

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA



ECODINÂMICA DAS DUNAS COSTEIRAS DE SERGIPE

ANÍZIA CONCEIÇÃO DE ASSUNÇÃO OLIVEIRA



DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

2008

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

ANÍZIA CONCEIÇÃO DE ASSUNÇÃO OLIVEIRA

ECODINÂMICA DAS DUNAS COSTEIRAS DE SERGIPE

São Cristóvão – SE

Março de 2008

ANÍZIA CONCEIÇÃO DE ASSUNÇÃO OLIVEIRA

ECODINÂMICA DAS DUNAS COSTEIRAS DE SERGIPE

Dissertação apresentada ao Núcleo de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Sergipe como requisito obrigatório para obtenção do título de MESTRE em Geografia.

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

São Cristóvão – SE

Março de 2008

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

O48e Oliveira, Anízia Conceição de Assunção. Ecodinâmica das dunas costeiras de Sergipe / Anízia Conceição de Assunção Oliveira – São Cristóvão, 2008.
108 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Geografia) – Núcleo de Pós-Graduação em Geografia Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2008.

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

1. Geografia – Ecodinâmica das dunas – Sergipe. 2. Meio ambiente – Proteção ambiental – Desenvolvimento sustentável. 3. Vulnerabilidade biofísica. I. Título.

CDU 911(252.42:813.7)

ANÍZIA CONCEIÇÃO DE ASSUNÇÃO OLIVEIRA

ECODINÂMICA DAS DUNAS COSTEIRAS DE SERGIPE

Dissertação apresentada ao Núcleo de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Sergipe como requisito obrigatório para obtenção do título de MESTRE em Geografia.

Dissertação aprovada em 31/03/2008

BANCA EXAMINADORA

Prof^a Dr^a Rosemeri Melo e Souza (Orientadora)
Universidade Federal de Sergipe – UFS

Prof^o Dr. Luiz Antônio Cestaro
Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN

Prof^o Dr. José Antônio Pacheco de Almeida
Universidade Federal de Sergipe – UFS

AGRADECIMENTOS

Ofereço os meus sinceros agradecimentos a todos os que fazem o GEOPLAN, companheiros de pesquisa de um grupo que é exemplo de trabalho, alegria e entusiasmo.

Agradeço aos colegas de turma pelas experiências compartilhadas, aos funcionários do NPGEO especialmente a Everton e a Daniel e à Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo suporte financeiro.

Aos professores do Núcleo, de maneira especial à Prof^a Vera e ao Prof^o Pacheco pelas orientações, pela atenção e apoio.

À Najó, à Aline e à Dona Juju, funcionárias do PRODEMA, pela torcida e colaboração dedicadas ao longo dos anos de pesquisa junto ao GEOPLAN.

Às amigas Ronise, Tânia, Sílvia e Mayra pela convivência harmoniosa, pelo aprendizado e pelas conversas ricas em incentivo.

Não poderia deixar de destacar a importância de Flávia, Fernanda e Leandro (Barsan), pessoas queridas, agradeço a força, a dedicação e a sincera amizade.

Sinto-me feliz em agradecer à Prof^a Rose, mais que uma orientadora, uma amiga. Pela relação de respeito que foi conquistada aos poucos a partir de experiências de trabalho ricas em ensinamentos valiosos. Agradecerei sempre o apoio, o acolhimento, as palavras de conforto e ânimo, o carinho e apreço sempre prestados. Sem dúvida considero a nossa amizade como a maior conquista desses anos de Universidade.

Ao Prof^o Roberto pela torcida e pelas doses de motivação sempre dispensadas.

Serei eternamente grata a minha família, (tios, tias, primos e primas), entes importantes que torcem sempre pelo meu sucesso.

As minhas madrinhas, Lourdes e Jolinda, e a sogrinho e sogrinha, pessoas especiais que cercam e iluminam minha vida.

Agradeço intensamente as minhas irmãs (Ana Carla e Amanda), ao meu pai (Carlos Alberto) e a minha mãe (Gilvanete), pessoas que representam a união e o amor, alicerces de que preciso para continuar esta minha trajetória acadêmica.

A Li, meu noivo, pelo amor e dedicação, por me alimentar de força e entusiasmo, por ser uma pessoa tão especial na minha vida.

Agradeço infinitamente a Deus!

RESUMO

A análise ecodinâmica das dunas costeiras de Sergipe partiu da verificação do papel e dos efeitos interativos da ação antrópica e da dinâmica costeira nas mudanças ambientais rápidas ocorridas em duas unidades amostrais do Litoral Norte e do Litoral Sul sergipano. A presente pesquisa buscou o detalhamento da dinâmica ambiental existente nos campos dunares de Pirambu (porção Norte) e Estância (porção Sul) mediante os aspectos estrutural e funcional com destaque aos condicionantes mais expressivos de vulnerabilidade dunar. O conhecimento das condições de equilíbrio dos sistemas dunares baseado no princípio ecodinâmico de Tricart demandou o aprofundamento das relações entre as componentes geomorfológicas, fitogeográficas, climáticas e antrópicas dos sistemas dunares. A utilização da perspectiva integradora da paisagem encontrou para o Litoral Norte (Reserva Biológica de Santa Isabel) um cenário com predominância da estabilidade dunar explicado pela pouca ameaça de degradação ao sistema, inexistência de obstáculos à transgressão das dunas frontais e baixa interferência antrópica. Todavia, a atual situação de meio estável pode sofrer derivações antropogênicas geradoras de uma crescente tendência ecodinâmica ao intergrade, abrangendo um ciclo mais longo de mudanças ambientais nos patamares de vulnerabilidade aferidos. Nas dunas do Litoral Sul predomina a morfogênese sobre a pedogênese. Em termos de sua avaliação ecodinâmica, apresentam-se como meios instáveis e meios em intergrade, mas com tendência a uma progressiva instabilidade. Tal situação de dunas em arrasamento é explicada pelo crescente processo de ocupação desordenada, pela expansão dos loteamentos e empreendimentos turísticos, além da inexistência de medidas de proteção que vislumbrem a contenção de processos como desmontes de dunas realizados ilegalmente.

PALAVRAS-CHAVE: Análise ecodinâmica; Vulnerabilidade biofísica; Dunas costeiras.

ABSTRACT

The ecodynamics analysis of coastal dunes of Sergipe determined the role and the interactive effect of the anthropic action and of the natural dynamics in the occurred fast ambient changes in two sample units of the Northern and Southern Coastline from Sergipe. The present research searched the detailing of the existing ambient dynamics in the fields of the dunes of Pirambu (Northern portion) and Estância (Southern portion) by means of the structural and functional aspects with prominence to the conditioning expressive of dunar vulnerability. The knowledge of the conditions of balance of the systems of the dunes based on the Tricart's Ecodynamics principle demanded the deepening of the relations between geomorphological, fitogeographics, climatological and anthropical the components of the systems of dunes. The use of this integrator perspective found for the Northern Coastline (Biological Reserve of Santa Isabel) a scenery with dune stability predominance explained by the low threat of system degradation, lack of obstacles to the transgression of the frontal dunes and low human interference. However, the current situation of stable environment may suffer anthropogenic derivations generating a growing tendency to ecodynamical intergrade, covering a longer cycle of environmental changes in levels of vulnerability assessed. The dunes of the Southern Coast include such features with predominance of the morphogenesis upon the pedogenesis. In terms of its ecodynamical assessment, they appear as unstable environments and environments intergrade, but with tendency to a progressive instability. Such dune situation in degradation is explained by the increasing process of disordered occupation, for the expansion of the land divisions and touristic enterprises, beyond the nonexistent of measures of protection that glimpse the containment of processes as illegally carried through dune dismountings.

KEY WORDS: Ecodynamics Analysis; Biophysical Vulnerability; Coastal Dunes.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01. Brasil – Macrocompartimentos Costeiros.....	08
FIGURA 02. Compartimentação da Área de Estudo. Cenários Ecodinâmicos do Litoral Norte e do Litoral Sul de Sergipe.....	13
FIGURA 03. Localização do município de Pirambu - Litoral Norte de Sergipe.....	15
FIGURA 04. Localização do município de Estância - Litoral Sul de Sergipe.....	16
FIGURA 05. Reação de um sistema diante da imposição de um esforço ou tensão..	42
FIGURA 06. Zonação hidrodinâmica e morfológica do perfil litorâneo.....	50
FIGURA 07. Esquema explicativo da estabilidade dunar.....	56
FIGURA 08. <i>Blowout</i> dividindo as seções de cristas, Barreta Pirambu.	58
FIGURA 09. Principais serviços ambientais dos sistemas dunares.....	60
FIGURA 10. Perfil geotopográfico representativo das dunas de Pirambu.....	68
FIGURA 11. Zona de antedunas formada por vegetação herbácea e arbustiva, Pirambu-SE.....	69
FIGURA 12. Área úmida margeada por seções de dunas em colonização por espécies arbustivas em Pirambu. Notar os coqueirais ao fundo.....	70
FIGURA 13. Fluxogramas representativos dos processos mais atuantes para os períodos seco e chuvoso das dunas costeiras de Pirambu.....	73
FIGURA 14. Brotamento de espécies em áreas de sedimentação em Pirambu.....	73
FIGURA 15. Carta Morfodinâmica das dunas de Pirambu.....	75
FIGURA 16. Zona de baixios alagados-Pirambu.....	76
FIGURA 17. Rodovias marginando as seções de dunas móveis nas proximidades da Orla de Pirambu.....	77
FIGURA 18. Carta Ecodinâmica das dunas de Pirambu	79
FIGURA 19. Carta de Relação Morfogênese/Pedogênese das dunas de Pirambu	81
FIGURA 20. Processo de migração do campo dunar na Praia do Saco.....	83
FIGURA 21. Barreira à fonte de alimentação praia-duna na Praia do Saco.....	84
FIGURA 22. Casas localizadas sobre o campo dunar na Praia do Abaís.....	85
FIGURA 23. Perfil geotopográfico representativo das dunas da Praia do Abaís – Estância.....	86
FIGURA 24 Fluxogramas representativos dos processos mais atuantes para as	

dunas costeiras de Estância.....	90
FIGURA 25 Carta Morfodinâmica das dunas de Estância – Sergipe.....	92
FIGURA 26. Carta Ecodinâmica das dunas de Estância.....	94
FIGURA 27. Carta de Relações Morfogênese/Pedogênese das dunas de Estância....	95

LISTA DE QUADROS

QUADRO 01. Níveis de Vulnerabilidade Biofísica Dunar.....	20
QUADRO 02. Síntese dos fatores e processos mais atuantes nos sistemas dunares costeiros.....	64
QUADRO 03. Comparativo da variabilidade anual da precipitação pluviométrica de Pirambu para um período de 10 anos.....	72
QUADRO 04. Classes de uso do solo e processos morfodinâmicos para as dunas do litoral Norte.....	74
QUADRO 05. Comparativo da variabilidade anual da precipitação pluviométrica de Estância para um período de 10 anos.....	89
QUADRO 06. Classes morfodinâmicas de uso e processos para as dunas do litoral Sul de Sergipe.....	91

LISTA DE TABELAS

TABELA 01. Precipitação pluviométrica do Município de Pirambu/SE- 1998 a 2007.	72
TABELA 02. Precipitação pluviométrica do Município Estância/SE- 1998 a 2007..	89

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	<i>i</i>
RESUMO	<i>iii</i>
ABSTRACT	<i>iv</i>
LISTA DE FIGURAS	<i>v</i>
LISTA DE QUADROS	<i>vi</i>
LISTA DE TABELAS	<i>vi</i>
INTRODUÇÃO	<i>02</i>
I. A CONSTRUÇÃO DA PESQUISA	<i>07</i>
1.1. Cenários do Estudo	<i>07</i>
1.1.1. Litoral Norte.....	<i>12</i>
1.1.2. Litoral Sul.....	<i>16</i>
1.2. Ecodinâmica na Avaliação de Sistemas Dunares	<i>17</i>
II. DA NATUREZA À SOCIEDADE: PAISAGEM NA ANÁLISE DE SISTEMAS AMBIENTAIS	<i>26</i>
2.1. Perspectiva Integradora na Abordagem Ambiental da Paisagem	<i>31</i>
III. MUDANÇAS RÁPIDAS NOS SISTEMAS AMBIENTAIS	<i>39</i>
3.1. Derivações Antropogênicas e Vulnerabilidade em Sistemas Ambientais	<i>42</i>
3.2. A Paisagem Litorânea numa Visão Sistêmica	<i>47</i>
3.2.1. Dunas como sistema ambiental.....	<i>55</i>
IV. ECODINÂMICA DAS DUNAS COSTEIRAS DE SERGIPE	<i>63</i>
4.1. Dunas de Pirambu - Litoral Norte de Sergipe	<i>67</i>
4.1.1. Estrutura.....	<i>67</i>
4.1.2. Dinâmica sazonal.....	<i>71</i>
4.1.3. Dinâmica espacial.....	<i>74</i>
4.1.4. Ecodinâmica.....	<i>78</i>

4.2. Dunas de Estância - Litoral Sul de Sergipe.....	82
4.2.1. Estrutura.....	82
4.2.2. Dinâmica sazonal.....	88
4.2.3. Dinâmica espacial.....	91
4.2.4. Ecodinâmica.....	93
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	98
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	104

INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

A paisagem litorânea destaca-se por uma conformação sistêmica própria em que as suas inúmeras feições são partes constitutivas de uma configuração territorial que expõe unidades paisagísticas interligadas por relações de alta complexidade. A paisagem do litoral é regulada por dinâmicas peculiares caracterizadas pela inter-relação entre o meio físico-biológico e o socioeconômico onde convergem sistemas complexos pela natureza, ritmo e intensidade dos processos geográficos nele atuantes.

As unidades geoambientais do espaço litorâneo, apesar de interagirem de maneira integrada, apresentam características particulares quanto a critérios biofísicos, ecológicos, socioeconômicos e culturais. Características estas que remontam à necessidade de uma abordagem específica para o entendimento das dinâmicas natural e antrópica atuantes nesses ambientes.

As dunas, unidades marcantes do ambiente litorâneo, apresentam geoformas diversas, considerável riqueza ecológica e uma dinâmica específica responsável pela regulação da permanência do equilíbrio biofísico dunar. São ambientes que compõem a diversidade de sistemas do litoral. Em meio a alguns dos serviços ambientais importantes como proteger a costa contra ventos, contribuir para a retenção da água nos aquíferos costeiros, formar lagoas as dunas costeiras também atuam no controle entre os processos de deposição e erosão em uma praia.

Entretanto, as áreas de dunas estão sendo submetidas a uma série de intervenções antrópicas particularmente caracterizadas pela rapidez e intensidade dos processos de uso e ocupação do solo. Estas áreas que deveriam ser destinadas à regulação dos processos litorâneos sofrem a pressão de diversos utilizadores e passam a apresentar efeitos de degradação severa pelas mudanças expressivas na dinâmica atual. Em consequência, favorece-se o aparecimento de novas dinâmicas, normalmente regidas pelo predomínio de fenômenos erosivos.

O desmonte de dunas, por conta da ocupação desordenada na zona de praia altera a dinâmica de aporte de sedimentos. Isto facilita a invasão das águas do mar, já que, a

destruição das feições dunares (barreiras naturais) interfere no processo de acumulação das areias acarretando assim efeitos de caráter erosivo que contribuem para alterações no perfil litorâneo, impede a fonte de alimentação praia-duna e compromete também a competência eólica para alimentar campos de dunas situados em porções mais interiores.

Considerando que um estudo baseado na análise paisagística deve focalizar todas as componentes ambientais que, em interligação, contribuem para o entendimento dos seus processos, o conhecimento da estrutura e do funcionamento da paisagem dunar com vistas ao entendimento da sua dinâmica é passo importante para o melhor planejamento e uso desses ambientes pela sociedade.

A teoria ecodinâmica, formulada por Jean Tricart em 1977 avalia a organização do espaço delimitando áreas para as diferentes alternativas de uso e ocupação, com certo grau de homogeneidade quanto aos aspectos físicos e biológicos, em função da intensidade dos processos atuais. Nessa perspectiva, a análise ecodinâmica das dunas costeiras de Sergipe, foco da presente pesquisa, justifica-se como fundamento para a identificação do grau de estabilidade dos campos dunares sob os efeitos antrópicos, a partir das relações morfogênese/pedogênese.

Deste modo, a abordagem metodológica adotada a partir da avaliação dos condicionantes mais expressivos de vulnerabilidade dunar, demandou a análise das relações entre as componentes geomorfológicas, fitogeográficas, climáticas e morfodinâmicas dos sistemas dunares, suas interações no contexto do ambiente praia-duna visando o conhecimento mais rigoroso dos processos fundamentais que orientam a dinâmica ambiental de tais sistemas, além do estudo mais aprofundado das influências antrópicas na modificação da dinâmica dos processos naturais frente às alterações impostas pelas formas de uso e ocupação.

A relação entre forma (morfologia) e processos (aspectos geodinâmicos) contribui para o entendimento da configuração, do desenvolvimento e da estabilidade/vulnerabilidade dos campos de dunas. Assim, a partir dos aspectos estrutural e funcional pôde-se realizar neste estudo a síntese da paisagem em termos ecodinâmicos.

No tocante à estrutura, os principais fatores responsáveis pela composição e fisionomia foram considerados como elementos descritores da paisagem dunar por serem

fatores expressivos que, em interligação, atuam na estruturação do sistema. No que se refere ao aspecto funcional, a dinâmica foi explicada por processos que são considerados como mecanismos chave na determinação do estado atual dos sistemas.

Assim, a utilização dessa perspectiva integradora com base na análise dos fatores e processos da dinâmica da paisagem adotados como parâmetros estabelecidos para mudanças ambientais rápidas serviram de embasamento para o detalhamento dos avanços significativos ao estudo Ecodinâmico dos sistemas dunares costeiros de Sergipe.

Nesse contexto, destaca-se o objetivo do presente estudo que reside em analisar os aspectos ecodinâmicos das paisagens dunares litorâneas como proposta crucial para avaliação dos mecanismos naturais e antrópicos ocorridos em dunas costeiras de Sergipe.

À luz da verificação do papel e dos efeitos interativos da ação antrópica e da dinâmica costeira nas mudanças ambientais rápidas ocorridas em dunas costeiras de Sergipe, as seguintes questões de investigação nortearam a pesquisa:

- a) Como se caracteriza o estado atual das dunas costeiras de Sergipe?
- b) Como a utilização dos aspectos estrutural e funcional a partir dos fatores e processos biofísicos e de pressão antrópica pode servir de parâmetro para o estudo geocológico dos sistemas dunares costeiros de Sergipe?
- c) De que modo a medição dos fenômenos antrópicos e de natureza biofísica pode contribuir com informações para a formulação de medidas de mitigação de danos ambientais e de conservação dos sistemas dunares a partir de possíveis alternativas de gestão ambiental?

O estudo dos sistemas dunares costeiros de Sergipe a partir da avaliação ecodinâmica das potencialidades e vulnerabilidades da área de estudo foi estruturado em cinco capítulos que trazem considerações acerca da análise integrada das dunas numa perspectiva geocológica da paisagem.

O capítulo um trata da caracterização da área e os procedimentos metodológicos do estudo.

No capítulo dois é abordada, a partir de concepções filosóficas e processos históricos, a separação entre o homem e a natureza, a paisagem como conceito e o método de análise ambiental dentro de uma perspectiva integradora.

Em seguida, o capítulo três trata dos conceitos de mudança e vulnerabilidade em sistemas ambientais, enfatiza a paisagem litorânea como conjunto dinâmico marcado pela influência de fatores naturais e antropogênicos e as dunas como um dos seus ambientes.

No capítulo quatro são discutidos os resultados da avaliação ecodinâmica. Tal capítulo expõe, através de perfis representativos dos setores de estudo e fluxogramas dos processos mais atuantes, os fatores estruturantes da paisagem dunar e as relações dinâmicas existentes. A partir da análise morfodinâmica estabelece para cada porção do litoral o padrão do uso e ocupação do solo e dos processos dunares mais atuantes. Como produtos da pesquisa são apresentadas as cartas sínteses de ecodinâmica e de relações morfogênese/pedogênese que apontam o quadro da estabilidade/vulnerabilidade dos sistemas dunares dos Litorais Norte e Sul de Sergipe.

Por fim, o capítulo cinco apresenta as conclusões obtidas a partir da análise ecodinâmica.

CAPÍTULO I - A CONSTRUÇÃO DA PESQUISA

CAPÍTULO I – A CONSTRUÇÃO DA PESQUISA

1.1-Cenários do Estudo

A costa brasileira se estende entre as latitudes 4° 30' N e 33° 44' S, apresenta mais de 8.500 km de comprimento (Moraes, 1999) e está dividida, de acordo com o Macrodiagnóstico da Zona Costeira (MMA, 1996), em dois macrocompartimentos (norte e sul) com subdivisões em faixas (norte, nordeste, oriental, sudeste, sul) como visto na Figura 01.

Com base nesta classificação, Sergipe encontra-se inserido na Costa Nordeste Oriental ou das Barreiras com denominação de Costa dos Tabuleiros Sul (N° 8) que vai do Cabo Calcanhar, Rio Grande do Norte, até a Baía de Todos os Santos, na Bahia. Esta porção é marcada por sedimentos terciários da Formação Barreiras, constituídos por falésias esculpidas durante os eventos do Pleistoceno e do Holoceno.

Em Sergipe, a faixa costeira possui 163 km de extensão desde a foz do rio Real, ao sul, até a foz do rio São Francisco, ao norte. São verificadas formações de origem flúvio-marinha, marinha e eólica como terraços marinhos, cordões litorâneos, manguezais e dunas costeiras.

Estudos sobre a evolução paleogeográfica quaternária das dunas do trecho sergipano a partir do Máximo da Transgressão Mais Antiga (Pleistoceno) até os dias atuais permitem individualizar as gerações de dunas na região.

A alternância de períodos glaciais e interglaciais acompanhada de importantes flutuações do nível do mar no Quaternário ocasionaram regressões e transgressões da linha de costa que, ao contribuírem com os processos de deposição e erosão, geraram feições e ambientes dotados de grande dinamicidade no que se refere à constante capacidade de transformação existente.

No tocante aos depósitos eólicos encontrados na planície costeira de Sergipe são reconhecidas em diversos trabalhos duas gerações de dunas pleistocênicas já fixadas e duas gerações de dunas datadas do Holoceno (MARTIN *et al.*, 1980; BITTENCOURT *et al.*, 1982; DOMINGUEZ & BITTENCOURT, 1996).

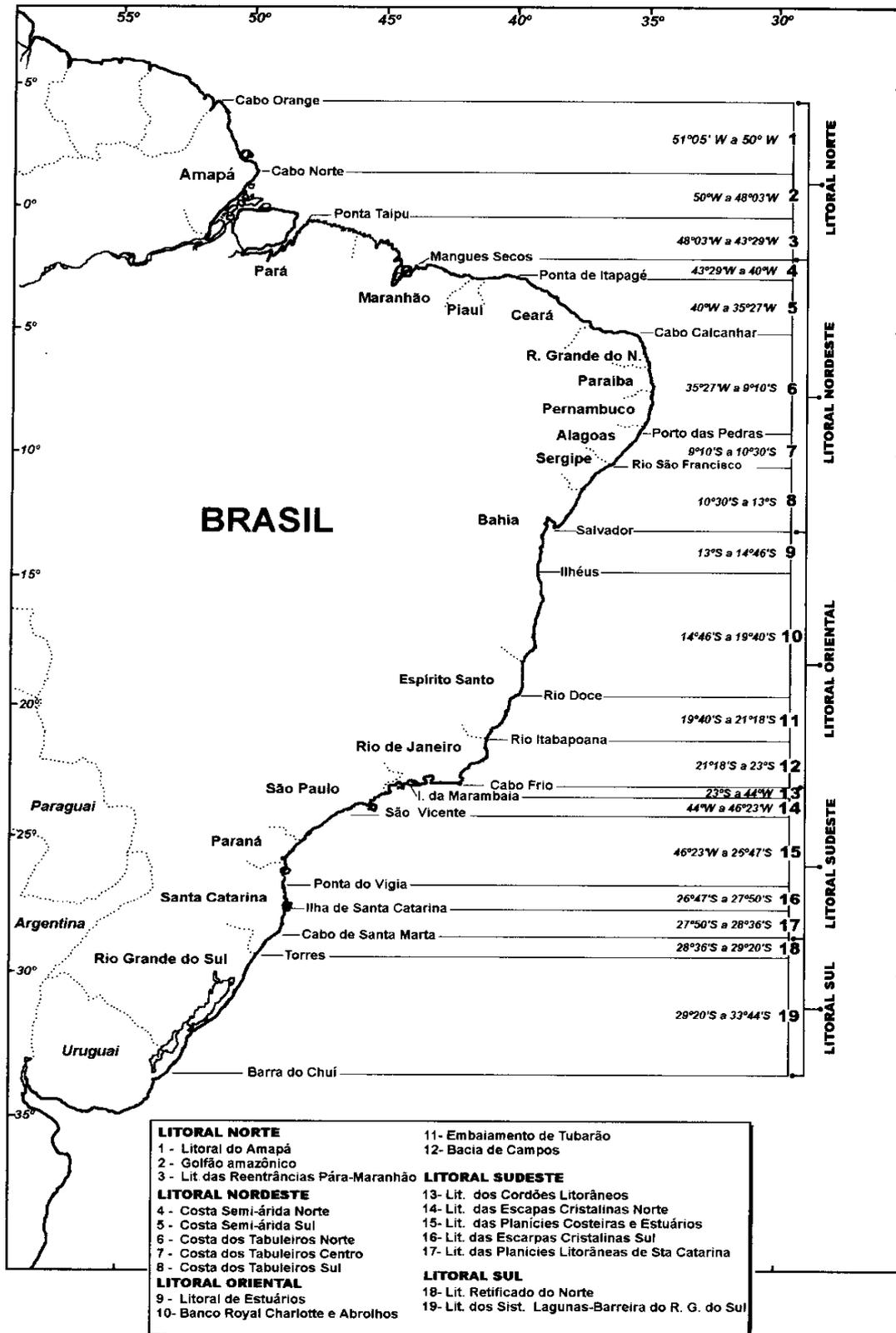


Figura 01- Brasil – Macrocompartimentos Costeiros. Fonte: Muehe (1998) apud Melo e Souza (2003).

