Ed. Da UNESP, 1982.

TROLL, C. A paisagem geográfica e sua investigação. Publicado originalmente em “Die geographische landschaft und ihre Erforschung – Studium Generale, 4-5, 1950. Traduzido por: Gabrielle Corrêa Braga. **Espaço e Cultura**. n.14, 1997.

TROLL, C. Die geographische Landschaft und ihre Erforschung. **Studium Generale**. p. 163-181, 1950.

- TROLL, C. Ecología del Paisaje. **Gaceta Ecológica**. México, n. 68, p. 71-84, 2003.
- TROLL, C. Geocology of the mountainous regions of the tropical americas. In: **Proceedings of the UNESCO Mexican Symposium**, 1966. Colloquium Geographi- cum, Ferd. Dümmers, 1968.
- TROLL, C. Landscape Ecology (Geoecology) and Biogeoenoiogy - A Terminological Sdudy. This article was published in German in Revue de Geologie, Gkoplrysiqeeef Gkgmpizie, **Serie de Geographic**, vol. 14, n. 1, p. 9-18, 1970.
- TROPMAIR, H.; GALINA, M. H. Geossistemas. **Mercator**. Fortaleza, v. 5, n. 10, p. 79-89, 2006.
- TRUEBA, J.J.G. Carl Troll y la Geografía del Paisaje: Vida, Obra y Traducción de un Texto Fundamental. **Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles**. n.59, p. 173-200, 2012.
- TURNER, M.G.; GARDNER, R.H.; O'NEILL, R.V. **Landscape Ecology in theory and practice**. Springer, 2001.
- UNDP. **Reducing disaster risk: a challenge for development, a global report**. New York: UNDP, 2004.
- UNDRO (ONU). **Natural Disasters and Vulnerability Analysis**. 1979. Disponível em: <<http://www.unisdr.org/files/resolutions/NL800388.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2015.
- VANCE, R.E.; WOLF, S.; LANCASTER, N. Dune Morphology and Activity. **Geoindicators. International Union of Geological Sciences**. 2005.
- VASCONCELOS, G.F.de. **Dinâmica Costeira das Praias de Tambaú e Manaíra – PB**. Dissertação de Mestrado. UFPB, João Pessoa, 2010.
- VEYRET, I. **Os Riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. 2ª Ed, Editora Contexto. Tradução de Dilson Cruz, 2013.
- VILAR, J. W. C.; ARAÚJO, H. M. de. Iniciativas de ordenamento territorial no litoral sul de Sergipe. In: VILAR, J. W. C.; ARAÚJO, H. M. de (Org.). **Turismo, meio ambiente e turismo no litoral sergipano**. São Cristóvão: Editora UFS, p. 21-39, 2010.
- VILAR, J.W.C. A Zona de Expansão de Aracaju: Contribuição ao Estudo da Urbanização Litorânea de Sergipe. In: VILAR, J.W.C.; ARAÚJO, H.M. de. **Território, Meio Ambiente e Turismo no Litoral Sergipano**. São Cristóvão: Ed. UFS, 2010.
- VITTE, A. C. O Desenvolvimento do conceito de paisagem e sua inserção na geografia física. **Revista Mercator**. Fortaleza, n. 11, 2007.
- VITTE, A. C. O litoral brasileiro: a valorização do espaço e os riscos socioambientais. **Territorium**. Coimbra, n. 10, p. 61-67, 2003
- WANDERLEY, L.L. Paisagem da Janela: esse nosso inconstante Rio Sergipe e a evolução de sua foz. In: ALVES, J.P.H. (Org). **Rio Sergipe: importância, vulnerabilidade e preservação**. Aracaju: Ós Editora, p.167-194, 2006.

WEGGEL, J.R. **Análise do problema de erosão em Coroa do Meio, Aracaju, Brasil e solução recomendada.** Relatório. 1985.

WHITE, G. **Natural Hazards: local, national, global.** Oxford University Press, 1974.

WISNER, B.; BLAIKIE, P.; CANNON, T.; DAVIS, I. **At Risk: Natural hazards, people's vulnerability and disasters.** 2ª Edição. 2004.

WISNER, B.; BLAIKIE, P.; CANNON, T.; DAVIS, I. **At Risk: natural hazards, people's vulnerability and disasters.** Second Edition. New York: Routledge, 2004.

WOODROFFE, C. D. Mangrove sediments and geomorphology. **Tropical Mangrove Ecosystems**, Robertson, A.I. & Alongi, D.M. (Eds.) p.7-42. 1992.

WRIGHT, L.D. Sediment transport and deposition at river mouths: A synthesis. **Society America Bulletin.** v. 88, p.857-868, 1977.

ZANELLA, M.E.; DANTAS, E.W.C.; OLÍMPIO, J.L.S.; A Vulnerabilidade Natural e Ambiental do Município de Fortaleza/CE. **B. Goiano. Geogr.** Goiânia, v. 31, n.2, p.13-27, 2011.



APÊNDICE

PLANILHAS DE CAMPO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE/PPGEO/DOCTORADO

Trabalho de Campo: Praias de Aracaju/SE.

Data: ___/___/___

Ponto: _____ **Praia:** _____ **Coordenadas:** _____

Variações na Praia/Linha de Costa

| Geoindicadores de Erosão/Estabilidade/Progradação | |
|--|--|
| Erosão | <ul style="list-style-type: none"> - ausência de vegetação (); - estruturas artificiais na linha de costa e na praia (); - ausência de dunas (), com frequência de - sobrelavagem (<i>overwash</i>) (); - dunas escarpadas (); - vegetação efêmera ou escassa ao longo da linha da escarpa (). |
| Estabilidade | <ul style="list-style-type: none"> - escarpas inativas (); - desenvolvimento recente de vegetação (); - início da formação de feições deposicionais. |
| Progradação | <ul style="list-style-type: none"> - presença de feições deposicionais como bermas e terraços de praia (); - desenvolvimento de dunas frontais e pós-praia recém-vegetada (). |

| Características | Observações |
|--|--------------------|
| 1 – Apresenta Tendência Atual a Progradação | |
| 2 – Atualmente em Equilíbrio | |
| 3 – Trechos em Erosão | |
| 4 – Trechos Próximos a Desembocaduras Fluviais | |

Nível de Ocupação

| N/O | X | Tipo | Características |
|-------------|---|------|-----------------|
| Inexistente | | | |
| Baixo | | | |
| Médio | | | |
| Alto | | | |

Perfil do Ponto

OBSERVAÇÕES

Análise dos Setores

Entre os Pontos ____ e ____.

Setor: _____

Variações na Praia/Linha de Costa

| Características | Observações |
|--|--------------------|
| 1 – Apresenta Tendência Atual a Progradação | |
| 2 – Atualmente em Equilíbrio | |
| 3 – Trechos em Erosão | |
| 4 – Trechos Próximos a Desembocaduras Fluviais | |

Nível de Ocupação

| N/O | X | Tipo | Características |
|-------------|----------|-------------|------------------------|
| Inexistente | | | |
| Baixo | | | |
| Médio | | | |
| Alto | | | |

FOTOS

| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

OBSERVAÇÕES