Bittencourt *et al.* ('1982) distinguiram uma geração de dunas anteriores à formação dos terraços pleistocênicos relacionados à Penúltima Transgressão em cerca de 120.000 anos A.P. sobre os Tabuleiros da Formação Barreiras. Dessa geração, as mais internas, inativas e do tipo parabólico, são encontradas na extremidade sul da zona de progradação associada à foz do Rio São Francisco (Litoral Norte de Sergipe).

Mais recente que a anterior e da mesma forma já fixada pela vegetação, encontra-se uma segunda geração de dunas parabólicas com um grande desenvolvimento na região entre o Rio Piauí e o Rio Vaza Barris (Litoral Sul) (Bittencourt *et al.*, 1982). O Holoceno, último evento regressivo pós Última Transgressão (máximo atingido em torno de 5.100 anos A. P.) deu formas atuais ao modelado costeiro.

Sobre os terraços marinhos holocênicos encontram-se as gerações de dunas mais recentes divididas em conjuntos mais internos, já fixas e do tipo parabólico e, bordejando o litoral, do tipo barcanas (Bittencourt *et al.* 1982). São constituídas de sedimentos arenosos, bem selecionados. As dunas parabólicas estão fixadas pela vegetação e ocorrem na parte mais interna dos terraços marinhos holocênicos.

Como componentes da planície costeira e freqüentemente associados aos campos de dunas encontram-se os cordões litorâneos que, de acordo com Neto *et al.* (2004), são barreiras arenosas com feições alongadas paralelas à linha de costa, totalmente isolados do continente (ilhas barreiras) ou soldados a ele por uma das extremidades (pontais arenosos) a linha de costa. Esses cordões litorâneos podem isolar lagunas costeiras, sedimentadas ou não por canais que permitem a circulação da água no ciclo das marés entre a laguna e o mar aberto.

Em Sergipe, tais depósitos arenosos são considerados como areias litorâneas regressivas e apresentam-se descontínuos em muitos setores pela migração dos campos de dunas ou por algum mecanismo de ocupação antrópica.

Os cordões litorâneos regressivos, também denominados de cristas de praia, feixes de restinga ou planícies de restingas, são corpos arenosos alongados, dispostos paralelamente, ocupando áreas em zonas costeiras em progradação. Entre os cordões quase sempre se acumulam os depósitos paludais (VITAL *et al.*, 2005).

A paisagem costeira de Sergipe é marcada por terraços marinhos que, de acordo com França et al, (2007), são, em geral, antigos depósitos de origem marinha, com formas tabulares e topos planos, geralmente com cotas altimétricas inferiores a cinco metros, que foram soldados à planície costeira.

Os terraços marinhos mais antigos (Pleistoceno) ocupam a parte mais interna da planície costeira, associados ao importante episódio regressivo do mar e que expressam acumulações arenosas marinhas com forma subhorizontal. Os sedimentos que constituem esses depósitos litorâneos regressivos, de 8 a 10 m de altitude, estão representados por areias médias, finas a muito finas. Já os terraços marinhos mais recentes (Holoceno), com altitudes variando de alguns centímetros até cerca de 4 metros acima do nível médio atual do mar, formam a margem oceânica interrompendo-se, apenas, nas desembocaduras dos rios e riachos que drenam a planície costeira (SANTANA, 2006).

Para o interior da planície costeira sergipana surgem os Tabuleiros Costeiros que são superfícies planas situadas na transição das Terras Altas com a Frente Marinha resultantes da erosão dos terrenos da Formação Barreiras sendo, muitas vezes, interrompidos pelos estuários dos rios que atingem o litoral e freqüentemente utilizadas por plantações de coco - da - baía e pastagem.

Ainda em posição litorânea, a partir de 40m de altitude são encontrados depósitos arenosos representativos das areias finas de espraiamento recobrimdo, sobretudo, os tabuleiros costeiros de Pirambu e Pacatuba, que deram origem ao Neossolo Quartzarênico nãohidromórfico de textura arenosa. Essa linha primitiva da costa está disposta como uma muralha de altitude variável definindo, assim, sua condição de borda de tabuleiro entalhado (FRANÇA *et al*, 2007).

Os estuários e manguezais são terrenos de sedimentos quaternários de aspecto transicional influenciados, por um lado, pelos agentes continentais e, por outro, pelos agentes marinhos. São ambientes costeiros que têm vida efêmera com transformação constante. No litoral sergipano os manguezais estão sendo destruídos para dar lugar a empreendimentos como loteamentos frutos da especulação imobiliária.

A linha de costa de Sergipe é retilínea, com praias de areia fina a muito fina, dissipativas e bordejada por uma ampla planície arenosa com largura média de quase 10 km,

que inclui depósitos praias de idades holocênica e pleistocênica. Quatro grandes estuários associados às desembocaduras dos rios Real, Vaza-Barris, Sergipe e São Francisco interrompem a retilinearidade da linha de costa e exercem um importante papel no comportamento da mesma (MMA, 2006). O Estado de Sergipe, segundo Dominguez & Bittencourt (1996), se situa em uma região do Brasil caracterizada por uma tendência de longo prazo para progradação da linha de costa.

Na costa Nordeste três massas de ar predominam: a Massa Equatorial Norte associada à zona de alísios de NE do Anticiclone do Atlântico Norte, a Massa Equatorial Atlântica associada à zona de alísios de SE do Anticiclone do Atlântico Sul e a Massa Tropical Atlântica, que se forma nas áreas marítimas aquecidas do Atlântico Sul produzindo instabilidades e ação dos alísios de E (GIANNINI, *et. al.*, 2005).

Sergipe permanece sob a ação contínua dos Alísios de Sudeste, que configuram o sistema mais atuante sendo originados no Anticiclone Subtropical Semifixo do Atlântico Sul, cujas propriedades acarretam estabilidade, gerando estados de tempo bons e secos, dificilmente modificados pela morfologia regional (ARAÚJO, 2007).

De acordo com Fraga (2006), o deslocamento da Massa Tropical Atlântica favorece a direção dos ventos de SE, os quais predominam e podem atingir velocidades superiores a 8m/s. São ventos considerados moderados a fortes e influenciam a migração de dunas.

Já a regularidade das precipitações é assegurada pela atuação de dois sistemas meteorológicos: a propagação da Frente Polar Atlântica responsável pela intensidade das chuvas, e as Correntes Perturbadas de Leste. Os máximos pluviais do outono-inverno têm trajetória marítima, explicando a redução pluviométrica na parte ocidental do estado. Mesmo durante a estação chuvosa, não ocorrem chuvas diariamente, pois são interrompidas por períodos de estiagem (FRANÇA *et al.*, 2007).

O litoral de Sergipe apresenta clima semi—úmido (França e Graça, 2000). Os meses mais secos abrangem o período de primavera-verão e os mais chuvosos o período de outono-inverno. As temperaturas médias são elevadas com pequena variação anual. A amplitude média é inferior a 5° C.

Conforme, Davies (1980 apud Villwock *et al.*, 2005), na costa brasileira o regime de ondas é regulado pelos ventos alísios de NE, predominante no setor compreendido entre o Cabo Orange (Amapá) e o Cabo Calcanhar (Rio Grande do Norte), e pelo Anticiclone Migratório do Atlântico Sul, que origina ventos vindos de SE, dominando ao longo da costa entre o Cabo Calcanhar e o Arroio Chuí (Rio Grande do Sul).

O regime de marés é fator da dinâmica marinha responsável pela geração de correntes residuais que causam a dispersão de sedimentos para as praias. Na costa de Sergipe predomina o regime de mesomaré (amplitude >2m e <4m) onde é presenciado grande número de ilhas – barreiras curtas e atrofiadas.

A abundância de material sedimentar está associada à grande mobilidade de sedimentos provenientes da dinâmica eólica atuante regida por alísios de nordeste e de sudeste que, dependendo do período considerado no ano, diferenciam-se quanto à predominância (ATLAS DE SERGIPE, 1979).

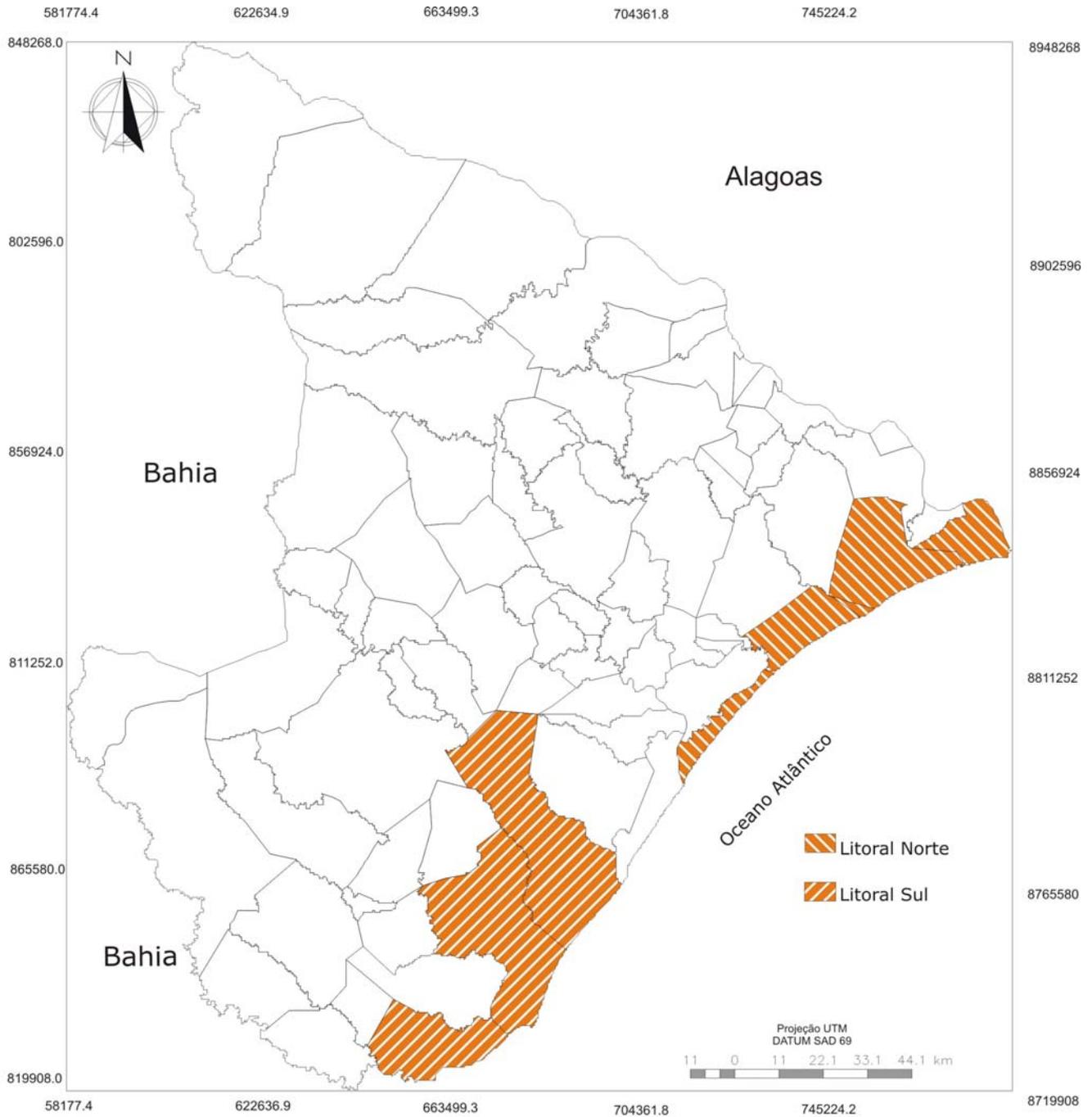
1.1.1- Litoral Norte

O estudo da Ecodinâmica das dunas costeiras de Sergipe objetivou desenvolver uma análise integrada numa perspectiva comparativa a partir da compartimentação do litoral de Sergipe em duas porções - Litoral Norte e Litoral Sul - onde os mecanismos naturais e antrópicos predominantes regulam a dinâmica biofísica dunar. (Figura 02).

A definição de setores de análise identificou-se como procedimento favorável ao estudo, uma vez que foram especificadas as unidades de dunas mais expressivas, possibilitando, assim, a avaliação da situação das dunas costeiras em trechos expressivos da área estudada.

Para o Litoral Norte, a presente pesquisa focalizou os campos de dunas ativos do município de Pirambu (praia de Santa Isabel e em torno da lagoa da Prata) como cenário de estudo visando à compreensão da disposição das dunas que bordejam o respectivo setor, tendo em vista a análise dos fatores controladores do seu desenvolvimento e dos processos mais atuantes.

ÁREA DE ESTUDO



FONTE: SUPES/SEPLAN (2006) Modificado.

Figura 02. Compartimentação do litoral sergipano em porção Norte e porção Sul.

Esse trecho do Litoral Norte compreende em sua zona litorânea a Reserva Biológica de Santa Isabel. Criada em 1988, abriga uma das sedes do Projeto TAMAR (Tartarugas Marinhas) e possui dentre os objetivos, o de proteger as tartarugas marinhas que se reproduzem no respectivo trecho do litoral.

A linha de costa apresenta uma disposição retilínea a levemente sinuosa com orientação NE-SW e está submetida à ação das ondas predominantes de leste seguidas em importância pelas ondas de sudeste e nordeste, sendo o clima caracterizado como semi-úmido, com período seco se estendendo de setembro a janeiro e precipitação total variando de 1.500 a 1.800 mm durante o ano (BISPO *et al.*, 2005).

A caracterização da praia aponta um fornecimento de areia abundante sendo grande a quantidade de areia soprada para o interior proveniente do oceano. O regime de marés é de caráter semidiurno com amplitude máxima de 2,6m (DHN, 2005).

Esse respectivo trecho litorâneo é marcado por unidades de dunas expressivas pertencentes à área da Reserva Biológica de Santa Isabel que abrangem setores de dunas fixas e semifixas (Figura 03). As dunas situadas na Reserva Biológica de Santa Isabel são um dos conjuntos dunares expressivos pertencentes ao Litoral Norte de Sergipe.

De maneira geral, percebe-se uma disposição de feições dunares primeiramente definidas por uma zona de acumulação recente em forma de pequenos montículos, recobertos parcialmente por vegetação do tipo herbácea como a salsa-da-praia (*Ipomoea pes-caprae*) e, sucedida por linhas intermediárias do tipo parabólicas, as quais se formaram pela colonização de tipos vegetais de maior porte, como o grageru (*Chrysobalanus icaco*), responsáveis pela fixação das areias

A faixa de dunas apresenta-se em estado de evolução tendo a presença de dunas móveis que avançam sobre as dunas já fixadas, inativas e de altura variada. Essas porções de dunas de maior porte aparecem mais interiormente após a presença de baixios alagados (brejos que abrigam inúmeras espécies da fauna e flora local), estes regulados pelas variações estacionais de umidade.

Nas áreas de brejo localizadas próximas à faixa de dunas frontais são encontrados vegetais de porte arbustivo como o grageru (*Chrysobalanus icaco*), espécie típica de restinga localizada a sotavento das dunas de pequeno porte, em áreas mais baixas, pela menor intensidade erosiva dos ventos. Essa mesma espécie quando mais afastada da praia, na restinga, desenvolve um porte arbustivo maior por se localizarem a barlavento de dunas que ficam protegidas por outras parcialmente fixadas pela vegetação.

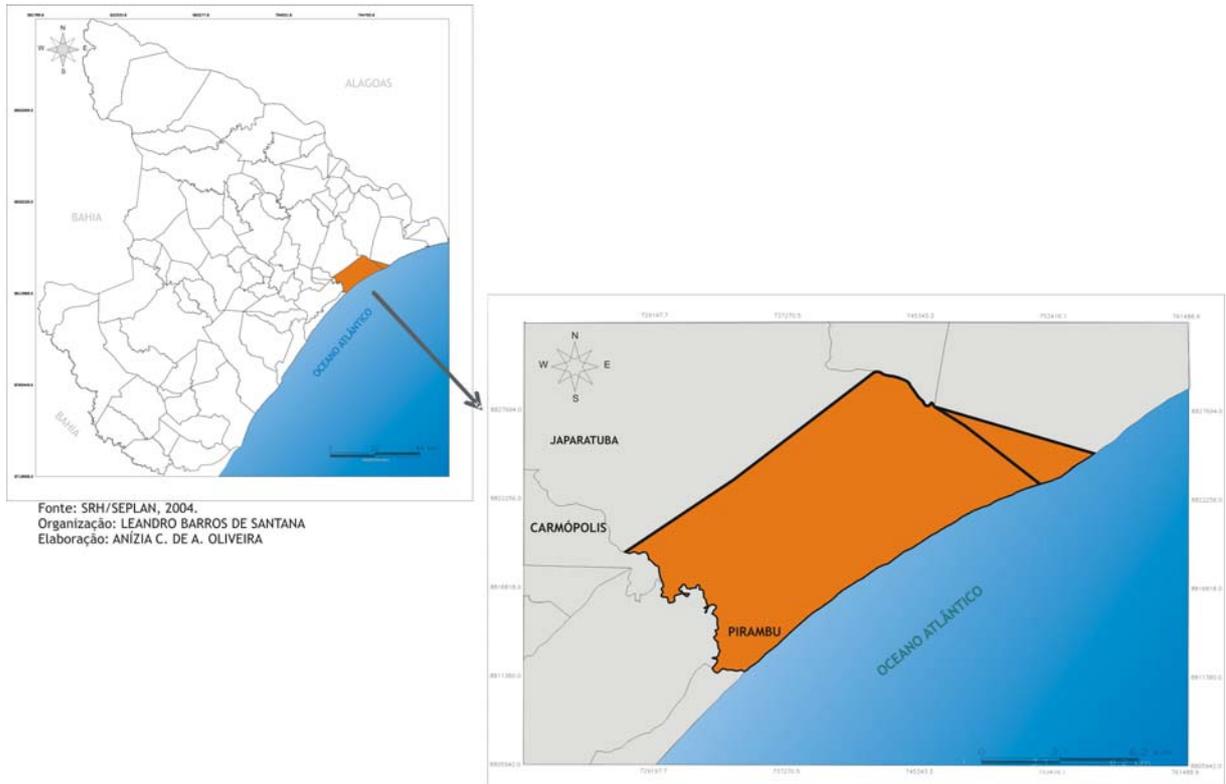


Figura 03. Localização do município de Pirambu - Litoral Norte de Sergipe.

São encontrados ainda depósitos dunares formados por gerações inativas de dunas localizadas mais interiormente, fixadas por vegetação arbórea-arbustiva e sistemas ativos, mais recentes, que ocupam a linha de costa e direcionam-se sobre as áreas mais internas, estes, orientam-se segundo a direção dos ventos dominantes e interagem com zonas interdunares alagadas.

1.1.2 - Litoral Sul

O litoral sul comporta as praias do município de Itaporanga d’Ajuda (Caueira) e mais expressivamente as do município de Estância (Praias do Saco e do Abais) e lagoas costeiras adjacentes até a divisa com a Bahia (Mangue Seco), ocupando uma extensão de 55,5 km. A Praia do Saco e a Praia do Abais pertencentes ao município de Estância contemplam o cenário de estudo (Figura 04).

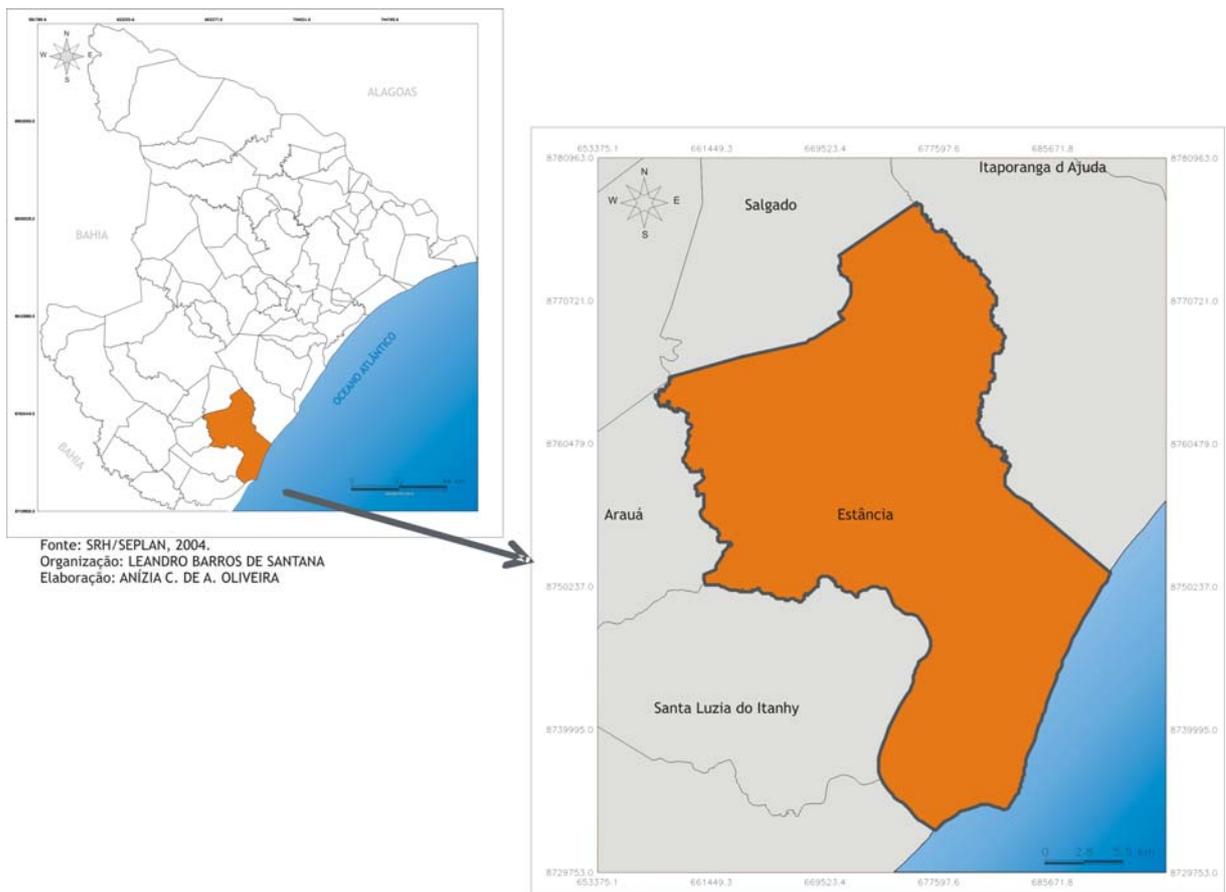


Figura 04. Localização do município de Estância - Litoral Sul de Sergipe.

De acordo com França e Graça (2000), o litoral de Estância apresenta clima quente e sub-úmido, com um período chuvoso correspondente aos meses de abril a agosto. As chuvas totalizam cerca de 1200 mm anuais. O período seco, com duração de 3 a 4 meses ocorre de dezembro a março.

Nas áreas úmidas que se localizam entre as antedunas e os campos dunares vegetados há, em alguns pontos, lagoas cobertas por vegetação, em sua maioria intermitentes, controladas pelo regime pluviométrico que orienta a formação de baixios alagados

caracterizados como pequenos brejos utilizados como pastagens por pequenos criadores de gado e que servem de refúgio para espécies de aves.

As áreas de dunas ativas situam-se nas proximidades da linha de costa, são formadas por campos de menor porte ainda em fase de estruturação e apresentam grande mobilidade em virtude da não estabilização dos sedimentos. A vegetação que compreende tal setor apresenta-se esparsa com espécies adaptadas à salinidade proveniente do mar e dos ventos. Constitui-se de plantas herbáceas que constantemente são recobertas parcialmente pelas areias através da ação eólica.

1.2 - Ecodinâmica na Avaliação de Sistemas Dunares.

O conhecimento das condições de equilíbrio dos sistemas dunares partiu da compreensão da estrutura (elementos) e do aspecto funcional (processos) mediante a consideração das componentes físicas, biológicas e antrópicas tendo como base a avaliação ecodinâmica em duas unidades amostrais referentes às dunas do Litoral Norte e dunas do Litoral Sul de Sergipe.

Para tal efeito, o presente estudo envolveu a análise das características biofísicas e antropogênicas que dependendo do tipo e intensidade interferem nos processos de desenvolvimento estrutural e do estado ambiental dos sistemas de dunas.

Nesse sentido, a abordagem ecodinâmica dentro de uma perspectiva integradora em que focalizou processos morfodinâmicos (geomorfológicos, climáticos, de sucessão ecológica e de atuação antrópica) avaliou o grau ou intensidade das mudanças ambientais ocorridas pela vulnerabilidade/estabilidade dos sistemas.

Os princípios da Ecodinâmica (Tricart, 1977) estabelecem uma gradação entre a morfogênese, onde prevalecem os processos erosivos modificadores das formas de relevo (instabilidade), e a pedogênese, onde prevalecem os processos formadores de solos (estabilidade). Tricart categorizou os ambientes em três tipos de meios morfodinâmicos: meios estáveis, meios intergrades e meios instáveis.

-Meios Estáveis

A característica geral deste tipo de meio envolve a noção de equilíbrio. Segundo Tricart (1977) *a evolução é lenta resultante da permanência no tempo de combinações de fatores* e, desse modo, é função da intensidade dos processos pedogenéticos em detrimento dos morfogenéticos, ou seja, *a pedogênese se exerce livremente sem ser afetada pelas sujeições da morfogênese*.

Abrangem os relevos planos, com solos profundos a muito profundos, com fraca suscetibilidade à erosão. A infiltração das águas e o escoamento superficial difuso comandam os processos morfogenéticos. Ocorrem em áreas, onde, o grau de concentração das chuvas é fraca a moderadamente concentradas, e a cobertura vegetal oferece proteção elevada.

-Meios Intergrades

Os meios intergrades apresentam comportamento morfodinâmico intermediário. Referem-se à passagem gradual entre os meios estáveis e instáveis. De acordo com Tricart (1977), tais meios são caracterizados pela interferência permanente de morfogênese e pedogênese, exercendo-se de maneira concorrente sobre o mesmo espaço.

O balanço entre pedogênese e morfogênese é fator característico da ecodinâmica havendo mudanças em função das condições que o meio oferece. Quando a morfogênese acelera ao ponto de superar a pedogênese em rapidez, o balanço torna-se negativo. Quando a instabilidade é fraca a pedogênese ganha vantagem com toda uma série de termos de transição para os meios estáveis. Tanto mais intensa é a morfogênese mais a pedogênese é perturbada.

-Meios Instáveis

Os meios instáveis são marcados pela atuação da morfogênese sobre a pedogênese. Segundo Tricart (1977), nesses meios a morfogênese é o elemento predominante da dinâmica natural, e fator determinante do sistema natural, ao qual outros elementos estão subordinados.

Caracterizam-se ambientes onde há predomínio da morfogênese sobre a pedogênese, ou seja, os processos de degradação são mais intensos. Os solos são geralmente rasos a pouco profundos, ou, no caso das planícies aluviais, profundos, com textura arenosa ou indiscriminada. Os processos morfogenéticos predominantes são os escoamentos difuso e

concentrado, desbarrancamentos e assoreamentos nos cursos d'água, com ocorrência de inundações. A condição de degradação se acentua quando a concentração de chuva é alta e o grau de proteção da cobertura vegetal é fraco.

Para a análise das potencialidades e limitações ambientais das unidades paisagísticas de dunas costeiras a partir da classificação de Tricart (1977) foi utilizada a abordagem da vulnerabilidade biofísica dunar de Laranjeira (1997) composta por cinco níveis (Quadro 01).

A relação entre ecodinâmica e vulnerabilidade para o estudo foi definida da seguinte forma:

- os meios estáveis correspondem aos ambientes de grau de vulnerabilidade muito fraca e fraca (nível 0 e nível 1), em que a combinação dos aspectos físicos oferece grande resistência à ação dos processos de degradação. O grau de vulnerabilidade fraca corresponde à predominância do processo da pedogênese sobre a morfogênese. O estado é estável ou medianamente estável, pouco alterado.

No caso dos sistemas de dunas costeiras prevalecem processos associados ao equilíbrio no funcionamento em que os fatores de estruturação como a distribuição vegetal sobre a superfície dunar é responsável em fixar e proteger as feições; a circulação eólica; a velocidade e direção dos ventos influenciando os processos de acreção dunar e a variação sazonal das chuvas interagem de forma a promover um ambiente com tendência à estabilidade.

- os ambientes com vulnerabilidade moderada equivalem aos meios de transição ou com tendência à instabilidade (nível 2). Caracterizam-se pela ação simultânea da pedogênese e da morfogênese, refletindo-se em relevos com solos pouco profundos. O índice de concentração de chuvas é fraco a moderado e a proteção da cobertura vegetal varia de média a alta.

No que se refere aos sistemas dunares qualquer alteração introduzida por determinado fator afeta o equilíbrio do balanço pedogênese/morfogênese. Dessa forma, mudanças nas condições de estabilidade podem acarretar alterações nas propriedades funcionais promovendo assim um estado transicional em que as feições dunares já se posicionam sobre o limiar de resiliência.

Nível 0 0 – 20% (Muito fraca)	Nível de vulnerabilidade em que o grau de transformação do sistema dunar não põe em risco a sua capacidade de auto-regeneração; o grau de vulnerabilidade está compreendido entre 0 a 20%; estado de degradação das feições não ultrapassa o limiar de resiliência; sensibilidade baixa.
Nível 1 > 20 –40% (Fraca)	Nível de vulnerabilidade em que já se percebem sinais de mudanças no conjunto do sistema; a sensibilidade de baixa passa a se acentuar; o nível 1 compreende o intervalo de valores maiores que 20% até 40%.
Nível 2 > 40-60% (Moderada)	Percebem-se sinais de degradação significativa, já se faz necessária uma certa restrição a uma maior utilização. As feições dunares se posicionam sobre o limiar de resiliência. Considerável nível de degradação dos sistemas. Valores maiores que 40% até 60% estão compreendidos neste intervalo.
Nível 3 > 60 –80% (Forte)	Observam-se mecanismos de pressão muito significativa; as feições dunares não apresentam mecanismos de resistência aos efeitos negativos; a sensibilidade é elevada; são maiores que 60% e chegando a 80% os valores percentuais do nível 3.
Nível 4 >80-100% (Muito forte)	Evidenciam - se efeitos de degradação severa e generalizada. Nível de degradação extremamente elevado comprometendo o caráter das geoformas. Limiar de resiliência ultrapassado. Nível de maior caráter impactante que compreende o intervalo de valores maiores que 80% até 100% de vulnerabilidade.

QUADRO 01. Níveis de Vulnerabilidade Biofísica Dunar. Fonte: Adaptado e Modificado de Laranjeira (1997).

- os meios instáveis incluem áreas com o grau de vulnerabilidade forte a muito forte (nível 3 e nível 4). Nesta categoria, os relevos são dissecados por escoamento superficial difuso e concentrado, resultando em considerável adensamento de ravinas e descaracterização das geoformas. Os solos são pouco desenvolvidos, geralmente destituídos dos horizontes superficiais e subsuperficiais, estando sujeitos a processos de arenização. O estado é crítico ou muito crítico.

Para ambientes como os campos dunares, a influência de determinado fator, de origem tanto natural como antrópica, pode gerar uma situação de forte instabilidade, favorecendo assim os processos morfogenéticos em detrimento dos processos de formação e desenvolvimento dunar. A situação de desarmonia gerada estará associada a um nível alto de vulnerabilidade do sistema.

O período de 2003 a 2008 foi estabelecido como corte temporal definidor de mudanças ambientais de ciclo curto que geram alterações locais para efeito de comparação e para obtenção das bases cartográficas.

As visitas a campo foram feitas em períodos alternados (período chuvoso e de estiagem) nos dois compartimentos do litoral considerados: Litoral Norte (Reserva Biológica de Santa Isabel, município de Pirambu e Litoral Sul (Praias do Saco e Abais, município de Estância).

Nas duas porções de estudo houve 4 trabalhos de campo. Em Pirambu, os campos abrangeram os seguintes períodos: dezembro de 2003, julho de 2005, junho de 2007 e janeiro de 2008. Em Estância as 4 visitas contemplaram os meses de abril de 2004, dezembro de 2004, março de 2006 e agosto de 2007.

Em se tratando da abrangência dos períodos de estudo, os trabalhos de campo extrapolaram a duração do mestrado pelo fato de que houve o aproveitamento de registros de campo provenientes de três anos de pesquisa de Iniciação Científica financiada pelo CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) as quais permitiram estabelecer geoindicadores socioambientais de vulnerabilidade biofísica dunar, a partir da aplicação de *field checklists* (listas de controle de campo), metodologia adaptada do Programa ELOISE/DUNES (*Environmental Long-term Interactive Changes on South Atlantic Coasts and Estuarine Environments*) da União Européia.

A visualização dos setores expostos foi proporcionada pela inserção de fotos das unidades geoambientais mais significativas das paisagens analisadas a partir do uso de máquina fotográfica digital em campo.

As atividades de campo foram realizados com o auxílio de GPS de navegação para marcação dos pontos, medições de campo e delimitação dos setores visitados. Os setores de estudo definidos e suas respectivas coordenadas são: -Litoral Norte: SETOR 01 - REBIO/Pirambu (736385, 8813434); SETOR 02 - Barreta-REBIO (744217, 8819984); Litoral Sul: SETOR 01 - Praia do Saco (682319, 8736954); SETOR 02- Praia do Abaís (686737, 8747954).

As atividades de gabinete englobaram:

- Levantamento bibliográfico realizado em Bibliotecas (Biblioteca Central da UFS, Biblioteca Setorial do PRODEMA, Biblioteca Setorial do Núcleo de Pós-Graduação em Geografia) no portal de periódicos da CAPES, em artigos pesquisados na Internet, além de obras do acervo bibliográfico da orientadora da pesquisa.

- Levantamento de dados pluviométricos e de regime de ventos realizados respectivamente na Superintendência de Recursos Hídricos, no Centro de Meteorologia de

Recursos Hídricos (SEPLANTEC/CMRH) e na Capitania dos Portos de Sergipe em site do DHN (Diretoria de Hidrografia e Navegação do Ministério da Defesa).

- Levantamento cartográfico (analógico e digital) pertinente à área de pesquisa pela aquisição de mapas, imagens de satélite, cartas topográficas e ortofotocartas em órgãos do Estado.

- Levantamento de documentos legais em órgãos públicos federais e estaduais e em sites da Internet.

A análise dos depósitos eólicos necessitou da descrição da morfologia visando a identificação das dunas ativas e inativas, a sua tipologia e a definição dos fatores controladores no seu desenvolvimento.

Para tratar da estruturação do sistema foram elaborados dois perfis topográficos, um para o litoral Norte - Pirambu e outro para o Litoral Sul – Estância, a fim de classificar as seções de dunas pelo porte, perfil biogeográfico e uso predominantes.

Os perfis foram gerados a partir do programa Global Mapper 8 e equivalem a esquemas representativos de setores definidos em campo. O critério para a determinação dos transectos partiu da escolha das unidades de dunas mais expressivas para o foco da análise.

De modo correlacional, os perfis representam as condições geológicas das proximidades do setor 02 de Pirambu e do setor 02 de Estância, tendo em vista não ter sido possível haver plena coincidência entre a localização dos setores de campo e a dos perfis das dunas.

Para o entendimento dos processos foram elaborados fluxogramas sínteses como forma de melhor visualização das relações positivas e negativas entre os fatores componentes da dinâmica da paisagem dunar em cada segmento do litoral sergipano.

Os fluxogramas funcionam como redes de associações que, baseadas nos estudos de Almeida (1997), são compostas por múltiplos elementos relacionados a fatores e processos que interagem e promovem efeitos positivos ou negativos e servem para expor as ligações existentes entre as variáveis mais significantes através do processo de eliminação sucessiva. As variáveis tanto podem se referir a fatores biofísicos quanto antrópicos.

Sendo assim, no estudo em questão, as associações foram elaboradas a partir dos parâmetros componentes dos processos e fatores estabelecidos com base na literatura pertinente e nos resultados dos trabalhos de campo e de gabinete, a fim de produzir, de modo sintético, a avaliação do desenvolvimento e sensibilidade dunar.

O referido método enfatiza o grau de associação entre as variáveis, de forma a especificar as ligações de caráter positivo, aquelas em que os efeitos demonstram situações de equilíbrio apresentando tendências à estabilização dos sistemas, e as de caráter negativo, relacionadas a efeitos perturbadores que geram tendências à vulnerabilidade. Dessa forma, no tocante ao significado das associações, as que especificam ligações positivas são traços verdes e as de caráter negativo, traços vermelhos.

A análise dos fatores estruturantes responsáveis pela configuração dos sistemas e o detalhamento da dinâmica natural encontrada nas unidades amostrais referentes às porções dos Litorais Norte e Sul de Sergipe foram propiciadas mediante a interpretação de fotografias aéreas e imagens de satélites.

A base cartográfica utilizada contou com imagens do satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres (CBERS II – Sensor CCD) com resolução espacial de 20 x 20 m, adquirida em 2005; ortofotos de 1:10.000, cedidas pela Secretaria de Planejamento (SEPLAN/SE) obtidas em cobertura aerofotogramétrica ocorrida em 2003, mais adaptada aos objetivos do trabalho, sendo também extraída informações sobre geologia e geomorfologia do Atlas Digital sobre Recursos Hídricos de Sergipe (SEPLAN/SRH, 2004).

As cartas temáticas de uso e ocupação do solo e processos morfodinâmicos que visam caracterizar as formas de uso e ocupação do solo e os processos dunares mais atuantes, as cartas de relações morfogênese/pedogênese que objetivam tratar do balanço dinâmico e as de ecodinâmica que trazem a síntese do estado atual das dunas mediante a avaliação dos ambientes dunares em termos de estabilidade/instabilidade dos sistemas foram produzidas a partir do uso do software de geoprocessamento Spring 4.3 cotejados com os resultados de trabalhos de campo.

A base cartográfica após georreferenciamento foi importada para o software SPRING 4.3, onde se procedeu a identificação, delimitação das áreas de dunas, a espacialização das geoformas e definição das classes temáticas para cada categoria estipulada.

A análise da estabilidade/vulnerabilidade conduziu a uma caracterização geral dos ambientes dunares em cada setor específico dentro do respectivo sistema litorâneo.

Assim, os resultados foram obtidos a partir da caracterização dos fatores que mais influenciam na mudança do comportamento das feições dunares face ao atual estado de degradação mediante a análise das interações entre os fatores causadores de danos aos sistemas dunares e os responsáveis pela estruturação do sistema.

Dessa forma, com base na identificação dos processos mais atuantes, efetuou-se a categorização dos resultados de interação entre os fatores condicionantes e estruturantes em distintos níveis ecodinâmicos para os sistemas dunares costeiros compreendidos nas duas porções Norte e Sul.

CAPÍTULO II – DA NATUREZA À SOCIEDADE: PAISAGEM NA ANÁLISE DE SISTEMAS AMBIENTAIS

CAPÍTULO II - DA NATUREZA À SOCIEDADE: PAISAGEM NA ANÁLISE DE SISTEMAS AMBIENTAIS

Em diferentes momentos históricos, várias concepções filosóficas são geradas a partir de visões de natureza diferenciadas. Segundo Moraes (1999; p. 76) “cada espaço, em cada tempo, tem a sua idéia de natureza”.

Na Antiguidade, a visão grega “buscava explicar a essência ou natureza das coisas em função daquilo de que eram feitas, livres dos mitos ou da religiosidade” (Moraes, 1999; p. 79), traço característico de uma concepção que via a natureza como fonte de sabedoria.

De acordo com Quaranta – Gonçalves (2007; p. 47), tal pensamento referia-se a uma tentativa de entender a natureza a partir da razão. Sem conotações míticas “os filósofos hoje denominados pré-socráticos criaram o conceito de *physis*, algo imanente à natureza, que explicaria seu funcionamento”.

Aristóteles, pensador grego, acreditava que as coisas naturais têm uma causa de movimento em si mesmas, ou seja, têm um princípio de nascimento, organização e movimento. A natureza, dessa forma, manifesta-se como processo, crescimento e mudança. A compreensão de natureza com Aristóteles se sistematiza (MORAES, 1999; p. 79).

Para Quaranta – Gonçalves (2007; p. 48), no mundo aristotélico, o homem não se afastou da natureza, onde encontrava o seu lugar, simultaneamente, como ser vivo e ser conhecedor; o mundo era sua medida; o conhecimento intelectual atingia o próprio princípio das coisas, a causa e a razão última do seu devir.

Na Renascença, segundo Moraes (1999, p. 80), presenciou-se uma “aversão à cosmologia grega e negação de que o mundo estudado pela ciência física, fosse um organismo vivo e provido de inteligência”.

Collingwood (1949 apud MORAES, 1999, p. 80), especifica que “o mundo natural é, para Renascença, uma coordenação de corpos conjugados e destinados a um fim específico por um espírito inteligente e exterior, isto é, criador divino e senhor da natureza. Tanto os pensadores gregos quanto os da Renascença viam na ordenação do mundo natural uma

manifestação de inteligência. Para os gregos, essa inteligência pertencia à própria natureza; já para os pensadores renascentistas, era a inteligência de algo externo à natureza – provinha do criador divino e senhor da natureza”.

Na época do Renascimento, o homem coloca-se no centro de tudo. Segundo Quaranta – Gonçalves (2007, p. 48) “o antropocentrismo consagrou o poder sobre o objeto natureza, a ser conhecido no diálogo com o sujeito homem pelo método científico inspirado na filosofia de Bacon e de Descartes, na Matemática e na Física de Galileu e Kepler (e depois, de Newton). A natureza passou a ser considerada sem alma, sem vida, mecânica, geométrica”.

Francis Bacon recomendava torturar a natureza para esta revelar seus segredos, ser dissecada, forçada a sair do estado natural, amassada e moldada, reduzida e escrava, constrangida a servir. Galileu descrevia uma natureza sem qualidades sensíveis (ilusórias), valorizava apenas as que poderiam ser mensuradas e quantificadas na combinação do trabalho empírico com a matemática. Descartes partiu da dúvida, questionou a aceitação não crítica do que os sentidos percebem; em seu entender, o raciocínio lógico era o ponto de partida para se chegar a um conhecimento fundamental. (QUARANTA – GONÇALVES, 2007; p. 49)

Nesse contexto, entende-se que o conceito de natureza está ligado ao estágio de desenvolvimento científico e tecnológico. Destaque para a visão moderna em que ocorreu uma verdadeira separação entre o homem e a natureza. Gonçalves (1989) salienta que é com Descartes que a oposição homem-natureza, espírito-matéria, sujeito-objeto se afirmará, constituindo-se no centro do pensamento moderno e contemporâneo.

O mesmo autor enfatiza que o fundamento da relação da sociedade com a natureza sob o capitalismo está baseada na separação – a mais radical possível, entre homens e mulheres de um lado e a natureza de outro (GONÇALVES, 2004 p. 66).

Referente a esta revolução mecanicista, Quaranta – Gonçalves (2007, p. 52) expõe :

O homem se afirma como senhor e dominador da natureza. A Ciência prevê todos os fenômenos naturais: sua abordagem reducionista visa converter conhecimento em poder e leva a tratar a natureza e o Universo como poços de infinitas riquezas; privilegiando o modelo único de desenvolvimento, ignorando a complexidade cultural, econômica, espiritual e social da humanidade, empobrecendo a concepção de ser humano, agora uma mera engrenagem em um universo mecânico.

A compreensão tradicional das relações entre a sociedade e a natureza desenvolvidas até o século XIX, vinculadas ao processo de produção capitalista, considerava o homem e a

natureza como pólos excludentes, tendo subjacente a concepção de uma natureza objeto, fonte ilimitada de recursos à disposição do homem (Bernardes e Ferreira, 2003). Mesmo a Geografia que, em princípio, não caberia dentro dessa oposição, reproduz no seu interior essa dicotomia através da separação entre a Geografia física e a Geografia humana (GONÇALVES, 1989).

Na Geografia clássica, o meio natural era visto como mecânico e predominava o pensamento determinista, sendo a natureza colocada como condição ou obstáculo para o desenvolvimento de uma determinada sociedade. Mas, a partir dos anos de 1960, com a Geografia Crítica, o caráter predatório provocado pelo processo industrial foi enfatizado por diversos autores (BERNARDES E FERREIRA, 2003; p. 27).

Para Bertrand (1978 apud MORAES, 1999), a Geografia está passando por um momento de reestruturação, em que se busca cada vez mais elaborar uma nova dialética de natureza, e o homem é visto como parte integrante dela.

Esse momento vem cercado de novas indagações e de um contexto efetivamente diverso. Afinal, uma das considerações mais atuais se refere exatamente ao papel da ciência e da técnica na produção de conceitos, no uso e na gestão do ambiente e na incontornável política do problema. Sem dúvida, não é possível contar com muitas certezas, mas, pelo menos, a Geografia pode contribuir para revelar algumas das múltiplas dimensões do problema, reconhecendo, assim, a complexidade do tema atualmente (BECKER e GOMES, 1993, p 149)

Um dos paradigmas que surge neste período refere-se ao paradigma ecológico, que explicou a visão holística do mundo com base no processo de síntese da vida realizado pela integração entre o orgânico e o inorgânico. Esta nova etapa no estudo da natureza foi importante para o rompimento em definitivo com o dualismo cartesiano entre matéria e espírito, pois coloca no centro de sua análise a vida (MORAES, 1999, p. 88).

Entre as novas abordagens científicas destaca-se a teoria de Gaia (o ressurgir de um planeta Terra vivo, no qual os seres humanos são apenas mais uma espécie). De acordo com (Quaranta – Gonçalves, 2007), a teoria de Gaia supõe uma Terra viva, sistema auto-regulador e auto-organizador, constituído de componentes físicos, químicos e biológicos, impelidos pela luz do Sol, na qual as condições de equilíbrio homeostático são mantidas até quando uma contradição interna ou força exterior provocar um abalo que leva a uma nova situação estável.

Entretanto, a natureza, ao ser incorporada como um objeto a ser possuído e dominado, é concebida por uma idéia de homem não-natural e fora da natureza o que dificulta tentativas de pensar o homem e a natureza de uma forma orgânica e integrada.

Nessa perspectiva, Oliveira e Machado (2004, p. 138) salientam:

Em nosso fascínio por partes da natureza, esquecemo-nos de observar o todo e compreender a dinâmica natural do planeta. A perspectiva holística resgatou a visão de conjunto, a compreensão de como as diversas partes da natureza interagem em padrões que tendem ao equilíbrio e persistem ao longo do tempo. Diante dessa perspectiva, não se pode mais encarar a Terra como dissociada da civilização humana; somos parte do todo, e olhar para ele significa, em última análise, olhar para nós mesmos.

Isto revela que tal problemática implica em um outro conceito de natureza, e conseqüentemente, em outras formas de relacionamento entre os seres vivos. Segundo Rodriguez *et al.* (2004), a situação predominante atualmente em parte do mundo, de esgotamento ambiental e de desequilíbrio ecológico, deve-se: a uma atitude de desconhecimento e ignorância das propriedades dos sistemas naturais, que tem motivado uma ocupação e exploração dos recursos naturais; e a uma posição de desdém e negligência sobre o papel da Natureza na implementação dos sistemas econômicos.

Rodriguez *et al.* (2004) asseveram que o ponto de partida para entender a interação entre a natureza e a sociedade é aceitar que os seres humanos na natureza ocupam uma situação dúbia e contraditória. Sendo parte da natureza, ao ser uma de suas espécies biológicas, ao mesmo tempo, devido à organização social e à capacidade de trabalho, os seres humanos podem modificar e transformar a natureza.

O paradigma do desenvolvimento vinculado tão somente à idéia de crescimento econômico vem promovendo, historicamente, processos contraditórios de reprodução sócioespacial pela combinação desigual entre crescimento da economia, equidade social e conservação do patrimônio natural.

No âmbito da economia globalizada, em que as atividades produtivas são reguladas pela dinâmica de acumulação de capital, estratégias econômicas mundiais a partir de “transformações dos territórios nacionais em espaços nacionais da economia internacional” (Santos, 2004, p. 147), geram formas de (re)apropriação do território que legitimam processos tradicionais de exploração econômica.

A chamada crise civilizatória emerge como resultado de uma desordem internacional em que os indicadores que traduzem tal desordem são representados por dívidas de âmbito social, econômica, ecológica, ética e cultural.

Explorando as riquezas da Terra, a forma capitalista de produzir afeta diretamente o meio ambiente, muitas vezes provocando impactos negativos irreversíveis ou de difícil recuperação. Hoje os riscos produzidos se expandem em quase todas as dimensões da vida humana, obrigando-nos a rever a forma como agimos sobre o meio natural e as próprias relações sociais, obrigando-nos a questionar os hábitos de consumo e as formas de produção material (BERNARDES e FERREIRA, 2003).

Para Gonçalves (2004; p. 30) a caracterização da sociedade como “sociedade de risco” traz um componente interessante para o debate acerca do desafio ambiental, na medida em que aponta para o fato de que os riscos que a sociedade contemporânea corre são, em grande parte, derivados da própria intervenção da sociedade humana no planeta (reflexividade), particularmente das intervenções do sistema técnico-científico. Assim, sofremos, reflexivamente, os efeitos da própria intervenção que a ação humana provoca por meio do poderoso sistema técnico de que se dispõe.

Conforme Oliveira e Machado (2004, pág. 138):

A estrutura da civilização está se tornando cada vez mais complexa, uma vez que está deixando aos poucos os alicerces do mundo natural, rumo a um mundo cada vez mais planejado, controlado e manufaturado. Conforme aumenta essa complexidade, mais nos distanciamos de nossas raízes na Terra e perdemos nosso sentimento de integração com o restante da natureza.

Nesse contexto é que atualmente, cresce a preocupação com a busca de soluções para os desequilíbrios provocados pelas formas como a sociedade relaciona-se com o meio ambiente. Emerge então a necessidade de se elegerem novos valores e novos paradigmas capazes de romper com a dicotomia sociedade/natureza que vislumbrem o entendimento dos processos à luz de análises integradas.

É o que ressalta Leff (2002), quando afirma que não devem ser apenas novos valores, mas princípios epistemológicos e estratégias conceituais que orientem a construção de uma racionalidade produtiva sobre bases de sustentabilidade ecológica e de equidade social. A crise ambiental problematiza os paradigmas estabelecidos do conhecimento e demanda novas

metodologias capazes de orientar um processo de reconstrução do saber que permita realizar uma análise integrada da realidade.

2.1. Perspectiva Integradora na Abordagem Ambiental da Paisagem

Assim como as visões de natureza, a origem e a evolução histórica do conceito de paisagem geraram pensamentos associados ao cenário histórico e cultural de diversas épocas e lugares, essenciais para a construção de teorias da paisagem e métodos de pesquisa centrados em inúmeras perspectivas de análise.

A formulação de um conceito de paisagem ocorreu ao longo de muito tempo, começando a se manifestar mais claramente a partir das observações de pintores, artistas e poetas tanto ocidentais como orientais (MAXIMIANO, 1997).

Conforme Maximiano (1997), na Antiguidade, a visão da paisagem original era de uma certa precaução, delimitada pelo conhecimento da realidade circundante em que o ambiente fora do controle humano era olhado com desconfiança e entendido como elemento hostil. Como marca deste período o autor destaca os jardins fechados construídos para lazer, contemplação ou plantio de algumas espécies, considerados como oásis trazidos para dentro das cidades fortificadas em que os muros protegiam contra as ameaças externas, as quais tanto podiam vir de outros povos, como de forças naturais, ainda desconhecidas.

Na Antiguidade Ocidental a natureza selvagem não importava à arte, que representava cenas sempre antropomórficas. Aparentemente o ser humano e a natureza estavam sempre em oposição. Diferentemente, as artes chinesa e japonesa foram marcadas por um cosmocentrismo, com um certo senso da natureza como sistema vivo, do qual o ser humano fazia parte (ROUGERIE e BEROUTCHATCHVILI, 1991 apud MAXIMIANO, 1997).

A partir de Humboldt, século XVIII, iniciam-se estudos mais voltados para a sistematização que levariam à compreensão de paisagem como resultante de um complexo de interações entre elementos naturais e humanos. Segundo Bolós Y Capdevila (1992 apud DIAS, 1998), Humboldt adota uma concepção de natureza perfeitamente adaptada à concepção de paisagem integrada. A produção humboldtiana é, com certeza, referência fundamental no panorama da evolução do pensamento geográfico.

Segundo Almeida (1997, p. 13), os conceitos e os métodos de análise da paisagem se diversificam com o passar do tempo. Para esse autor:

Alguns investigadores consideram a paisagem como o escopo principal dos seus estudos e a paisagem é o objeto e fim de tudo; outros dão primordial peso ao modo como a paisagem é percebida, como é vivida, sendo os estudos centrados sobre o sujeito que observa essa paisagem; outros, finalmente, interessam-se pela paisagem sob uma perspectiva integrada, em que o meio e o homem não são elementos separados, mas sim componentes dum mesmo sistema que se influenciam de modo mútuo.

Para Schier (2003), as diferenças de abordagem da maioria dos conceitos de paisagem na Geografia se atrelam a determinadas concepções filosóficas. Segundo esse autor:

Pode-se dizer que o conceito de paisagem foi originalmente ligado ao positivismo, na escola alemã, numa forma mais estática, onde se focalizam os fatores geográficos agrupados em unidades espaciais e, numa forma mais dinâmica, na geografia francesa, onde o caráter processual é mais importante. Ambas tratam a paisagem como uma face material do mundo, onde se imprimem as atividades humanas (SCHIER, 2003, p. 80)

Nesse íterim, “embora a participação humana na paisagem seja uma realidade aparente, paisagens têm sido estudadas sob ênfases diferenciadas onde nem sempre as sociedades humanas são consideradas no mesmo nível que outras variáveis” (MAXIMIANO, 1997, p. 88)

De modo geral, o estudo da paisagem exige um enfoque que permita fazer uma avaliação definindo o conjunto dos elementos envolvidos, a escala a ser considerada e a temporalidade na paisagem. Enfim, trata-se da apresentação do objeto em seu contexto geográfico e histórico, levando em conta a configuração social e os processos naturais e humanos (SCHIER, 2003).

Neste sentido, ao tratar a paisagem como "interfície" da natureza e da sociedade Ribeiro (1989), expõe que apesar de a paisagem apresentar-se visível e concretamente percebida, a sua compreensão racional não deve restringir-se à mera descrição formal e subjetiva de seus componentes e, muito menos, às simples relações de causa e efeito entre eles sendo seu estudo o ponto de partida para o entendimento racional de um processo mais amplo e abrangente, envolvendo a sociedade e a natureza.

Sendo assim, a introdução dos estudos baseados nos processos dinâmicos foi posta como uma necessidade por muitos geógrafos físicos no procedimento de compreensão das paisagens traduzindo-se em um importante instrumento de análise geográfica.

Gregory (1985, p. 182) ao salientar a posição da Geografia Física expõe: “o advento ainda que tardio do homem pode ser apreciado traçando os antecedentes, a pesquisa realizada para avaliar a magnitude da ação antrópica, a ênfase sobre os acasos ambientais e sobre os ambientes construídos pelo homem como base para uma Geografia Física mais ambiental”.

O entendimento dos processos geográficos à luz de análises integradas que contemplem fenômenos tanto de ordem natural quanto de influência humana deve permear os estudos concernentes à Geografia Física Moderna, posto que, a mesma por muito tempo exprimiu tal deficiência, ao desconsiderar a visão global que dá ênfase aos diversos componentes determinantes da construção paisagística.

Segundo Conti (2001), a Geografia tem por objeto próprio a compreensão do processo interativo entre sociedade e natureza, produzindo, como resultado, um sistema de relações e de arranjos espaciais que se expressam por unidades paisagísticas identificáveis.

Para Guerra (2006), a necessidade de compreensão dos fenômenos naturais frente às incertezas e às irregularidades, encaminhou os estudos da natureza, em uma ótica menos reducionista, a compreendê-la de maneira não fragmentada, considerando a sua dinâmica e levando ao entendimento do todo de forma sistêmica, conhecida como uma abordagem holística da natureza.

É um avançar de pensamento que de acordo com esse autor, o surgimento de novas técnicas de análises científicas, a partir do século XX, ajudou a entender que os elementos da natureza, além de relacionarem-se entre si, formam também um todo unitário e complexo e que os sistemas que compõem a natureza e os socioeconômicos possuem comportamentos irregulares onde suas relações podem ser previsíveis ou não ao considerar a possibilidade de ruptura, irreversibilidade, imprevisibilidade das mudanças e de auto-regulação dos sistemas abertos mediante os seus estados de estabilidade temporais.

Assim, a análise da dinâmica dos sistemas com vistas ao entendimento da inter-relação entre os sistemas físicos e socioeconômicos é marca da perspectiva mais recente de paisagem

integrada. De acordo com Bolós Y Capdevila (1992), esta noção de unidade integrada é o primeiro indício da concepção sistêmica da paisagem, que começa a ser esboçada, nas décadas de 30 e 40 deste século, a partir da tomada de consciência pelo homem como sendo parte constituinte do complexo conjunto denominado natureza.

Neste contexto, tem origem as preocupações referentes aos problemas ambientais e à conservação da natureza. Segundo Almeida (1997, p. 21), “é fundamental perceber a estrutura abiótica e biótica das paisagens e suas interações, ou seja, a sua dinâmica, pois que são a base para se poder entender o seu funcionamento e, portanto, o melhor modo como pode ser utilizado o seu espaço pela sociedade, nas suas múltiplas atividades”.

Ademais, no tocante à integridade paisagística o mesmo autor acrescenta:

(...) as reacções da natureza serão tanto mais intensas quanto mais sensíveis foram as componentes afectadas; ora, para além de se procurar conhecer as componentes que, em interligação, constituem a estrutura da paisagem e contribuem para o seu funcionamento, é importante determinar quais são essas componentes sensíveis e qual o papel que desempenham na dinâmica da paisagem, para se poder prever sua evolução.

Dessa forma, a abordagem que insere o homem no conjunto dos processos dinâmicos pode ser bem visível nos estudos que abarcam a análise da paisagem sob uma dimensão integradora. Para Christofolletti (1999), a paisagem constitui-se no campo de investigação da Geografia, onde se permite que o espaço seja compreendido como um sistema ambiental, físico e socioeconômico, com estruturação, funcionamento e dinâmica dos elementos físicos, biogeográficos, sociais e econômicos.

Conforme Passos (2003, p. 09) “a paisagem integra pois o homem, ou mais precisamente, a sociedade considerada como agente natural. A ciência da paisagem ignora a ruptura entre a Geografia Física e a Geografia Humana. A paisagem é reflexo da organização social e de condições “naturais” particulares. A paisagem é, portanto, um espaço em três dimensões: natural, social e histórica”.

A perspectiva da paisagem integrada assume princípios relacionados ao entendimento da complexidade dos processos envolvidos numa visão que entende a biosfera como única, insubstituível, indivisível, limitada e dinâmica e lança a compreensão de que o ambiente deve ser considerado além do espaço físico-natural, pensamento a ser considerado na ótica da sustentabilidade (MELO & SOUZA e OLIVEIRA, 2008).

Nessa perspectiva, a abordagem sistêmica pode ser aplicada ao estudo das paisagens, uma vez que, a percepção da sua estrutura (composição e fisionomia) e das suas interações, auxilia no entendimento do seu funcionamento servindo como alicerce para o estudo evolutivo da mesma numa perspectiva em que os estudos alcançados sejam essenciais para as atividades de planejamento.

Para Bolós (1981), a paisagem, em sua abordagem sistêmica e complexa, será sempre dinâmica e compreendida como o somatório das inter-relações entre os elementos físicos e biológicos que formam a natureza e as intervenções da sociedade no tempo e no espaço, em constante transformação.

Bertrand (1972, p. 141), ao entender a paisagem como uma entidade global destaca:

A paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É em uma determinada porção do espaço o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução.

Ao considerar que os elementos da paisagem organizam-se de forma dinâmica, ao longo do tempo e do espaço dentro de uma perspectiva evolutiva, Bertrand (1972), salienta a união existente entre todas as formas de energia, complementares ou antagônicas que, reagindo dialeticamente umas em relação às outras, determinam a evolução geral dessa paisagem. O mesmo autor ressalta: “se não é fácil apreciar a importância de determinado agente ou de determinado processo isolado, é, no entanto, possível classificar os sistemas de evolução em função do ou dos fatores dominantes (geomorfogenético, antrópico)”.

Nesse contexto, um estudo sobre a paisagem deve primeiramente partir da identificação de seus elementos constituintes a fim de analisá-los conforme as características da sua composição, estrutura e funcionamento, para em seguida, analisar o seu estado de estabilidade de acordo com a existência de perturbações nas características biofísicas provocadas por agentes de ordem natural ou derivadas do fator antrópico e assim traçar uma prognose da paisagem em causa mediante a previsão da sua evolução.

As paisagens são caracterizadas pela estrutura e heterogeneidade de seus componentes, pela diversidade fisionômica, pela dinâmica de funcionamento, pela variação dos estados de

estabilidade e pelo caráter sistêmico. O desenvolvimento de pesquisas fundamentadas na análise geocológica requer o entendimento de tais características da paisagem.

Paisagem não é o mesmo que espaço, mas parte dele; algo como um parâmetro ou medida multidimensional de análise espacial (Maximiano, 1997). Partindo desse pressuposto, Dias (1998) expõe que a paisagem deve ser vista como expressão da organização de todos os elementos no espaço geográfico, um mosaico constituído de elementos concretos e abstratos, visíveis e invisíveis que materializam as relações estabelecidas entre o homem e o meio.

O conceito de paisagem direcionado para a abordagem sistêmica permitiu a compreensão dos sistemas naturais, a partir da sua estrutura e funcionamento. A análise da Ciência da Paisagem volta-se então para a preocupação com a dinâmica das unidades, ou seja, com metodologias acerca da morfologia e dos fenômenos de integração, manifestados pelos fenômenos de funcionamento dos sistemas (GUERRA, 2006).

Segundo Guerra (2006), diversas ciências são relevantes para a formação de um referencial holístico no estudo da paisagem, destacando-se a Geografia e a Ecologia. Na escola germânica de Geografia Física, Carls Troll define, em 1950, o que vem a ser o casamento entre essas duas ciências que mais abordam o estudo da paisagem, através do conceito de “Ecologia da Paisagem”.

De acordo com Farina (1998), a expectativa de Troll era de combinar a dimensão espacial, *horizontal*, da abordagem geográfica, com a dimensão funcional, *vertical*, da abordagem ecológica. Como conceito e como método de pesquisa, a ecologia da paisagem continua sendo desenvolvida, envolvendo conhecimentos diversos, dos campos da ecologia, geografia, botânica, zoologia, comportamento animal, arquitetura e sociologia, dentre outros.

Turner *et al.* (2001 apud GUERRA, 2006) afirmam que, a Ecologia da Paisagem ou Geoecologia surge como uma ciência transdisciplinar, a partir, de uma visão holística, espacial, e funcional dos sistemas natural e cultural, integrando a biosfera e a geosfera com os artefatos tecnológicos, e as idéias de Carls Troll trazem os primeiros elementos para a sistematização do conceito de geocossistema, através da tentativa de hierarquização da paisagem.

A Geoecologia da Paisagem é considerada como conjunto de procedimentos de investigação que partem da inter-relação dos aspectos estrutural-espacial e dinâmico-funcional das paisagens (integração geocológica) (RODRIGUEZ *et al.*, 2004).

A Geoecologia da Paisagem apresenta foco no planejamento territorial pela inserção da dimensão ambiental no processo de desenvolvimento e na sustentabilidade, esta definida como novo paradigma emergindo a partir da substituição da visão antropocêntrica e tecnocêntrica pela visão ecocêntrica a qual possui a perspectiva sistêmica como princípio.

O planejamento ambiental deve considerar o melhor ajustamento entre o aproveitamento dos recursos e as medidas de conservação das condições ecológicas locais sem que se comprometa a biodiversidade, o equilíbrio natural e a capacidade de resiliência dos ecossistemas afetados, tendo em vista que vigora é a pressão gerada pelas necessidades de consumo, e não a preocupação com a capacidade de suporte do ambiente pelos impactos da atividade transformadora (OLIVEIRA e MELO E SOUZA, 2005).

A utilização da concepção paisagística, como base territorial das condições naturais do território, permite alcançar a interconexão das informações dos diferentes componentes e elementos naturais, e dos impactos que sobre os mesmos exerce a atividade humana (RODRIGUEZ *et al.*, 2004, p. 60).

É nesse sentido que Tricart (1977), sob a ótica dinâmica, ressalta que a ação humana é exercida em uma “Natureza” mutante, evoluindo segundo leis próprias, das quais percebemos a complexidade. “Estudar a organização do espaço é determinar como uma ação se insere na dinâmica natural, para corrigir certos aspectos desfavoráveis e para facilitar a exploração dos recursos ecológicos que o meio oferece” (Ibidem, 1977, p. 35).

Conforme Almeida (1997, p. 24) “estudos desse tipo permitem conhecer a estrutura base das paisagens que, conjuntamente com o conhecimento das componentes mais importantes na sua dinâmica, possibilita ao planejador obter os instrumentos necessários para ordenar o território. Ademais, o conhecimento da estrutura e do funcionamento da paisagem com vistas ao entendimento das suas dinâmicas atuais é passo importante para o desenvolvimento de premissas voltadas ao melhor planejamento e ocupação desses espaços pela sociedade, para, assim haver relações mais harmônicas entre os sistemas naturais e sociais.

CAPÍTULO III- MUDANÇAS RÁPIDAS NOS SISTEMAS AMBIENTAIS

CAPÍTULO III - MUDANÇAS RÁPIDAS NOS SISTEMAS AMBIENTAIS

A vida na Terra desenvolve-se como uma trama, uma grande rede de seres interligados, interdependentes. Esse entrelaçamento acontece de modo intenso e envolve conjuntos de seres vivos e elementos físicos que interagem no espaço por meio de relações de troca e transferências de energia.

Na natureza tudo está interligado por uma hierarquia de sistemas. Conforme Drew (1998), os sistemas oscilam em torno de uma situação média - estado conhecido como equilíbrio dinâmico. Tais condições são alteradas quando os mecanismos homeostáticos entram em ruptura, ou ainda, quando não há o completo ajustamento entre as suas variáveis internas e as condições externas.

De acordo com Faria e Carneiro (2001), um sistema pode ser controlado por uma ou mais variáveis consideradas variáveis-chave por estabelecer, em maior medida que outras, as limitações do sistema (capacidade de suporte).

Em se tratando das alterações no equilíbrio dinâmico dos sistemas, o estudo das mudanças ambientais deve considerar as diferenciações existentes entre as dimensões espaço-temporais dos processos que mantêm o funcionamento dos sistemas.

Como o ser humano é parte integrante da natureza, as relações que são estabelecidas - relações sociais, econômicas e culturais - também fazem parte desse meio e, portanto, são objetos da investigação da área ambiental.

Historicamente, o homem tem modificado o ambiente em que vive. Hoje, em virtude da magnitude da ação antrópica, é preciso refletir sobre como devem ser as relações entre o social, o econômico e o ambiental para se adotar decisões adequadas com vistas ao crescimento cultural, à qualidade de vida e ao equilíbrio ambiental.

Em cada época, o processo social imprime materialidade ao tempo, produzindo assim, formas e paisagens. Inserir a análise dos processos significa compreender a natureza e as causas de mudanças geográficas principalmente as que se referem às causas humanas.

As paisagens são modificadas e transformadas no transcurso da interação entre a Natureza e a Sociedade. Esta mudança define-se como o processo de antropogenização da paisagem, que consiste na modificação da estrutura, funcionamento, dinâmica e inclusive das tendências evolutivas da paisagem original (PREOBRAZHENSKII e ALEKSANDROVA, 1988 apud RODRIGUEZ *et al*, 2004)

A paisagem sofre permanentes transformações espaciais e temporais em função da dinâmica dos processos (Guerra, 2006). A dinâmica da paisagem será função da interação entre os fatores, e a alteração de um componente corresponde a modificações do sistema como um todo, e, dependendo da magnitude e frequência dos fenômenos espaciais e temporais, a paisagem sempre busca mecanismos de ajuste da sua estabilidade para a interação de todos os elementos que a compõem novamente (THOMAS, 2001; CAMARGO, 2002 apud GUERRA, 2006).

O desenvolvimento dos sistemas humanos dá-se mediante a interação mútua com o conjunto de sistemas físicos o que traz mudanças no espaço e influencia no processo de evolução dos ambientes. Sendo alvo da ação do homem, a paisagem sofre ruptura na sua dinâmica natural passando a ser gerida por nova dinâmica, em acordo com determinada estrutura estabelecida. Entende-se, então que as mudanças são geradas em virtude da reação da natureza perante qualquer intervenção que se instaure em suas estruturas e, que esta cria novas dinâmicas, a partir de tais estruturas.

Segundo Conti e Furlan (2003), o grau ou a intensidade de mudança é uma das questões mais sérias para o manejo adequado dos ambientes. É preciso distinguir mudanças de curto prazo e reversíveis ou sustentadas das não equilibradas. Intervenções equilibradas no sistema podem ser controladas e revertidas, se necessário. As mudanças drásticas em desequilíbrio com o funcionamento são em muitos casos irreversíveis.

De acordo com Mujina (1973) as mudanças na natureza provocadas pela atividade antrópica são aquelas modificações e transformações nas propriedades (estrutura, funcionamento, dinâmica) dos componentes e complexos naturais provocados pelo impacto das ações humanas.

O autor distingue as mudanças primárias e secundárias. As mudanças primárias são aquelas provocadas diretamente por ações humanas, já as secundárias são aquelas mudanças

provocadas por reações em cadeia, geralmente de forma indireta. São, portanto, as mudanças na estrutura, relações, volume e produtividade dos sistemas naturais.

Os padrões de processos no meio físico estão relacionados intrinsecamente a mudanças temporais de diversas magnitudes. As mudanças globais que ocorrem no sistema Terra agem em escalas temporais de longo, médio e curtos prazos. Conforme Coltrinari (2004) as mudanças de ciclo curto são atribuídas à influência humana, mas podem resultar de processos e fenômenos naturais sendo recente a consideração dos processos geomorfológicos e suas relações com a qualidade do ambiente.

A mesma autora expõe que:

[...] as mudanças são regra, não exceção, e nem todas as transformações do ambiente podem ser atribuídas à ação do homem. No caso das mudanças a curto prazo que afetam o planeta, a maior dificuldade está na distinção entre as causas naturais e antrópicas; para tanto, é necessário estabelecer parâmetros, avaliar os componentes naturais de cada mudança antes de poder estimar de modo realista a contribuição antrópica: quando os componentes naturais não são corretamente considerados, as estimativas se tornam inválidas (COLTRINARI, 1999; p. 34).

Nesse contexto, o conceito de mudança remete-se a qualquer alteração verificada no conjunto das propriedades dos componentes constituintes da estrutura da paisagem que afeta a dinâmica funcional dos sistemas. Em relação ao grau de modificação dos sistemas, Drew (1998) salienta que a intensidade das alterações inadvertidas depende em primeiro lugar do esforço (tensão) aplicado ao sistema pelo homem e em segundo lugar, do grau de suscetibilidade à mudança (sensibilidade) do próprio sistema (Figura 05).

Referente à aplicabilidade da teoria dos sistemas Drew (1998) considera que no contexto da interferência humana no ambiente, a abordagem sistêmica pode servir como meio de previsão de mudanças, de avaliação da sensibilidade dos sistemas naturais e de determinação dos pontos de interferência e dos limiares de sistemas que terão de ser modificados.

Para Rodriguez *et al.* (2004), as mudanças dinâmicas caracterizam-se pela periodicidade e reversibilidade provocadas como consequência do conjunto de processos que ocorrem no interior das paisagens e em partes da auto-regulação.

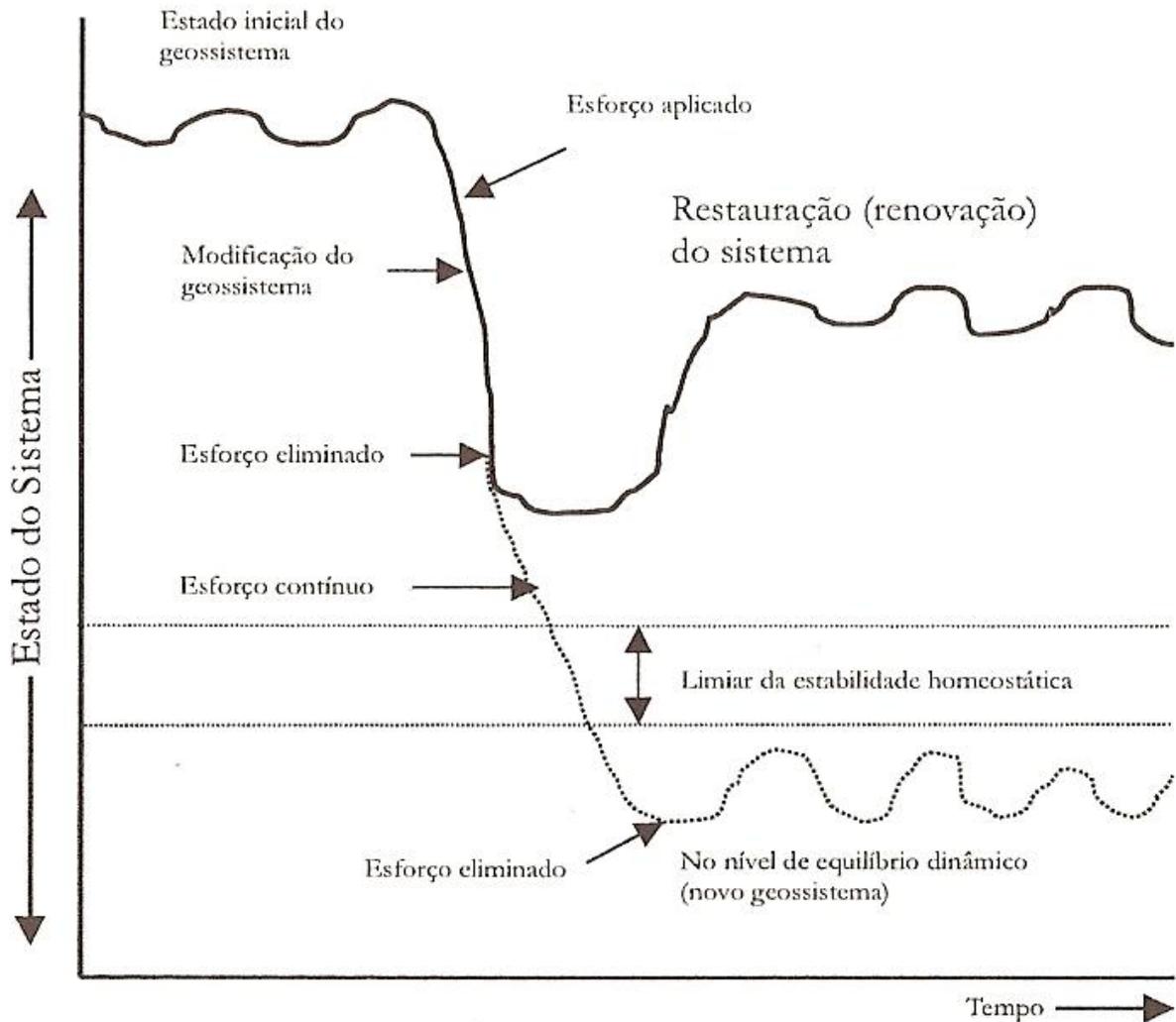


Figura 05 – Reação de um sistema diante da imposição de um esforço ou tensão. Fonte: Drew (1986) apud Rodriguez *et al* (2004).

Os objetos componentes da paisagem têm sempre uma distribuição espacial e uma articulação que não são casuais; decorrem de um conjunto de ações, naturais ou antrópicas que respondem a um certo sentido de evolução, determinado pelas leis naturais ou socioeconômicas (ALMEIDA, 1997, p. 19).

3.1. Derivações Antropogênicas e Vulnerabilidade em Sistemas Ambientais

Monteiro (1978) denominou as transformações na paisagem resultantes da interferência humana como derivações antropogênicas. Tais derivações produzem modificações na organização dos componentes dos sistemas ambientais cuja “organização é materializada pela estrutura da paisagem, precisamente aquilo que vai permitir individualizá-la no espaço e, em grande parte, defini-la. Uma alteração nessa organização leva a passagem a outra paisagem” (ALMEIDA, 1997, p. 20).

Rodriguez *et al* (2004) asseveram que, no processo de derivações antropogênicas, o homem modifica a natureza, pois introduz elementos novos, geralmente prejudiciais a ela. A paisagem original, depois de finalizada a ação humana trata de restabelecer o equilíbrio, de tal forma que qualquer paisagem modificada ou transformada pelo homem, como regra, é menos estável que a paisagem original, pois o mecanismo natural de auto-regulação é alterado.

No tocante ao grau de suscetibilidade de um sistema face às interferências antrópicas ou naturais pode-se esclarecer o conceito de vulnerabilidade biofísica determinado por Laranjeira (1997), em primeiro lugar, pelo grau de transformação do sistema biofísico em questão (sensibilidade) e, em segundo lugar, pela capacidade de auto-regeneração do sistema após sofrer agressões (capacidade de resiliência).

Segundo Dow (1992), “a vulnerabilidade é referida como uma característica dos sistemas biofísicos, dos sistemas ecológicos, sociais, econômicos, políticos e tecnológicos e define-se em relação a um fenômeno específico, ou a um conjunto de fenômenos, ou em função de uma situação de dependência.

Davies *et at.* (1995) destaca que “a vulnerabilidade de um território está intimamente ligada à sua ocupação, à população existente, à densidade e às condições econômicas”.

Para Veyret (2007), a análise dos prejuízos ambientais remete ao que se denomina vulnerabilidade. O risco natural nasce da percepção de um perigo ou de uma ameaça potencial que pode ter origens diversas e provocar, ao se manifestar, prejuízos às pessoas, aos bens e à organização do território.

A mesma autora expõe que a vulnerabilidade coloca em jogo aspectos físicos, ambientais, técnicos, econômicos, psicológicos, sociais, políticos. Fatores socioeconômicos aumentam a vulnerabilidade das populações ameaçadas sendo fundamental estabelecer níveis de vulnerabilidade que definam a ocupação do solo e o nível de vulnerabilidade relativo a cada tipo de uso.

A vulnerabilidade dos sistemas naturais, compreendida como o patamar entre a estabilidade dos processos biofísicos e situações instáveis, onde existem perdas substantivas de produtividade primária, é um dos critérios básicos que servem de metodologia para a avaliação do risco ambiental.

Com este propósito, Egler (1996, p. 32) considera:

“A avaliação de risco se baseia na relação entre confiabilidade e criticidade de sistemas complexos, onde o comportamento dinâmico de inúmeras variáveis deve ser capturado em um seletivo conjunto de indicadores capazes de monitorar as interações que se processam na realidade em distintos períodos de tempo, isto é – a curto, médio e longo prazos”.

O mesmo autor expõe que risco natural está associado ao comportamento dinâmico dos sistemas naturais, isto é, considerando o seu grau de estabilidade/instabilidade expresso na vulnerabilidade a eventos críticos de curta ou longa duração.

A análise de risco ambiental deve ser vista como um indicador dinâmico das relações entre os sistemas naturais, a estrutura produtiva e as condições sociais de reprodução humana em um determinado lugar e momento (EGLER, 1996).

Portanto, entende-se que a vulnerabilidade está relacionada ao grau de suscetibilidade dos sistemas frente às alterações adversas de caráter antrópico ou natural (sensibilidade) e à capacidade de ajustamento às mudanças ocorridas.

Como argumentam Almeida e Tertuliano (2002, p. 156-157),

“A avaliação da vulnerabilidade e sensibilidade é função da amplitude do intervalo de limites de tolerância às variações dos fatores abióticos e bióticos. Quanto mais próximo estiver de um de seus limites, mais vulnerável será a paisagem. Sua utilização como indicadora de condições ambientais e como instrumento de avaliação para fim de gestão ambiental exige, entretanto, que seja avaliada do ponto de vista do grau de detalhamento do nível de conhecimento desejado, dos critérios utilizados para obtenção da informação necessária e sua hierarquização”.

Em relação à capacidade de resiliência biofísica, “todos os sistemas, naturais ou socioeconômicos, estarão sujeitos, em maior ou menor grau às mudanças que vierem a ocorrer, dependendo da vulnerabilidade, da magnitude e da rapidez dos acontecimentos” (VITTE, 2004).

Conforme Rodriguez *et al.* (2004, p. 158), “em essência, trata-se de não ultrapassar um determinado nível de auto-regulação. Nesse caso a paisagem conserva a capacidade de auto-renovação, ou seja, a capacidade de se renovar por si só, recuperando em pouco tempo o estado anterior à intervenção humana.

Quando a atuação dos processos degradantes compromete a capacidade de auto-regeneração dos sistemas, a recuperação torna-se irreversível tendo assim uma paisagem esgotada em que o limiar de resiliência já se encontra ultrapassado.

Rodriguez *et al.* (2004, p. 159) afirmam ainda que qualquer intervenção no funcionamento natural da paisagem pode provocar um conjunto de mudanças seqüenciais ou sucessivas. Estas sucessões podem ter diversos caracteres: destrutivas ou de restabelecimento; reversíveis ou irreversíveis; de longo ou curto prazo”.

No que se refere à classificação da paisagem com base no grau de mudança podem ser distinguidas de acordo com Rodriguez *et al.* (2004) três categorias:

- Paisagens naturais: aquelas que não experimentaram o impacto da atividade econômica;

- Paisagens antroponaturais: aquelas que têm experimentado a transformação principalmente nos componentes bióticos e que se distinguem de acordo com as modificações antropogênicas amenas (pela existência da capacidade de recuperação) e as modificações antropogênicas fortes (onde já não existe a capacidade de recuperação do estado original);

- Paisagens antrópicas: aquelas em que mudam-se não só os biocomponentes, mas também os inertes (relevo, embasamento geológico).

A queda da qualidade ambiental em função da perda do equilíbrio natural de determinado sistema biofísico pode ser analisada a partir de análise de risco que utiliza indicadores de vulnerabilidade.

Sendo assim, as práticas de diagnóstico servem para estudar ambientes com a finalidade expressa de detectar alterações, ou seja, identificar áreas vulneráveis que possam ser atribuídas a fontes degradantes e dar o alerta em caso de impacto.

De acordo com Laranjeira (1997), assegurar a sustentabilidade ambiental depende da manutenção da integridade e da capacidade de resiliência dos sistemas biofísicos, ou seja, da manutenção de uma determinada “qualidade ambiental”.

Conhecer bem as dinâmicas atuais e passadas para se prever o evoluir futuro do espaço em causa, numa perspectiva de manutenção dum certo equilíbrio e duma certa estabilidade dos sistemas entretanto afetados (ALMEIDA, 1997, p. 24).

Gregory (1985, p. 139) diz que “embora o estudo do passado possa ser útil para uma tentativa de prever o futuro, é também imprescindível que a investigação dos processos atuais seja feita de forma a auxiliar a compreensão da dinâmica atual do ambiente pela qual funcionou no passado e de como poderá operar no futuro”.

Nessa perspectiva, Christofolletti (1999) ressalta que o “sistema ambiental físico compõe o embasamento paisagístico, o quadro referencial para se inserirem os programas de desenvolvimento, nas escalas locais, regionais e nacionais. É também o resultado de uma relação imbricada de diversos fatores que interferem uns sobre os outros e variam no tempo e no espaço”.

Passos (2003) define como última etapa nos estudos a etapa do planeamento de técnicas preventivas adequadas para cada tipo de paisagem a partir da obtenção de instrumentos necessários para o melhor uso e ordenamento do território.

O mesmo autor acrescenta que a situação atual é o resultado de uma condição anterior; a partir da diagnose (determinação da estrutura atual da paisagem) é possível fazer-se uma prognose (prever a evolução) e então, propor uma síntese (de acordo coma prognose estabelecida se define qual deve ser a gestão dessa paisagem para evitar possíveis impactos no futuro e manter o funcionamento normal da mesma).

No campo da Geografia, “a organização da sociedade na agricultura e na indústria, a dinâmica demográfica, o crescimento e a organização das cidades, suas causas e consequências são preocupações. A Geografia de hoje deve entender cada vez mais o que acontece com o crescente processo de distanciamento entre os interesses socioeconômicos, de um lado, e as necessidades reais de preservação da natureza, de outro” (ROSS, 2003).

Nessa perspectiva a análise paisagística, com base nos processos relacionados ao funcionamento dos sistemas; nas mudanças da paisagem pela influência dos fatores naturais e/ou antropogênicos e nas condições de estabilidade/fragilidade, permite fornecer alicerces para um estudo ecodinâmico centrado nas condições de equilíbrio dos ambientes estudados.

As paisagens são compostas por elementos (componentes estruturais heterogêneos) cuja organização demonstra uma unidade individualizada dos seus espaços. A fisionomia da paisagem está relacionada ao fator tempo que ao considerar a sua evolução genética atua de maneira a auxiliar no entendimento de muitas de suas características dinâmicas e estágios de desenvolvimento.

As paisagens são formações complexas caracterizadas pela influência dos fatores naturais e antropogênicos. Na medida em que os seres humanos interagem com os elementos físicos e biológicos, a utilização da concepção paisagística possibilita o entendimento dos diferentes processos que compõem essa paisagem e dos impactos que lhe são gerados a partir da atividade humana.

Segundo Rodriguez *et al.* (2004, p. 77), “as paisagens podem classificar-se de acordo com o caráter de sua estrutura morfológica, sua gênese, sua designação e as possibilidades de utilização funcional”. Como produto da escala regional, as paisagens traduzem-se em unidades individualizadas de “tipologia físico-geográfica” própria com homogeneidade de suas condições naturais.

Já a nível local Rodriguez (2004, p. 88) afirma que as paisagens podem ser analisadas de acordo com a interação entre os seus diversos geocomponentes, estes tidos como fatores de formação da paisagem. “As paisagens de nível local formam parte de unidades maiores, e como regra, repetem-se e difundem-se dentro das mesmas de maneira típica e regular. As unidades locais formam sempre sistemas associados, nos quais inter-relacionam-se os diversos membros do sistema”.

3.2. A Paisagem Litorânea numa visão sistêmica

O litoral destaca-se por relações dinâmicas responsáveis pela materialização de uma estrutura complexa e individualizada no espaço. A paisagem litorânea é formada por uma conformação sistêmica própria em que as suas inúmeras feições são partes constitutivas de uma configuração territorial que expõe unidades paisagísticas interligadas por relações de alta complexidade.

Os sistemas são marcados pela interdependência entre os elementos e pela atuação de condicionantes diversos responsáveis por mudanças na organização dos seus componentes. As

mudanças são tidas como respostas às alterações advindas de conjuntos de ações de caráter tanto natural (pela dinâmica do próprio sistema) quanto antrópico (pelas formas de atividade da sociedade).

O litoral é um espaço dinâmico em que convergem sistemas ambientais formados por elementos físicos e socioeconômicos complexos pela natureza, ritmo e intensidade dos processos geográficos nele atuantes.

A proximidade de grandes centros urbanos e indústrias somada aos atrativos paisagísticos acarreta mecanismos de forte pressão antrópica sobre os ambientes litorâneos, reforçando assim sua vulnerabilidade.

De acordo com Carvalho (1994), ao constituir-se de ambientes de formação geológica recente e de grande variabilidade natural, a Zona Costeira apresenta ambientes em geral fisicamente inconsolidados e ecologicamente imaturos e complexos. Essas circunstâncias lhe conferem características de vulnerabilidade e fragilidade que, aliadas a um consumo de recursos sempre crescente e aos impactos previstos de mudanças climáticas e aumento do nível do mar, tendem a uma situação de desequilíbrio.

Os fatores geocológicos exercem um papel importante na estrutura, no funcionamento, e na dinâmica da paisagem costeira. Na zona litorânea, aspectos morfológicos e processos hidrodinâmicos peculiares caracterizam unidades paisagísticas distintas. Como exemplo, “praias arenosas oceânicas apresentam-se como sistemas transicionais altamente dinâmicos e sensíveis, que constantemente se ajustam a flutuações dos níveis de energia locais” (HOEFEL, 1998).

Na paisagem costeira, o modelamento das formas de relevo é resultante da ação de processos do meio físico, tais como condições climáticas, variações do nível do mar, natureza das seqüências geológicas, dinâmica costeira (ondas, correntes litorâneas, marés). A dinâmica costeira é a principal responsável pelos processos de erosão e/ou deposição que mantém as áreas litorâneas em constante transformação.

As regiões costeiras são afetadas constantemente por fatores naturais morfodinâmicos que modificam bruscamente feições morfológicas locais. Segundo Hoefel (1998) a análise dos mecanismos que envolvem o equilíbrio dinâmico de uma praia e os próprios processos

sedimentares é essencial para o entendimento da variabilidade morfodinâmica dos ambientes que compõem a paisagem litorânea.

Para Komar (1976), praia é uma acumulação de sedimentos inconsolidados de tamanhos diversos, como areia, cascalho e seixo, que se estende, em direção à costa, do nível médio de maré baixa até alguma alteração fisiográfica como falésia, um campo de dunas ou simplesmente até o ponto de fixação permanente de vegetação.

Ao tratar da morfodinâmica Muehe (2004) identifica componentes morfológicos de uma praia utilizando a terminologia que trata das feições de antepraias (inferior, média e superior), a praia emersa e as bermas praias, estas são segundo o autor:

[...] feições horizontais a sub-horizontais, que formam o corpo propriamente dito da praia, e se limitam freqüentemente no flanco oceânico de um campo de dunas frontais, ou numa escarpa de rocha dura ou sedimentar, esculpida pela ação das ondas de tempestade ou, ainda, fazem parte de um cordão litorâneo, ilha barreira, pontal, esporão ou planície de cristas de praia.

Ao enfatizar os pesquisadores ingleses, Cristhofoletti (1980) propõe uma zonação morfológica para o ambiente praias e adjacências em quatro células principais: zona intertidal maior (pós-praia – backshore); zona intertidal menor (estirâncio – foreshore); zona sublitorânea interna (nearshore) e zona sublitorânea externa (antepraia – offshore). Hidrodinamicamente Hoefel (1998) destaca três zonas: zona de arrebatamento (breaking zone), zona de surfe (surf zone) e zona de espraiamento (swash zone) (Figura 06).

Um modelo de variabilidade espacial da praia e zona de surfe foi desenvolvido na “escola australiana de geomorfologia”. Foram reconhecidos seis estados ou estágios morfológicos distintos, associados a diferentes regimes de ondas e marés, caracterizados por dois extremos (estado dissipativo e estado refletivo) e quatro estados intermediários (WRIGHT e SHORT, 1984).

Embora modelos de estágios de praia forneçam uma estrutura prática das mudanças ocorridas no litoral, é mais conveniente considerar dois exemplos dimensionais que facilitam o estudo: variações normais da costa e morfologia do nearshore (CARTER, 1988).

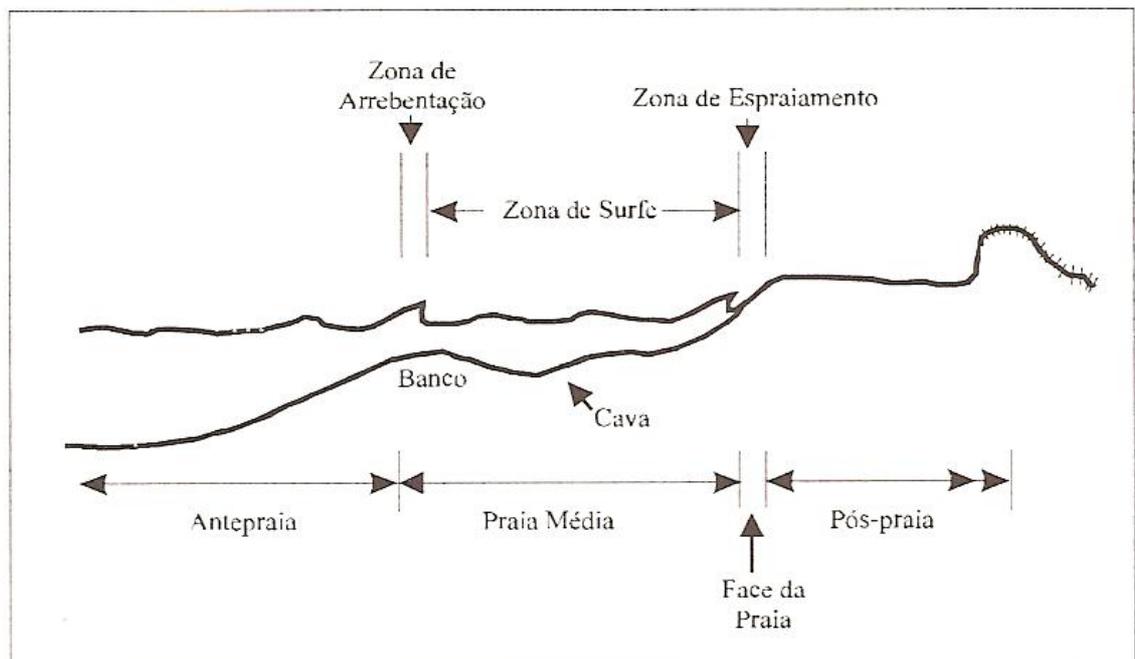


Figura 06. Zonazão hidrodinâmica e morfológica do perfil litorâneo, Hoefel (1998).

Em termos de zonazão morfológica, de acordo com o que a autora propõe para o ambiente praias tem-se que antepraia é a porção do perfil dominada por processos de empinamento de onda (shoaling); praia média é a porção do perfil sobre a qual ocorrem os processos da zona de surfe e da zona de arrebentação; face praias é identificada como a parte do perfil praias sobre a qual ocorrem os processos de zona de espraimento e pós-praia é a zona que se estende do limite superior do espraimento até o início das dunas fixadas por vegetação ou de qualquer outra mudançaz fisiográfica brusca.

A praia e o nearshore trocam sedimentos em ciclos de inverno – verão, sendo assim, muitas praias ampliam-se e encurtam-se sazonalmente. Dentre as razões existem as variaçõez climáticas através das mudançaz sazonais que interferem no grau de atuaçãoz das ondas. Além da presençaz de tempestades ou eventos morfológicaz significantes que acontecem em tempos irregulares.

O regime de ventos, dentre os elementos climáticos, assume funçãoz importante na morfogênese litorânea por causa da edificaçãoz de dunas costeiras e por gerar ondas e correntes que, juntamente com as marés, estabelecem o padrão de circulaçãoz das águaz marinhas nas zonas litorâneas e sublitorâneas (CRISTHOFOLLETTI, 1980).

O regime de ondas e a variação das marés também são importantes agentes na dinâmica sedimentar das praias sendo responsáveis pela configuração da morfologia praial e conseqüentemente influenciam na geração de dunas.

A corrente de deriva litorânea, a mais importante dentre as correntes costeiras, movimenta grande quantidade de sedimentos ao longo das costas arenosas sendo a principal agente de movimentação, retrabalhamento e redistribuição (SOUZA, *et al*, 2005)

Os tipos de sedimentos encontrados ao longo do litoral são resultantes de movimentos repetitivos da areia sobre os perfis de praia e do nearshore. Tais sedimentos com características distintas – finos, grosseiros, leves, pesados, arredondados – sofrem transporte diferenciado em virtude de fenômenos dispersivos de energia. Ou seja, os tipos de energia atuantes em determinados locais interferem na predominância de materiais sedimentares, uma vez que, o ajustamento entre a dinâmica das ondas e das marés produz perfis de equilíbrio distintos.

Sendo assim, segundo Souza *et al.* (2005, p.135)

As praias variam as suas características granulométricas e morfológicas principalmente em função de alguns condicionantes geológico-geomorfológicos e oceanográficos. Dentre os condicionantes geológico-geomorfológicos predominam as características fisiográficas da planície costeira e da plataforma continental adjacentes à praia e o suprimento de sedimentos (tipo e quantidade). Os oceanográficos determinam as características do clima de ondas, que por sua vez, condicionam os processos sedimentares, incluindo suprimento, remoção e transporte de sedimentos costeiros.

A ação das ondas e das correntes litorâneas comanda os processos de erosão e deposição ao longo das costas. Dependendo de sua intensidade, da taxa de suprimento de areia e da declividade da zona costeira, leva à acumulação de grandes corpos clásticos arenosos, desenvolvidos abaixo e acima do nível da água que, de modo geral, são denominadas de areias litorâneas (VILLWOCK *et al.*, 2005, p. 97).

As correntes de deriva litorânea movimentam grande quantidade de sedimentos ao longo das costas arenosas e qualquer alteração introduzida pelo homem no sistema afeta o equilíbrio do balanço sedimentar.

Dominguez *et al.* (1999) estabeleceram uma relação entre a morfodinâmica costeira e os processos erosivos para a costa leste e nordeste do Brasil. Segundo esses autores praias sob tendência erosiva de longo prazo são, geralmente, do tipo refletivo a intermediário, enquanto praias localizadas em setores sob tendência à progradação de longo prazo são do tipo dissipativo a intermediário, podendo entretanto experimentar episódios erosivos de curto prazo. Aparentemente, o principal fator a controlar o estágio morfodinâmico praias é a granulometria do sedimento, com areia grossa dominando nos trechos sob erosão e areia fina nos trechos em progradação.

Assim, a paisagem litorânea é naturalmente frágil devido a sua complexa dinâmica ambiental na qual, os elementos atuantes como os ventos, as correntes, as ondas e as marés têm parâmetros de atuação variáveis, que na maioria das vezes estão em equilíbrio.

Entretanto, apesar de serem os indicadores relacionados à dinâmica biofísica os que mais interferem nos fluxos de matéria e energia, os mecanismos de pressão humana, em especial nos últimos cinquenta anos, acarretam efeitos impactantes que se destacam pelo tipo das atividades, pela intensidade dos fenômenos, pela magnitude das mudanças no espaço e principalmente pela rapidez dos acontecimentos.

Nesse contexto, presencia-se no cenário geográfico litorâneo a combinação delicada e diversificada de um conjunto físico e sócio-econômico em interação contínua identificando o litoral como zona de convergência de usos pela concentração de assentamento humano e infra-estrutura, o que se traduz em um espaço movido por ações constantes de construção e reconstrução.

O Litoral entendido como um sistema complexo de unidades paisagísticas é um espaço de suporte em que as atividades geradas pelos processos de ocupação e usos múltiplos determinam mudanças caracterizadas particularmente pela rapidez e intensidade das transformações nos seus ambientes.

Os efeitos das atividades antropogênicas no litoral surgem rapidamente e se referem às mudanças de alta intensidade. Segundo Rodriguez *et al* (2004, p. 83), a atividade humana geralmente está associada de forma direta com as unidades locais da paisagem, servindo de base para a exploração dos recursos como meio de subsistência para as atividades da população.

As mudanças rápidas advindas do processo de inter-relação físico-humano geram inúmeros riscos que acabam por interferir no equilíbrio biofísico e no comprometimento do próprio quadro socioeconômico.

O grau e o caráter da atividade humana sobre a paisagem dependem não só das propriedades intrínsecas de seu “fundo” natural, mas também, das condições sócio-históricas, do nível de desenvolvimento e dos sistemas tecnológicos adaptados (RODRIGUEZ *et al.*, 2004, p. 159).

Historicamente, o processo de formação de grandes cidades litorâneas foi sempre caracterizado pelo rápido dinamismo da ocupação da zona costeira. Porém, como marca da urbanização no Brasil, este dinamismo ocorreu e ocorre de maneira contrária às ações de planejamento resultando em deficiências na oferta de serviços públicos fundamentais, bem como na prevenção e controle da degradação ambiental.

Como resultado das atividades humanas, os ecossistemas costeiros e marinhos estão se deteriorando rapidamente, em função do desenvolvimento urbano, industrial, agrícola e turístico sem precedentes.

No tocante aos processos econômicos a densidade de ocupação está atrelada as formas de apropriação da terra. A especulação imobiliária, o parcelamento do solo de forma inadequada, a implantação de empreendimentos turísticos são elementos que tem comprometido o uso racional e a preservação dos ambientes costeiros.

Em seu discurso, o turismo é apontado sem restrições como a grande alternativa de recuperação da economia, a partir da criação e melhoria da infra-estrutura regional. Entretanto, a intensificação das atividades turísticas promove de forma desenfreada a destruição de ambientes naturais (desmonte de dunas móveis pra loteamentos de residências secundárias e hotéis), doação de terrenos públicos, isenção ou redução de impostos para empresas hoteleiras e aumento do custo social para a população local.

O litoral brasileiro por ser uma zona de usos múltiplos não apresenta um padrão de ocupação dominante. Entretanto, depara-se com uma densidade demográfica média em torno de 87 hab./km², cinco vezes superior à média nacional que é de 17 hab./km² onde coexistem diferentes formas de atividades humanas (MORAES, 1999).

Segundo Moraes (2004), a partir da análise da densidade demográfica que permite diferenciar extensões de variável nível de ocupação na zona costeira pode-se visualizar uma larga disparidade existente entre os estados brasileiros. Entretanto, tais diferenças entre os estados vinculam-se não só ao aspecto demográfico, mas também ao desenvolvimento econômico, nível de renda e à capacidade gerencial das administrações.

Predominam no litoral nordestino zonas de forte concentração demográfica, a exemplo do Ceará, do Rio Grande do Norte, de Pernambuco e de Sergipe superando também a média nacional. Para a maioria dos estados do nordeste brasileiro percebe-se que os espaços litorâneos caracterizam-se pela presença maciça de um padrão urbano do uso do solo que legitima o parcelamento da terra pelo processo de especulação imobiliária.

Ao tratar da tipologia das praias Moraes (1999) considera o padrão de ocupação do solo e os usos socioeconômicos específicos que permitem uma caracterização particular para cada situação local. Com base nos tipos de usos, as praias vinculadas às atividades turísticas nas regiões mais povoadas abrigam além de segundas residências, balneários, hotéis, pousadas, resorts, determinados equipamentos turísticos com infraestrutura diversa, dependentes dos atrativos cênicos e paisagísticos, que promovem atividades diferenciadas pelo ritmo e intensidade dos impactos verificados.

Muehe (2004) enfatiza a alta dinâmica desta faixa da zona costeira associada a processos naturais e antrópicos “que aceleram e potencializam os efeitos da erosão, conferindo à orla peculiaridades que requerem esforços permanentes para manutenção de seu equilíbrio dinâmico” causados “pela redução no aporte sedimentar provocada por diferentes fatores: exaustão das fontes supridoras, retenção de sedimentos por obras de engenharia, readaptação do perfil de equilíbrio a uma elevação do nível do mar ou a uma modificação do clima de ondas”.

Macedo (2004) ao tratar dos padrões de loteamento expõe o processo evolutivo de ocupação costeira a partir da configuração dos assentamentos e das habitações, da disposição das vias principais e do sistema de acesso viário.

“A criação desses tipos de loteamentos exige áreas planas e preferencialmente extensas. Espalham-se ao longo das praias sobre terrenos ocupados por areais, dunas e matas de restinga, que são, então, totalmente processados. Cria-se ao fim de alguns anos um novo

cenário, uma nova paisagem, permanecendo somente a praia com configuração similar àquela existente antes da ocupação do lugar” (MACEDO, 2004; p. 51).

O que se vê é um padrão de ocupação incompatível com qualquer prática de manutenção de equilíbrio costeiro. Manguezais, restingas e dunas são exemplos de ecossistemas que não suportam uma ocupação intensiva por estruturas urbanas convencionais. O parcelamento de seus territórios pode significar a sua destruição imediata, pois tais ambientes não podem ser reduzidos a partes dissociadas entre si, sem que ocorra uma perda significativa de suas características biofísicas.

A ocupação dos espaços praianos esteve sempre atrelada a processos de urbanização, industrialização e crescimento turístico desenfreado e desordenado onde as políticas de desenvolvimento centradas em projetos e programas não estão conectadas a construção uma integração socioambiental, fazendo prevalecer ao contrário uma desestruturação sociocultural das comunidades locais e uma acentuação dos níveis de vulnerabilidade de muitos ecossistemas que promove constantemente tipos de degradação ambiental irreversíveis.

Dunas e outros importantes sistemas ambientais situados no litoral são alvos de processos de ocupação antrópica que por assumirem princípios voltados a lógica de apropriação dos espaços pela valoração econômica modificam as características biofísicas originárias desses ambientes.

3.2.1. Dunas Costeiras como Sistema Ambiental / Subsistema Litorâneo

Dentre os sistemas ambientais litorâneos, as dunas apresentam uma dinâmica específica regulada por fatores estruturantes (naturais ou antrópicos) que são contribuintes expressivos na permanência do equilíbrio dunar e conseqüentemente atuam no controle entre os processos deposicionais e erosivos em uma praia (OLIVEIRA *et al*, 2006).

Por apresentarem uma diversidade de geofomas e considerável riqueza ecológica, as dunas costeiras prestam-se a formas de usos múltiplos, cujas ações comprometem o equilíbrio dinâmico de tais ambientes. O processo de uso e ocupação não precedido de diagnóstico da capacidade de suporte desses ambientes gera problemas ambientais de grande amplitude.

Com base na Resolução 303/2002 CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), dunas podem ser definidas como “unidades geomorfológicas de constituição

predominantemente arenosa, com aparência de cômoro ou colina, produzida pela ação dos ventos, situada no litoral ou no interior do continente, podendo estar recoberta ou não por vegetação”.

Ao propor uma classificação para as dunas eólicas, Pye e Tsoar (1990) as definem como sendo "uma crista ou morro de areia empilhada pelo vento". Segundo eles, as dunas, individualmente, variam em comprimento de menos de um metro até dezenas de quilômetros com altura oscilando de dezenas de centímetro até mais de 150 metros.

Basicamente, as dunas litorâneas apresentam-se em formato de cômoro, quando possuem uma seqüência de formas arredondadas, ou do tipo barcanas quando o padrão de feições é representado por faces ligeiramente íngremes antecedendo a continuidade regular das formas onduladas.

Dunas estão sujeitas a freqüentes alterações de forma e posição na dependência dos ventos dominantes. Porém, o desenvolvimento de feições dunares depende não só da competência e intensidade dos ventos, mas também de fatores como a baixa precipitação e capacidade de estabilização da cobertura vegetal (Figura 07).

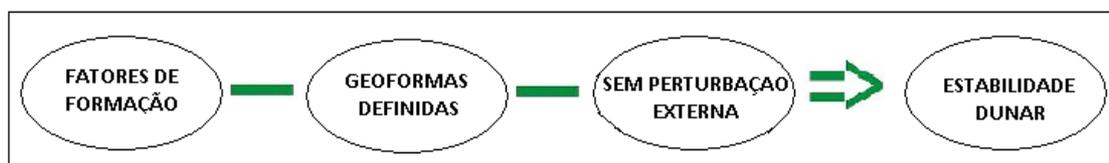


Figura 07. Esquema explicativo da estabilidade dunar. Fonte: Elaboração da autora.

No tocante às condições de equilíbrio, um ambiente dunar é considerado estável quando a interação entre os fatores responsáveis pela estruturação do sistema gera um quadro em que as feições formadas não sofrem influência de nenhum elemento externo, natural (ação erosiva do vento, alta pluviosidade) ou antrópico (desmonte para ocupação).

A interação da corrente de ar e a vegetação superficial é responsável pelo controle da forma das dunas costeiras. Segundo Pye & Tsoar (1990), as dunas fixadas por vegetação mais comuns são:

- dunas *hummock* (montes de areia de forma irregular com a superfície parcial ou totalmente vegetada e altura média inferior a 10 metros mas podendo atingir até 30 metros comuns em áreas de erosão eólica);

- parabólicas (dunas com formas de U ou V, em planta, com braços laterais direcionados segundo a intensidade e variabilidade da direção do vento, fonte e quantidade de areia disponível, além da natureza dos terrenos vegetados, sobre os quais as dunas se movem)

- lineares vegetadas (dunas que variam em altura, de alguns metros até poucas dezenas de metros, e têm perfil arredondado na seção perpendicular ao alongamento do corpo. Formam feições paralelas de alguns quilômetros e, quando individualizadas, podem atingir até centenas de quilômetros de comprimento. A vegetação está restrita às partes baixas dos flancos e ausentes nas cristas. O conjunto forma ramificações em forma de Y.

Dunas costeiras são desenvolvidas onde a competência do vento é alta para transportar os sedimentos. As feições móveis progressivas crescem na direção dos ventos e dependem para isso da abundância de material sedimentar provenientes do ambiente praiado e de energia eólica suficiente para mover as areias, sendo exemplos as dunas do tipo barcanas.

A maioria dos campos de dunas ativas está sujeita à deflação eólica. No tocante às feições formadas pela erosão eólica têm-se os *blowouts*, que são aberturas escavadas pelos ventos sobre uma duna, muito encontrados nas planícies de deflação (Figura 08).

De acordo com Carter *et al.* (1990), “O termo genérico *blowout* é normalmente empregado para descrever uma cavidade, depressão, buraco ou baixada dentro de um complexo dunar”. Os *blowouts* são formados por erosão eólica (aumento da velocidade do vento que sopra na praia) ou eólico-marinha (erosão de costa com avanço do mar para o continente).



Figura 08 – *Blowout* dividindo as seções de cristas, Barreta Pirambu. Fonte: Trabalho de campo, 2003.

As planícies de deflação são superfícies planas horizontais, ou ligeiramente inclinadas, que se estendem desde o limite de maré alta, até à base do campo de dunas. Nestas superfícies predomina a remoção de sedimentos pelos processos eólicos, com formação de feições residuais (ZEE-CEARÁ, 2005).

Os ventos, ao atingirem as superfícies arenosas removem o material mais fino deixando apenas os materiais de granulometria mais grossa. Nas superfícies de deflação é muito comum o afloramento de lençóis freáticos, isso se dá em virtude da intensidade de erosão pelo vento em que o aprofundamento ocorre até que seja atingido o nível de água ou um horizonte mais resistente ou mais grosseiro.

Neste estágio, a umidade, que pode ascender por capilaridade, impede a retirada da areia pelo vento, a superfície se estabiliza e começa a desenvolver a vegetação pioneira, constituída de gramíneas adaptadas às condições de praia. Ao se formar a cobertura vegetal, a areia passa a ser retida pelas raízes das plantas, mesmo que o lençol de água seja rebaixado, no período seco. Porém, nos casos que a deflação atinge o lençol freático, podem formar grandes lagoas nestas planícies (ZEE-CEARÁ, 2005).

Quanto à importância, as dunas costeiras atuam como zonas tampão (*buffer zones*) para ondas altas e ventos fortes e são responsáveis pela restituição de areia para a praia e zona

nearshore durante e depois de tempestades. A constante troca assimétrica entre a praia e a duna é um importante processo natural para manter a estabilidade morfológica e a densidade ecológica (CARTER, 1988).

Conforme Melo e Souza (2003, p. 86), as dunas costeiras desempenham alguns serviços ambientais importantes como: proteção da costa contra ventos, regularização da linha de alimentação de praias, retenção da água nos aquíferos costeiros pelo aumento da superfície de captação de água pluvial; beleza cênica e potencial para atividades contemplativas e de atração turística orientadas (Figura 09).

Porém, a destruição dessas funções ambientais obriga a sociedade a pagar muito caro pela sua recriação artificial, sob a forma de amuradas, muros de contenção, enroncamentos e de obras emergenciais quando da ocorrência de progradação das marés por efeitos de tempestade (DIEGUES, 1991. p. 86).

A Resolução CONAMA nº 304, de 25 de setembro de 2003, expõe a função fundamental das dunas na dinâmica da zona costeira, no controle dos processos erosivos e na formação de aquíferos além da excepcional beleza cênica e paisagística das dunas e a importância da manutenção dos seus atributos para o turismo sustentável.

A Lei Federal Nº 7.661 de 16 de maio de 1988 que instituiu o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC) fixa, no art.10, que as praias são bens públicos de uso comum do povo, assegurando o livre acesso a elas e ao mar e proibindo qualquer utilização ou urbanização que impeça ou dificulte o acesso à praia, bem como determina que os usos e atividades na Zona Costeira devem priorizar a conservação e proteção das dunas.

No caso das dunas, a destruição ou danificação da cobertura vegetal é considerada crime ambiental, de acordo com a Lei Federal Nº 9605 de 1998, acarretando pena de prisão e multa. Porém, antes apenas sua vegetação fixadora estava protegida pela Resolução CONAMA nº 004/85. Era a mesma forma de proteção estabelecida no Código Florestal, em seu artigo 3º. Recentemente, as dunas tiveram seu conceito legal redefinido pela Resolução nº 303, de 20 de março de 2002, revogando em seu artigo 2º, a Resolução nº004/85 e alterando o Código Florestal (NASCIMENTO, 2007).



Figura 09 – Principais serviços ambientais dos sistemas dunares. Fonte: BRASIL (2003); MELO E SOUZA (2003).

Em geral, as dunas formam cordões quase contínuos ao longo da costa e são cobertas por vegetação típica com fisionomia que varia de herbácea nas áreas de antedunas; arbustiva, em setores de dunas ativas, à arbórea, em regiões mais interiores compostas por dunas fixas.

Castellani *et al* (1995) e Costa *et al* (1996) definem que as comunidades vegetais de dunas costeiras têm sua composição florística, distribuição espacial e dinâmica populacional de suas espécies influenciadas pelos fatores ambientais. Mudanças espaciais e temporais desses fatores acarretam mudanças na riqueza, composição e abundância das espécies nestas comunidades.

Várias são as medidas que podem ser adotadas para preservação dos importantes ecossistemas encontrados nas regiões litorâneas, principalmente dos campos de dunas. Entretanto, são quase inexistentes as formas de se avaliar os níveis de vulnerabilidade destes ambientes costeiros (SILVA, et al, 2000).

Cada ambiente litorâneo tem características diferentes quanto a critérios biofísicos, ecológicos, socioeconômicos e culturais. Características estas que remontam à necessidade de uma abordagem específica frente à dinâmica natural e antrópica atuantes em determinado sistema ambiental.

As dunas costeiras, dentre os ambientes litorâneos de Sergipe, apresentam-se descaracterizadas em virtude de formas de uso e ocupação humana o que define um quadro delicado quanto à permanência das características naturais responsáveis pela manutenção do equilíbrio dinâmico desses sistemas.

CAPÍTULO IV-ECODINÂMICA DAS DUNAS COSTEIRAS DE SERGIPE

CAPÍTULO IV – ECODINÂMICA DAS DUNAS COSTEIRAS DE SERGIPE

Para o desenvolvimento da análise ecodinâmica, deve-se considerar o conjunto de fatores e processos que, ao interagirem de maneira dinâmica no tempo, formam a unidade da paisagem. A formação e o funcionamento da paisagem são assim dependentes dessa rede de relações que abarca componentes de origem natural e antrópica.

De acordo com Rodriguez *et al* (2004), determinar e investigar a estrutura da paisagem significa conhecer a sua essência. A análise estrutural consiste em explicar como se combinam os seus componentes para dar lugar às formações integrais e como é a organização estrutural do sistema paisagístico.

No tocante ao regime de funcionamento, os mesmos autores especificam que todos os elementos da paisagem cumprem funções determinadas e participam de forma peculiar no seu processo de gênese sendo a gênese da paisagem a forma ou o modo de aparecimento da paisagem condicionado por um determinado tipo de processo e de fatores.

No que se refere ao impacto gerado pela atuação de um fator ou de um grupo de fatores, Rodriguez *et al* (2004) expõem que a homogeneidade relativa da estrutura em um nível hierárquico dado manifesta-se mediante a estabilidade com relação aos impactos e cargas tanto naturais como antropogênicas, o caráter das reações e a capacidade de restabelecer sua estrutura a seu regime de funcionamento.

Os estudos das paisagens dunares sob uma perspectiva global devem abarcar componentes não só relacionados ao meio biofísico, onde os fatores da dinâmica costeira e os condicionantes geológico-geomorfológicos e oceanográficos controlam a dinâmica natural, mas também devem focalizar componentes humanos, posto que, em virtude do acelerado poder impactante, as práticas humanas impensadas acabam por interferir no desenvolvimento das características biofísicas originárias de tais ambientes e conduzindo assim a processos degradantes, muitas vezes irreversíveis.

Nesse contexto, o desenvolvimento das dunas depende de fatores considerados estruturantes da paisagem dunar e caracterizam-se por variáveis (parâmetros) que apontam os

funcionamentos (processos) dos sistemas e se associam tanto à agentes de caráter antrópico quanto relacionados à dinâmica costeira atuante no local (Quadro 02).

Fatores Estruturantes	Parâmetros	Processos
Velocidade e direção dos ventos	-Existência de brechas e blowouts no sistema dunar; -Obstáculos à acumulação dunar (participação dos agentes de acumulação)	Processos de acresção/erosão dunar
Baixa precipitação	-Ritmo e variabilidade da precipitação	Processos de compactação dunar
Perfil da vegetação	-Distribuição dos tipos vegetais por zona dunar -Superfície vegetada em relação a área total -Estado de danificação da cobertura vegetal	Processos de estabilidade dunar
Fontes de alimentação praia-duna	-Características do sistema deposicional (tipo de sedimento e natureza do fornecimento sedimentar) -Presença ou ausência de areias eólicas, flúvio-marinhas na composição dunar	Processos de dimensionamento e evolução do campo dunar
Interferências antrópicas	Ocupação e uso antrópico.	Processos de degradação do sistema dunar

Quadro 02 - Síntese dos fatores e processos mais atuantes nos sistemas dunares costeiros. Adaptado e Modificado de BUREL e BAUDRY (2002) e MELO *et al.* (2002).

A velocidade média sazonal e a intensidade dos ventos são fatores de extrema importância para a origem e ocorrência das dunas, pois interferem nos processos de acresção e erosão dunar exercendo influência na altura e largura das dunas, na extensão das antedunas e na variação sazonal do campo dunar. Estando as dunas sujeitas a freqüentes alterações de forma e posição, na dependência de ventos dominantes, tais fatores interferem diretamente na fonte de alimentação praia-duna, principalmente em regiões onde há uma forte presença de ventos acima da velocidade crítica de movimento do suprimento de areias.

O regime de ventos depende da dinâmica das massas de ar. A análise dessa dinâmica é essencial para a compreensão da origem e ocorrência das dunas, pois, há o controle não só da velocidade média sazonal e intensidade eólica como também da variabilidade da precipitação que produz efeitos distintos nas características das geoformas, posto que exercem papel controlante no processo de estabilidade dunar interferindo assim nos aspectos de dominância das feições dunares em virtude de variados níveis de umidade.

Referente à taxa de migração das areias quanto maior for o índice pluviométrico registrado em uma região menor será a migração das dunas. O que confirma a teoria proposta por Simons *et al* (1965) que partem do princípio de que quanto maior for a altura e o volume de uma duna menor será a taxa de migração anual.

No que diz respeito à caracterização vegetal (perfil biogeográfico) representada pela distribuição dos tipos de vegetação por zona dunar, pelo estado de danificação da cobertura vegetal e pela presença de vegetação na frente dunar percebem-se inter-relações existentes entre tais fatores e os de ordem estrutural como altura e largura das dunas, extensão das antedunas, variação sazonal do campo dunar, além do tipo de duna encontrada, uma vez que, o desenvolvimento das dunas depende da capacidade de estabilização da cobertura vegetal, a qual exerce papel relevante na caracterização do grau de mobilidade e do dimensionamento do campo dunar.

Entretanto, deve-se ressaltar que a vegetação também pode gerar um quadro de desequilíbrio dunar. Isso depende do poder de fixação da cobertura vegetal (dunas totalmente fixadas), da posição que uma seção de dunas ocupa no sistema (porções interiores) e da dinâmica atuante (débito de alimentação de sedimentos) situação que contribui para a formação de um campo inativo em que a capacidade evolutiva do sistema cessa.

A fonte de alimentação praia-duna pode ser considerada como um indicador responsável pela configuração da morfologia praiar, uma vez que, está intrinsecamente relacionada ao regime de ondas, a variação das marés, a dinâmica eólica, ou seja, aos processos responsáveis pelo fornecimento de sedimentos à costa e conseqüentemente à formação de depósitos eólicos que se diferenciam quanto às características dos sedimentos. (Melo e Souza e Oliveira, 2004). O regime de ventos é o principal responsável pela troca de areias entre praias e dunas.

Os tipos de energia atuantes em determinados locais interferem na predominância de materiais sedimentares. Os sedimentos, com características distintas quanto à granulometria, sofrem transporte diferenciado em virtude de fenômenos dispersivos de energia. Encontrados ao longo do litoral são resultantes de movimentos repetitivos da areia sobre os perfis de praia e das zonas adjacentes. A redução no fornecimento de areias por mudanças na deriva litorânea pode acarretar alterações no balanço sedimentar modificando assim a própria morfologia praiar.

Assim, quanto à origem, o tipo e a quantidade do material sedimentar disponível para a alimentação dos campos de dunas devem-se destacar as características do sistema deposicional predominante em que a fonte de alimentação pode estar relacionada ao aporte eólico, fluvial, ou marinho podendo haver a interação entre um e outro.

No que se refere à sedimentação, qualquer alteração introduzida pelo homem no sistema afeta o equilíbrio do balanço sedimentar, este definido como a relação entre as perdas e os ganhos de sedimentos em uma praia. A situação de desequilíbrio estará associada então a determinado estado de vulnerabilidade do sistema.

Sendo a dinâmica costeira a principal responsável pelos processos de erosão e/ou deposição que mantém as áreas litorâneas em constante transformação, Muehe (2004) enfatiza a alta dinâmica desta faixa da zona costeira associada a processos naturais e antrópicos “que aceleram e potencializam os efeitos da erosão, conferindo à orla peculiaridades que requerem esforços permanentes para manutenção de seu equilíbrio dinâmico” causados “pela redução no aporte sedimentar provocada por diferentes fatores: exaustão das fontes supridoras, retenção de sedimentos por obras de engenharia, readaptação do perfil de equilíbrio a uma elevação do nível do mar ou a uma modificação do clima de ondas”.

Também sobre a questão da erosão costeira Mariano Neto (2003) diz o seguinte:

Sabe-se que na dinâmica costeira, o mar avança ou recua, necessitando sempre que sua linha de ação esteja livre, e os estuários costeiros representam verdadeiras artérias de atuação do mar. Quando ocupadas com diversas construções, o mar responde provocando alguns destroços para o homem. Muitos são os casos de casas demolidas pelas ondas. Muitos proprietários, tentando evitar as perdas, tentam fazer diques de pedras. Estes procedimentos, tanto de construção particular como dos quebra-mares enfeiam a orla e quebram a paisagem natural; casas construídas em áreas de dunas, restingas, ou falésias, descaracterizam completamente estas paisagens.

Esses problemas sempre surgem devido à localização de construções muito próximas da praia, freqüentemente alcançando o perfil de tempestade. O problema já foi devidamente reconhecido e normas foram elaboradas fixando a largura de uma faixa de não edificação. Entretanto, estas normas ainda não são respeitadas de modo mais amplo, além de não ser possível remover as construções já efetuadas (MUEHE, 2005).

Por serem caracterizados como os mais impactantes, os danos derivados de atividades antrópicas remontam a uma situação de alerta quanto à manutenção da integridade biofísica dos sistemas dunares litorâneos. No tocante as pressões exercidas sobre os sistemas dunares destacam-se fatores como: avanço da prática agrícola a exemplo de plantações e pastagens; atividades de turismo e lazer que estão relacionados ao trânsito de veículos, ao pisoteio e abertura de caminhos, às edificações e construções de casas de veraneio sobre a linha de costa e na zona de acumulação praial, além de outros.

Tais fatores acarretam efeitos negativos de grande amplitude os quais podem comprometer os de ordem estrutural como a fonte de alimentação praia-duna, a altura e largura das dunas, a extensão das antedunas, etc, caracterizando, dessa forma, a situação de vulnerabilidade biofísica acentuada em que se encontram tais sistemas dunares em Sergipe.

4.1. Dunas de Pirambu - Litoral Norte de Sergipe

Para a posterior caracterização do estado das dunas costeiras de Sergipe com base na determinação da ecodinâmica, faz necessário partir da avaliação dos fatores e processos (naturais ou antrópicos) que mais contribuíram para a estruturação e funcionamento do sistema dunar.

4.1.1. Estrutura

Em seu conjunto dunar, Pirambu apresenta uma seqüência de geoformas com altura e largura diversas e uma distribuição seqüencial de tipos vegetais por zona dunar. Há um ordenamento de formas decorrentes da dinâmica costeira atuante em que as espécies vegetais se adaptam as condições ambientais dominantes no local.

Percebe-se uma disposição de feições dunares primeiramente definida por uma zona de areias móveis onde há o acúmulo de sedimentos recentes em forma de pequenos montículos, recobertos de forma parcial por vegetação herbácea, e, sucedida por linhas de acumulação pré-dunares, as quais se formam pela colonização de tipos vegetais, de maior porte, responsáveis pela fixação das areias (Figura 10).

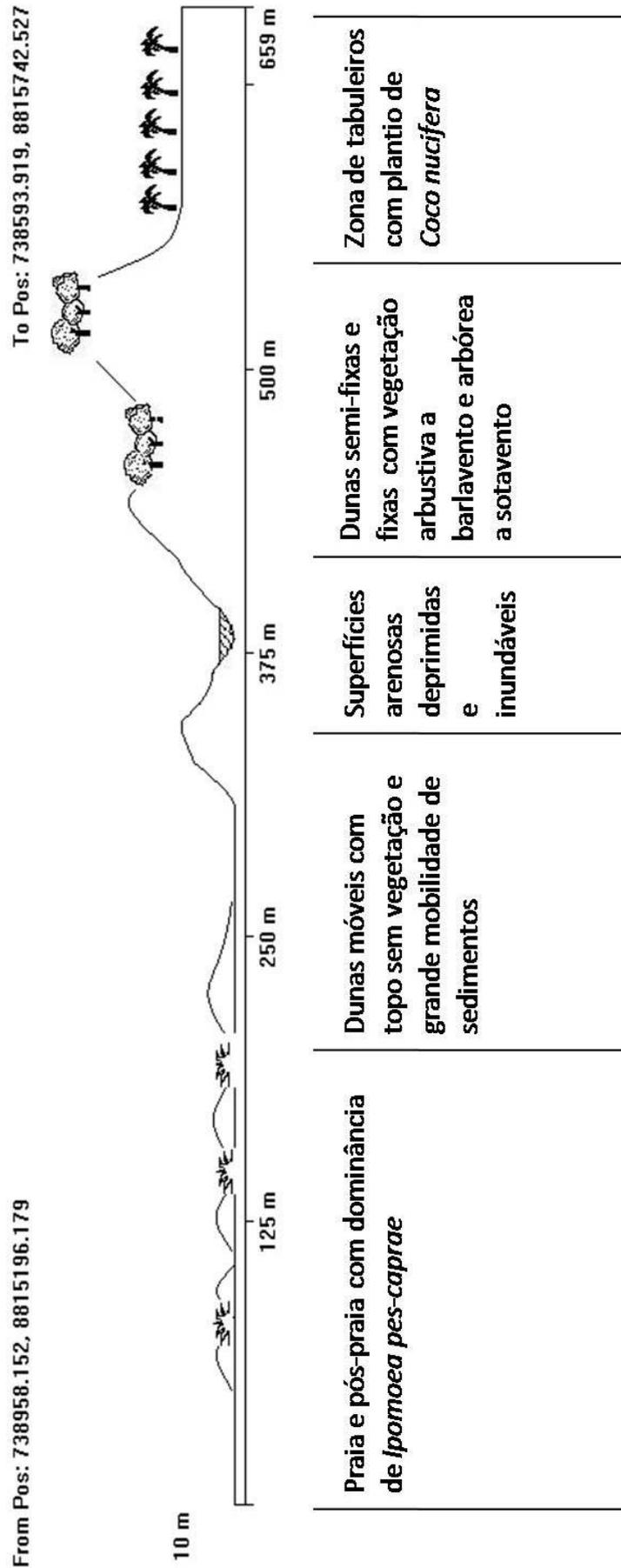


Figura 10. Perfil geotopográfico representativo das dunas de Pirambu, Litoral Norte de Sergipe. Fonte: Elaboração da autora.

As superfícies arenosas localizadas nas imediações da linha de costa abrigam depósitos arenosos com feições ainda não definidas e funcionam muitas vezes como planícies de deflação eólica. Isso pode ser explicado pelo fato de que o transporte potencial de areia para as dunas adjacentes às praias é relativamente alto. A dinâmica eólica expõe a capacidade erosiva do vento que conduz à abertura de corredores eólicos traduzindo feições como brechas e *blowouts* bem significantes em alguns pontos.

A colonização por herbáceas nos depósitos de areia recentes abrange grande parte das áreas de antedunas (dunas frontais) favorecendo a fixação das areias. São representantes espécies como a salsa-da-praia (*Ipomoea pes-caprae*). No setor de antedunas há fixação parcial de vegetação nativa com predominância de grageru (*Chrysobalanus icaco*) (Figura 11).



Figura 11. Zona de antedunas formada por vegetação herbácea e arbustiva, Pirambu-SE. Fonte: Trabalho de campo, 2005.

Como a dinâmica eólica atua fortemente com ventos predominantes no sentido NE-SW é grande a quantidade de areia soprada para o interior do sistema. A caracterização da praia aponta um fornecimento de areia abundante cuja largura do estirâncio compreende uma variação média anual entre 2 a 5 metros.

O perfil com corte que se estende da linha de costa até cerca de 660 metros de comprimento para o interior do continente expõe uma faixa de dunas em estado de evolução tendo a presença de inúmeras cristas principais. As dunas fixas e de altura variada (em torno de 20 m de altura) aparecem mais interiormente após a presença de baixios alagados. Nessas proximidades são comuns plantações de coco e pastagens.

As superfícies inundáveis são terras baixas que se formam entre as dunas reguladas pelos períodos de chuva e que muitas vezes estão associadas às margens de rios e funcionam como brejos associados a vegetação de restinga abrigando inúmeras espécies da fauna como bando de aves migratórias.

Nas áreas de brejos próximos à faixa de dunas frontais são encontrados vegetais de porte arbustivo como o grageru (*Chrysobalanus icaco*) localizados a sotavento das dunas de pequeno porte ou em áreas mais baixas. Essa mesma espécie desenvolve um porte arbustivo maior, quando mais afastada da praia, por ficar protegidas por seções de dunas semi-fixas, isso se dá em virtude da menor intensidade da ação dos ventos (Figura 12).



Figura 12. Área úmida margeada por seções de dunas em colonização por espécies arbustivas, Pirambu, SE. Notar os coqueirais ao fundo. Fonte: Trabalho de campo, 2008.

São verificadas mais interiormente áreas de tabuleiros costeiros com superfícies planas ocupadas por coqueirais. Estas superfícies apresentam solos pouco férteis que, para a utilização agrícola, requerem a aplicação de adubos e corretivos.

Em porções mais internas do litoral há evidências de sucessões de paleofalésias e baixios nas áreas de planície próxima à linha de costa enfatizando formas de retrabalhamento em eventos transgressivos.

4.1.2. Dinâmica sazonal

A intensidade das relações existentes entre os fatores responsáveis pela ameaça à integridade dos sistemas dunares é exemplificada, no caso das dunas do Litoral Norte, pelos processos de acreção e de acumulação das areias que contribuem para mudanças visíveis na composição das fisionomias dunares costeiras pelas situações de ora estabilidade, ora vulnerabilidade geradas.

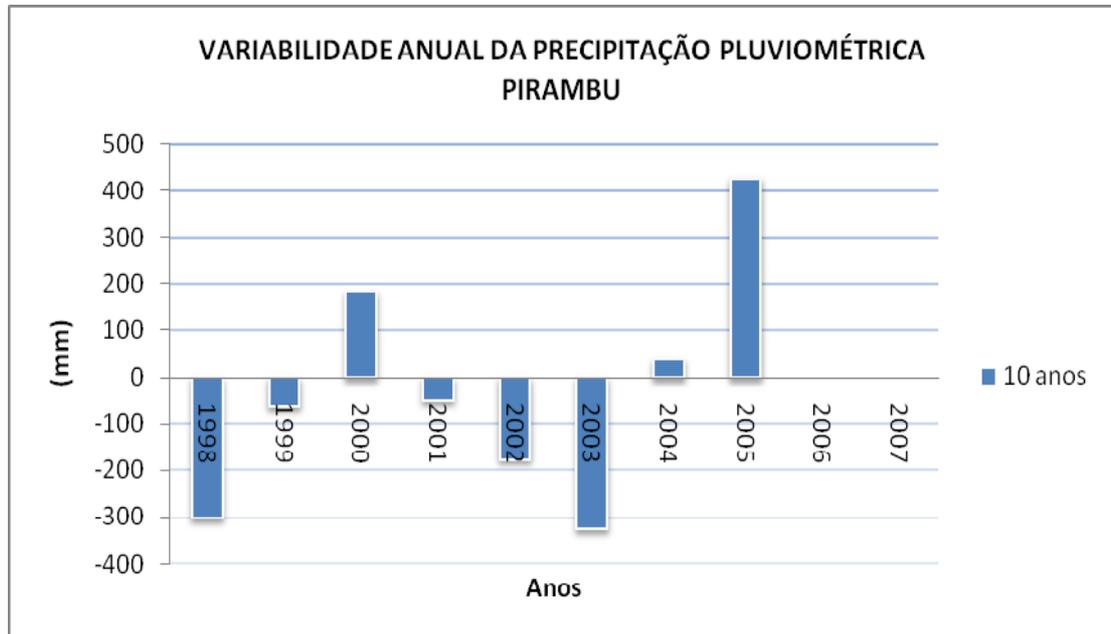
Dois cenários são verificados para o litoral Norte que se contrastam e são regulados pelas diferenciações ocasionadas pelo ritmo de precipitação pluvial.

Os trabalhos de campo foram realizados em meses secos e chuvosos. O primeiro trabalho de campo foi realizado no período seco de 2003, ano em que foi registrada a menor variabilidade pluviométrica. O segundo campo foi realizado no período chuvoso de 2005, ano em que foram registrados os maiores índices de chuva. A terceira visita a campo foi feita em 2007, período chuvoso, e a quarta visita de acompanhamento em janeiro de 2008. (Quadro 03). A precipitação pluviométrica para o ano de 2005 especifica os meses de abril a julho como mais chuvosos tendo o mês de maio o que concentra mais de 20% da precipitação total (Tabela 01).

A comparação com as análises desenvolvidas no período seco, caso do primeiro campo realizado em 2003, evidencia modificações nos processos de acreção-erosão dunar no Litoral Norte que são denunciadas pelo processo de compactação das areias. A predominância de precipitação promoveu alterações nas características responsáveis pela configuração do perfil das dunas.

A formação de depósitos dunares no Litoral de Sergipe sempre esteve associada à presença de vegetação. A cobertura vegetal seja ela de porte arbóreo, herbáceo ou arbustivo,

contribui decisivamente para a ocorrência da sedimentação eólica sobre a linha de acumulação praial. Uma alimentação constante associada a capacidade de fixação da cobertura vegetal gera processos de acresção responsável pelo quadro de estabilidade dunar, fato que pode ser verificado na primeira seqüência de relações da Figura 08.



Quadro 03. Comparativo da variabilidade anual da precipitação pluviométrica de Pirambu para um período de 10 anos, (ausência de dados para 2006 e 2007). Fonte: CEMESE-SE, 2008.

Anos/Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1998	18,2	18,6	49,2	47,2	165,5	385,8	180,0	76,8	48,9	35,8	0,0	2,2
1999	0,0	19,5	18,5	36,4	324,3	162,8	250,7	109,0	90,6	114,9	109,2	32,0
2000	28,2	166,5	83,5	327,6	96,4	244,7	132,4	199,7	113,6	11,3	52,2	60,1
2001	46,8	13,5	11,2	70,0	37,7	332,5	280,3	199,3	55,1	131,1	34,4	68,9
2002	211,9	109,9	31,7	27,6	295,0	227,1	109,5	76,2	44,0	12,7	7,2	1,6
2003	0,0	42,6	64,7	13,1	68,0	139,3	149,6	135,3	50,9	124,0	210,4	5,8
T 2004	282,7	62,6	32,5	113,7	218,1	169,8	234,8	112,7	128,8	10,3	4,2	0,0
2005	65,8	21,4	126,9	256,9	464,8	267,9	258,2	162,1	37,1	25,6	5,0	67,8
2006	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 01. Precipitação pluviométrica do Município de Pirambu/SE- 1998 a 2007. Os anos de 2006 e 2007 apresentam ausência de dados. Fonte: CEMESE-SE, 2008.

Já o ritmo de precipitação e a intensidade dos ventos diretamente ligada às seqüências dos períodos de chuvas alteram a circulação eólica e, por conseguinte, tem-se uma situação bastante intensa de fragilização dos condicionantes de permanência do sistema dunar, ou seja, amplia-se o limiar de sua vulnerabilidade pela aproximação de um ponto crítico limitante da alimentação do sistema praia-duna (Figura 13).



Figura 13. Fluxogramas representativos dos processos mais atuantes para os períodos seco (ligações positivas) e chuvoso (ligações negativas) das dunas costeiras de Pirambu. Fonte: Elaboração da autora.

As condições de umidade verificadas propiciam a quebra da dormência das sementes que colonizam as superfícies compactadas como evidenciado no brotamento de espécies em áreas onde o solo concentra água em seus níveis superiores (Figura 14).

Vale destacar que, mesmo havendo uma alimentação eólica suficiente para o processo de sedimentação na linha de praia, alterações sobre a morfologia praial são percebidas por conta de processos relacionados à pressão por diversos utilizadores.



Figura 14. Brotamento de espécies em áreas de sedimentação. Fonte: Trabalho de campo, 2005.

São realçadas, em alguns pontos da costa, práticas impensadas como o pisoteio descontrolado, a abertura de caminhos provocados pelo fluxo de pessoas e veículos

motorizados sobre as dunas onde já ocorrem desmontes de dunas sem nenhuma vigilância por parte dos órgãos responsáveis pela fiscalização, uma vez que, parte da área de estudo diz respeito a propriedade da Reserva Biológica de Santa Isabel.

4.1.3. Dinâmica espacial

A carta morfodinâmica das dunas do litoral de Pirambu caracteriza as formas de uso e ocupação do solo e os processos mais atuantes para as dunas (Figura 15). Os tipos de uso e os processos predominantes com as suas respectivas extensões estão especificados a seguir (Quadro 04).

USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E MORFODINÂMICA		
<i>Classes</i>	<i>Área (ha)</i>	<i>%</i>
Uso e Ocupação do Solo		
Áreas úmidas	1083,29	31,39
Cultivos Agrícolas	625,96	18,14
Infra-estrutura/habitações	98,69	2,86
Morfodinâmica		
Processos de Acresção	1608,62	46,62
Processos de Degradação	33,63	0,97

Quadro 04. Classes de uso do solo e processos morfodinâmicos para as dunas de Pirambu-SE.

As áreas úmidas são encontradas em quase toda a extensão da planície costeira. Essas áreas estão sujeitas a inundações e são formadas, em muitos trechos, por cordões litorâneos regressivos que se dispõem de modo paralelo formando lagoas e brejos principalmente no período chuvoso (Figura 16).

A ocupação por casas e vias de acesso concentra-se na porção sul do litoral de Pirambu e está relacionada a infra-estrutura urban. Pela existência de uma área de reserva, Reserva Biológica de Santa Isabel, no território do município, a presença humana deve sofrer limitações.

A Reserva Biológica de Santa Isabel possui uma área de 2.766 há de 45km de praia. Criada em 1988, abriga uma das sedes do Projeto TAMAR (Tartarugas Marinhas) e possui dentre os objetivos o de proteger as tartarugas marinhas que se reproduzem no respectivo trecho do litoral.

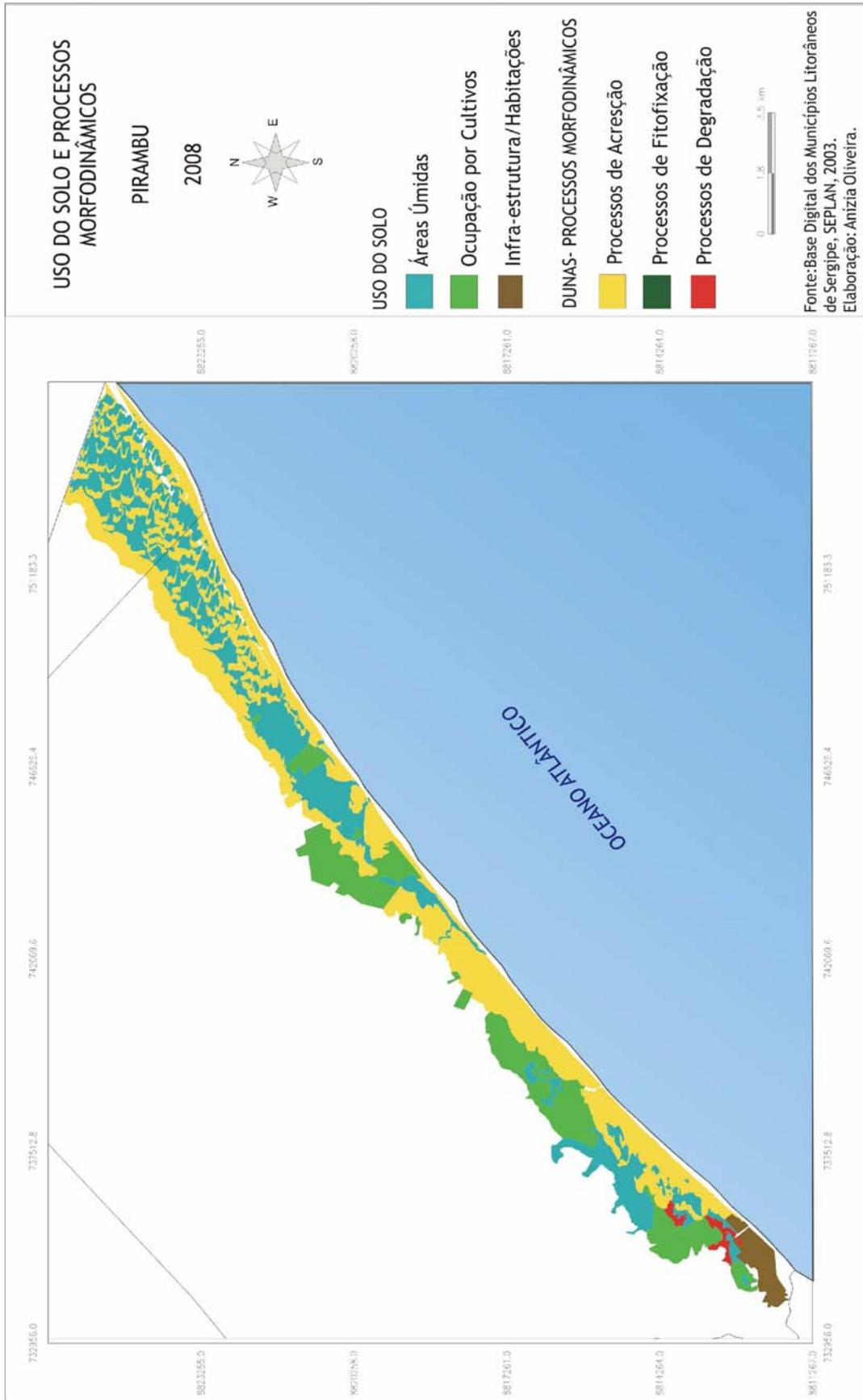


Figura 15. Carta Morfodinâmica das dunas de Pirambu.



Figura 16. Zona de baixios alagados. Fonte: Trabalho de campo, 2005.

Entretanto, mesmo sendo uma área de proteção ambiental federal mecanismos de pressão humana como pisoteio e rede de caminhos de acesso à praia nas dunas adjacentes, além de cultivos de produtos agrícolas, pastagens e trânsito de veículos estão sendo evidenciados indicando processos iniciais de degradação ao sistema dunar.

A pressão humana pode estar relacionada a formas de mecanismos que, mesmo não apresentando tanta intensidade de fenômenos, acarretam efeitos impactantes pela possível interferência nos processos de acreção dunar. Existem efeitos de caráter antrópico nos baixios que servem de pastagem para o gado, nas lagoas próximas (Lagoa Redonda) que cada vez mais recebe visitantes de modo desordenado e nas dunas que, mesmo sendo de forma não muito intensa, passam a servir de base para a prática de escorregamentos (sand boarding - surf de areia).

A atividade agrícola é praticada em aproximadamente 626 ha. São cultivos com predominância da produção de coco-da baía que abrange muitas áreas de dunas. É freqüente a ocorrência de cultivos associados a pastagens. São encontrados rebanhos nas zonas interdunares, nos baixios e em porções de antedunas.

As áreas consideradas em processo de acreção, em torno de 1.600 ha, são formadas, em sua maioria, por dunas móveis que expõem uma dinâmica eólica atuante com

predominância dos ventos SE/NW. Alguns desses setores de dunas sofrem uma intensa força eólica o que proporciona grande atividade erosiva com formações de extensos corredores de deflação.

Nessas condições têm-se meios ecologicamente instáveis, uma vez que, a intensidade dos ventos interfere na estruturação das geoformas. Porém, o que predomina é uma regularidade nas condições de formação dos sistemas em que as dunas encontram a interação entre os fatores estruturantes necessários para a geração de um cenário de equilíbrio.

Cenário que se diferencia no setor demonstrado na carta morfodinâmica pela classe processos de degradação onde os elementos antrópicos como casas, rodovias e estradas de acesso favorecem a descaracterização do sistema. As dunas próximas a essa zona de ocupação urbana têm seu desenvolvimento interrompido e sofrem isolamento por conta da interrupção causada na fonte de alimentação praia – duna (Figura 17).



Figura 17 -.Rodovias marginando as seções de dunas móveis nas proximidades da Orla de Pirambu. Fonte: Trabalho de campo, 2005.

4.1.4. Ecodinâmica

A análise ecodinâmica para as dunas costeiras de Sergipe baseou-se na determinação do grau ou intensidade das mudanças ambientais a partir da relação vulnerabilidade/estabilidade dos sistemas.

Esse entendimento das relações dinâmicas entre os processos pedogenéticos e os morfogenéticos dominantes tem como base a descrição dos aspectos estruturais mais importantes associados às formas de uso e ocupação do solo e a análise dos processos mais atuantes feita anteriormente.

A carta ecodinâmica define os estados de estabilidade, intergrade ou instabilidade para as dunas do município de Pirambu, Litoral Norte de Sergipe (Figura 18). A partir da análise ecodinâmica foi encontrado para dunas estáveis um percentual de 54.54% da área total o que caracteriza um ambiente com sinais de equilíbrio. Tais condições estão associadas à predominância de um quadro favorável a estruturação e evolução do campo dunar com processos que não afetam a dinâmica de funcionamento.

No geral, os setores de estudo, por se situarem em uma área de proteção ambiental da Reserva Biológica de Santa Isabel, apresentaram pouco grau de transformação do sistema dunar.

A segunda categoria representada pelos meios intergrades contemplou 43.40% da área de dunas. Essas seções foram consideradas como feições em transição por sofrerem a atuação de elementos que promovem certa vulnerabilidade do sistema. A dinâmica eólica atuante no local gera processos de erosão dunar exemplificados por muitas brechas ativas e *blowouts* que se formam entre as cristas principais.

A presença de dunas recentes intensamente colonizadas por exemplares de espécies vegetais, também favorece a condição de meio em transição, mas com tendência a pedogênese, uma vez que não se encontram isoladas a ponto de favorecer a estagnação do sistema.

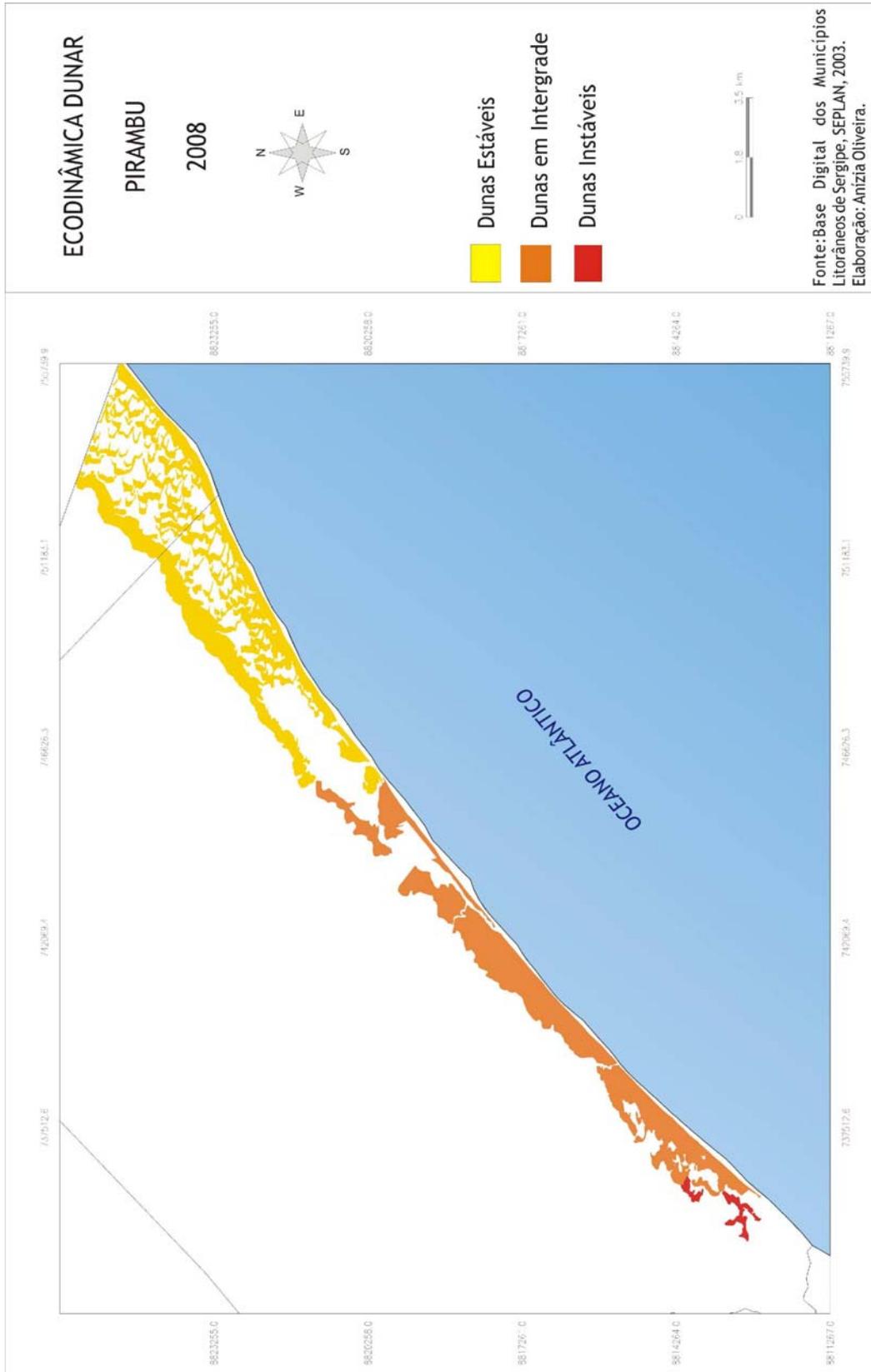


Figura 18. Carta Ecodinâmica das dunas de Pirambu. -SE

A ligação entre a presença de vegetação e a intensidade de circulação eólica traz efeitos positivos quando se analisa a contribuição dos ventos na dispersão das sementes. Entretanto o caráter das feições encontradas no Litoral Norte durante o período de estudo remonta a algumas associações de desequilíbrio quando do envolvimento entre variáveis como intensidade de circulação eólica e processos de acreção/erosão dunar, uma vez que, dependendo do balanço sedimentar os ventos exercem efeitos positivos ou negativos desencadeando assim condições de vulnerabilidade.

As feições consideradas como ambientes instáveis, que na carta ecodinâmica estão representadas pela cor vermelha, apresentam processos morfogenéticos como predominantes. Isto pode ser explicado pelos mecanismos de pressão humana como crescente afluxo de pessoas nas proximidades da Orla de Pirambu, trânsito de veículos, abertura de caminhos, desmonte de dunas e ocupação desordenada.

As formas de interação entre os componentes biofísicos dos sistemas dunares e as pressões advindas das atividades antrópicas sobre tais ambientes caracterizam o grau de transformação desses sistemas costeiros.

A área ocupada pelas dunas apresentou maior sensibilidade biofísica aos fatores índice de chuvas e dinâmica eólica. Já a barreira a contribuição eólica, mesmo em pequena proporção, constitui outro dano ambiental para o indicador fonte de alimentação praia-duna.

Em suma, no Litoral Norte os fatores relacionados à dinâmica biofísica são os que mais se sobressaem, uma vez que, há uma diversidade fisionômica associada à disposição sequencial de feições dunares. Em porções interiores encontram-se geoformas (feições) em estado original além de existir um campo dunar ativo em virtude de uma dinâmica eólica atuante onde se presencia a ligação direta entre a zona de praia e as primeiras dunas.

No tocante ao balanço morfogênese/pedogênese tem-se um quadro onde predominam os processos favoráveis a evolução dunar em que a combinação dos aspectos físicos oferece grande resistência à ação dos processos de degradação. As dunas definidas pela classe de meios em intergrade apresentam um comportamento morfodinâmico intermediário, mas com tendência ao equilíbrio (pedogênese), como mostra a Figura 19.

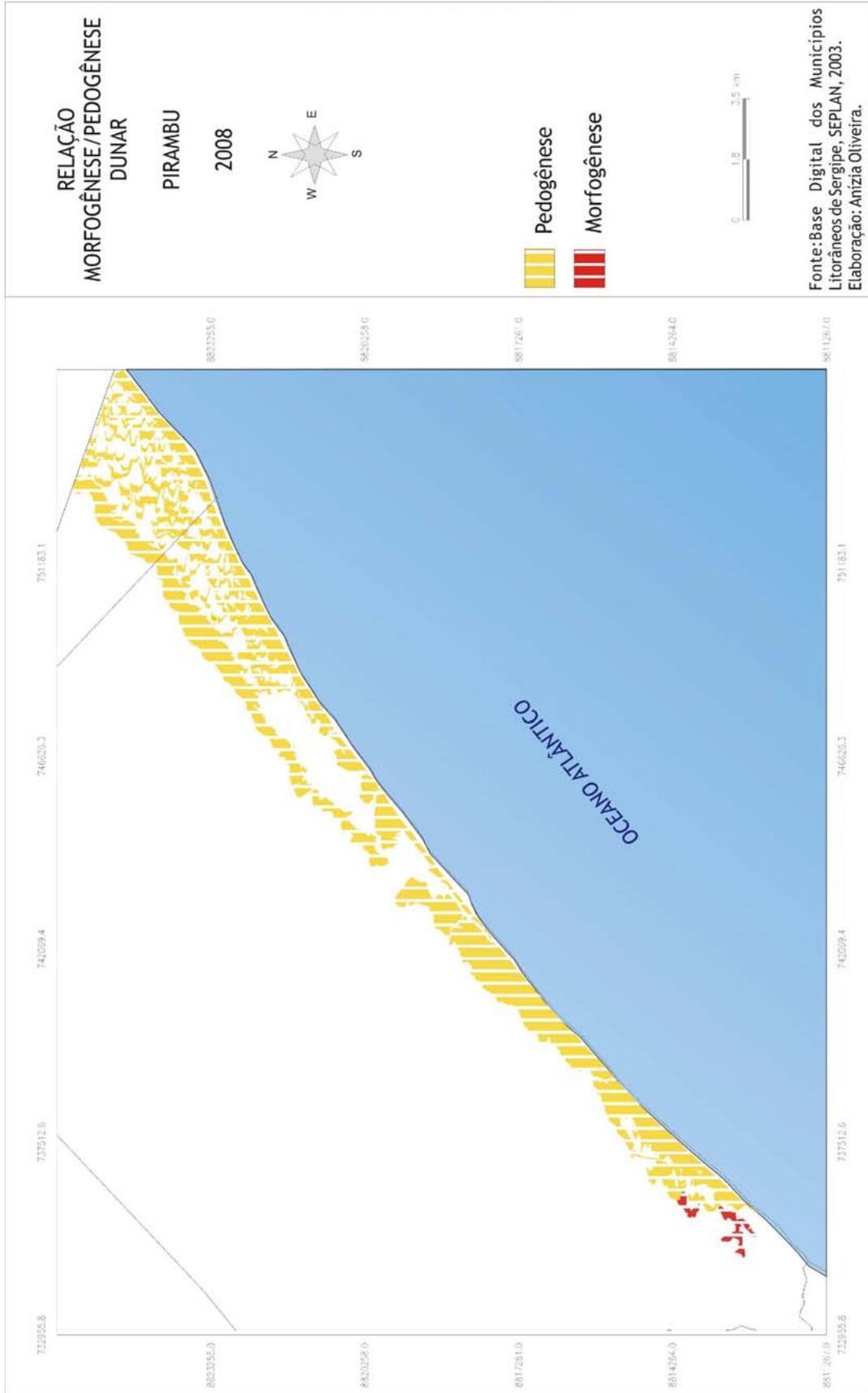


Figura 19. Carta de Relação Morfogênese/ Pedogênese das dunas de Pirambu

Os indicadores mais expressivos que promovem a predominância da estabilidade nas dunas podem ser caracterizados pela pouca, mas presente, ameaça de degradação ao sistema, inexistência de obstáculos à transgressão das dunas frontais, além de se verificar uma atratividade turística muito baixa por conta de a área de estudo ser pertencente a Reserva Biológica de Santa Isabel.

4.2. Dunas de Estância - Litoral Sul de Sergipe

4.2.1- Estrutura

Na Praia do Saco são comuns dunas de porte médio a elevado em que o alinhamento das feições segue um perfil clássico, ou seja, o campo dunar dispõe-se inicialmente por antedunas, logo seguidas por dunas semifixas de grande mobilidade que são seqüenciadas por porções mais interiores as quais apresentam perfil vegetacional do tipo arbóreo e arbustivo.

De maneira geral, as dunas apresentam extensão considerável, porém em muitos pontos, principalmente nas zonas de pressão antrópica o estado é de comprometimento das feições existentes, as dunas são marcadas por evidentes sinais de degradação associada à utilização. Percebe-se uma largura expressiva do alinhamento dunar em regiões mais interiores face ao processo de migração as dunas semi-fixas.

No tocante às características de praia que abrange o fornecimento de areia, a presença de brechas a barlavento, a colonização vegetal entre a duna e o nível médio da maré pode-se observar na Praia do Saco uma superfície de deslizamento que se caracteriza por uma área de formação das pequenas dunas, a presença de vegetação relacionada à inexistência de brechas simboliza no local um processo de reconstituição dunar.

Os campos dunares se prolongam em zonas desnudas de vegetação onde a ação do vento provoca o arraste das areias. A migração das areias acontece em regiões mais interiores, percebe-se uma grande mobilidade do aporte sedimentar em porções onde a competência dos ventos supera a capacidade de estabilização da vegetação. As dunas movem-se em sentido contrário a linha de costa uma vez que seguem a direção dos ventos, em alguns pontos adentram a rodovia que dá acesso ao povoado Saco (Figura 20).

A contribuição eólica, além de constante resulta principalmente de sedimentos marinhos retrabalhados. Estes sedimentos são direcionados, sobretudo pelo esquema de marés, para a zona emersa (praia).

A vegetação assume, nesse sentido, um papel importante que é o de propiciar através das raízes a fixação das areias criando uma barreira natural. O vento, por efeitos dispersivos, transporta as partículas microscópicas e as areias são então adensadas formando montículos quando de componentes herbáceos ou arbustivos. Essa faixa visitada apresenta um tipo arbustivo com espécies vegetais de restinga de porte superior se comparados aos exemplares encontrados no litoral Norte. Dentre as espécies mais características destacam-se o grageru (*Chrysobalanus icaco*) ou anacárdios como cajueiros.

Referente às pressões exercidas pelos diversos utilizadores, indicadores de ameaças ao sistema dunar são encontrados na forma de casas de veraneio (segundas residências), pousadas e uma infra-estrutura de médio porte (iluminação pública, torres de telefonia, ruas asfaltadas, pistas de pouso particulares).



Figura 20. Processo de migração do campo dunar na Praia do Saco, Estância- SE. Trabalho de campo, 2006.

Todos esses mecanismos de ação antrópica comprometem os processos de recomposição dunar pela intensidade de ocupação que dificulta o trânsito de sedimentos,

fazendo com que o vento perca sua competência, uma vez que há por conta das construções um bloqueio da alimentação no sentido praia-duna.

Outra forma de ocupação diz respeito aos coqueirais que estão presentes de forma bem distribuída evidenciando o processo de cultivo agrícola na região. Depósitos de lixos são encontrados, em algumas áreas situadas entre o campo dunar e a rodovia principal que margeia as seções de dunas. Destacam-se também como grande ameaça aos sistemas dunares instalações comerciais situadas à beira-mar. Na área mais visitada por banhistas presenciaram-se bares voltados para o turismo de lazer, porém com precárias instalações.

Devido às construções sobre a linha de costa, medidas de controle representadas por molhes de contenção (pedregulhos) são colocadas como tentativa de conter os avanços do mar (Figura 21).



Figura 21. Barreira à fonte de alimentação praia-duna na Praia do Saco. Fonte: Trabalho de campo, 2004.

Como forma de conter a dispersão das areias, armadilhas de areia de tipo rudimentar dispostas de maneira horizontal e vertical compostas por troncos de árvores ou palhas de coqueiros são também presenciadas. Mesmo sendo áreas de preservação permanente medidas de vigilância e controle não são verificadas, uma vez que, principalmente nos setores de antedunas e dunas móveis a ocupação é realizada de forma irregular.

O constante desmonte de dunas para fins de ocupação, seja por loteamentos ou estabelecimentos comerciais, e a inexistência de fiscalização tanto municipal quanto estadual acarretam não só a desconfiguração dos ambientes dunares como promovem danos irremediáveis ao equilíbrio natural dos ambientes que deles dependem.

Na Praia do Abaís é perceptível a atuação de fatores que modificam a situação dos elementos biofísicos definidores das condições de equilíbrio dos sistemas dunares observados. A inexistência de um campo dunar pleno se dá devido à barreira de casas que impede a interação entre a fonte de alimentação praia-duna. A seqüência de casas compromete a competência eólica para alimentar o campo de dunas situado mais internamente (Figura 22).



Figura 22. Casas localizadas sobre o campo dunar na Praia do Abaís. Fonte: Trabalho de campo, 2006.

O perfil topográfico a seguir abrange uma seção de dunas da Praia do Abaís e estende-se da linha de costa até aproximadamente 1600m para o interior expondo um campo dunar interrompido em que o processo de ocupação por casas de veraneio promove uma descontinuidade das feições existentes (Figura 23).

To Pos: 686017.945, 8747908.192

From Pos: 687385.762, 8747099.937

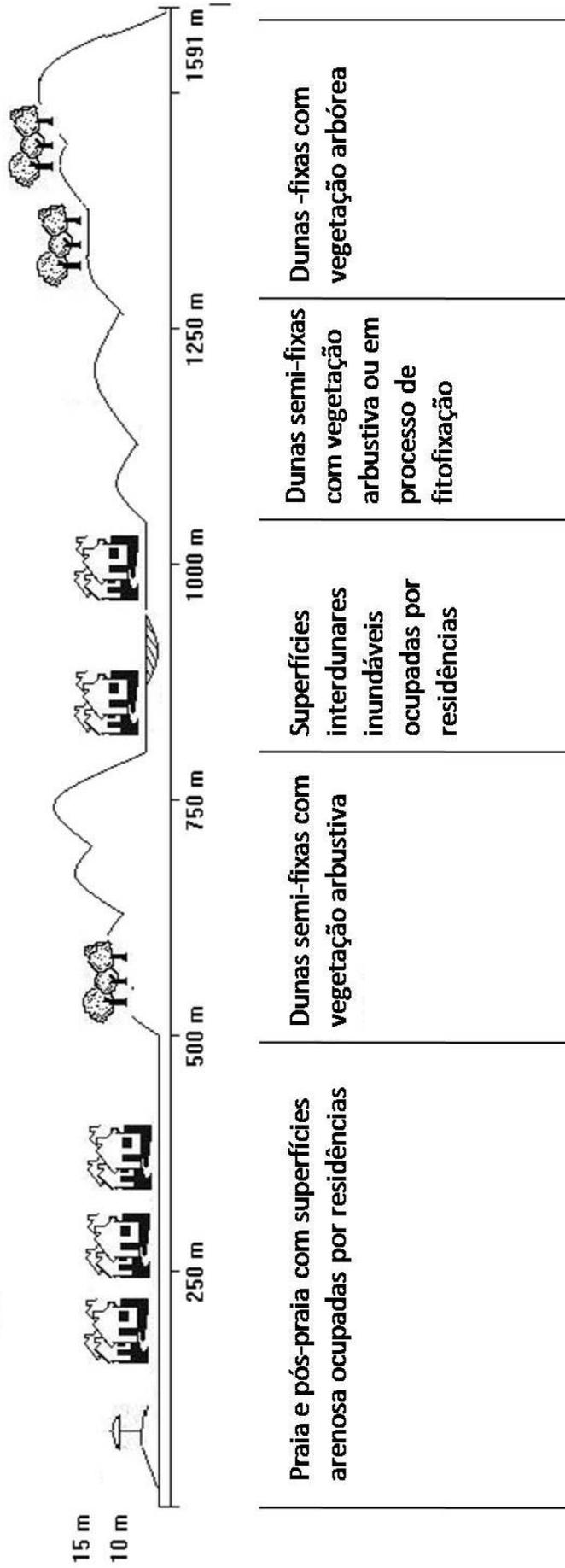


Figura 23. Perfil geotopográfico representativo das dunas de Estância, Praia do Abaís. Fonte: Elaboração da autora.

Em comparação com a Praia do Saco, na Praia do Abais é pequena a área ocupada pelas dunas. A largura do alinhamento dunar é comprometida em face do constante desmonte de areias provocado pela retirada do aporte sedimentar realizada sem nenhuma fiscalização para fins de ocupação por casas.

A praia e o pós-praia são formados por montículos de areia sem feição definida, compostos por sedimentos arenosos que serviriam para alimentar os campos de dunas adjacentes mas que sofrem a atuação da infra-estrutura antrópica. Após o setor de casas verifica-se um campo dunar com tendência a completa fixação que é logo seqüenciado por casas em zona interdunar.

Referente às características da praia, o fornecimento de areia é considerado baixo em virtude da diminuição sensível da competência eólica para alimentar o campo de dunas da região. A não existência de brechas a barlavento se dá justamente por este fator.

No tocante às características da duna nota-se nenhuma presença de dunas recentes a barlavento, porém em alguns pontos a vegetação, marcada por espécies de porte herbáceo (psamófitas) indica que o campo é ativo.

Em setores mais interiores há a presença de dunas de porte considerável. As dunas fixas apresentam altura, em alguns pontos, superior a 20 metros. As mais interiores apresentam maior altura, atingindo até 25 metros e já consolidadas, ou seja, resistentes à ação dos ventos mesmo quando não apresentam cobertura vegetal permanente.

Quanto ao perfil da vegetação nota-se o caráter arbustivo e arbóreo como predominantes, sendo que em alguns pontos, percebe-se no topo da duna o avanço de herbáceas sobre o cordão dunar.

No que diz respeito à ameaça de degradação ao sistema, destacam - se mecanismos de pressão antrópica evidenciados por processos de uso-ocupação do solo, os quais podem ser exemplificados por construções como pousadas, armazéns e casas de veraneio além de ruas e estradas não asfaltadas. A pressão exercida pelos diversos utilizadores é evidenciada pela alta densidade de caminhos, pelo pisoteio descontrolado sobre dunas, bem como pela crescente especulação imobiliária.

A queimada da vegetação para a retirada das areias e o desmonte de dunas são realizados sem nenhuma intervenção por parte dos órgãos governamentais. Dessa forma, nota-se a necessidade de uma maior vigilância e controle em virtude das crescentes ocupação e pressão humanas, sendo ineficaz o desenvolvimento de medidas de proteção recentes.

As ações de proteção aos sistemas dunares não são verificadas em virtude de inexistirem medidas de ordenamento e controle do acesso às dunas. O pisoteio descontrolado, a falta de vigilância e manutenção, a deficiência da proteção legislativa são exemplos de como tal setor apresenta-se comprometido frente às permanências das feições originárias.

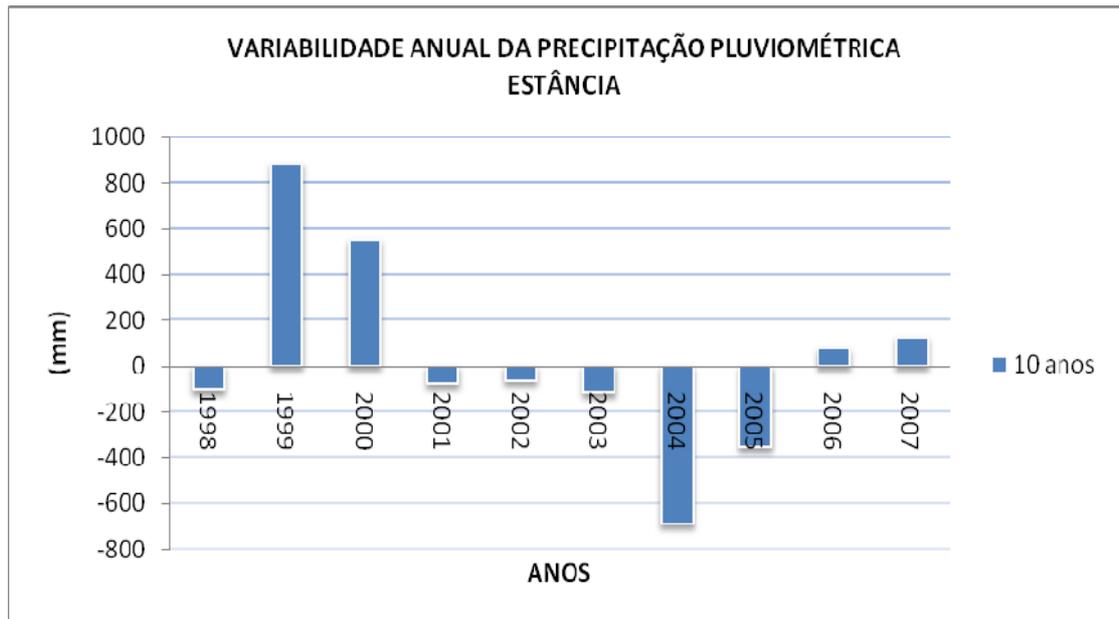
4.2.2. Dinâmica sazonal

Inserir a análise dos processos mais atuantes (acresção dunar, degradação dunar), significa compreender a natureza e as causas de mudanças geográficas principalmente as que se referem as derivações antropogênicas. Essa perspectiva de análise possibilita o entendimento do equilíbrio dinâmico que se manifesta a partir dos processos então gerados.

No caso das dunas do litoral sul sergipano, existem variáveis críticas que diagnosticam níveis distintos de vulnerabilidade e expressam a fragilidade dos condicionantes de permanência do equilíbrio dinâmico dunar.

O primeiro trabalho de campo para o Litoral Sul foi realizado no período seco de 2004. A segunda visita a campo de acompanhamento desenvolveu-se no mesmo ano, cerca de oito meses depois. A terceira no período seco de 2006 e a quarta na estação chuvosa de 2007.

O gráfico abaixo, comparativo da variabilidade das precipitações para os últimos 10 anos, exhibe seis anos com déficit nas médias pluviométrica (1998, 2001, 2002, 2003, 2004 e 2007) sendo o ano de 2004 o que menos apresentou registros de chuva (Tabela 02).



Quadro 05. Comparativo da variabilidade anual da precipitação pluviométrica de Estância para um período de 10 anos. Fonte: CEMESE-SE, 2008.

T

Anos/Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1998	78,0	36,0	191,0	132,0	217,0	279,0	314,0	200,0	12,0	50,8	0,0	0,0
1999	13,7	36,6	44,2	99,9	721,5	420,6	247,6	368,2	99,4	204,1	150,6	94,2
2000	173,6	242,6	170,6	264,4	164,4	228,5	144,0	215,5	401,8	10,4	141,3	10,4
2001	36,0	38,0	129,8	176,2	144,7	266,9	197,4	171,4	136,6	115,0	60,0	62,8
2002	210,6	83,4	90,0	15,2	280,9	347,9	221,6	115,0	112,8	11,6	55,8	4,4
2003	10,2	153,0	114,6	45,0	288,6	186,6	169,4	180,2	54,1	101,6	188,8	6,2
2004	198,4	30,4	47,6	110,2	117,8	73,5	125,8	152,8	63,6	1,1	2,2	0,0
2005	53,8	48,2	46,2	203,3	124,3	253,5	269,9	167,1	15,8	6,0	0,2	71,1
2006	22,7	56,2	35,6	169,4	252,0	438,3	319,8	79,4	78,2	176,6	61,8	0,0
2007	20,6	123,2	381,4	183,2	306,8	220,8	172,8	156,8	124,3	25,8	13,8	13

Tabela 02. Precipitação pluviométrica do Município Estância/SE- 1998 a 2007. Fonte: CEMESE-SE, 2008.

Com base nas condições de vento há em grande parte uma dinâmica eólica atuante. A não existência de uma célula anti-ciclônica no litoral sul provoca uma maior secura em comparação ao litoral norte, anteriormente visitado, atribuindo um maior distanciamento entre o contato direto das feições e a linha de costa. Ressaltando-se que dunas não se formam em áreas profundamente úmidas.

Nesse contexto, foram produzidos para o Litoral Sul dois cenários que representam os processos mais dominantes e que refletem o estado das seções de dunas. A primeira rede de relações expõe uma seqüência clássica que resume a combinação típica e necessária de fatores e processos para a formação e estabilidade de dunas. A competência e intensidade dos ventos

somada à disponibilidade de sedimentos pela fonte de alimentação praia-duna possibilitam a atuação dos processos de acresção que dependendo das condições do ambiente dunar exerce efeito positivo no desenvolvimento e estabilidade dos campos dunares (Figura 24).

A presença de brechas a barlavento demonstra o quanto a competência dos ventos influencia na disposição dos campos dunares, posto que a ação eólica atua anteparando as dunas a sotavento e as fazendo crescer a barlavento.

A segunda rede de relações exhibe um cenário com tendência ao desequilíbrio dos sistemas tendo em vista a presença de fatores como barreiras antrópicas que interrompe o regime de fornecimento sedimentar comprometendo o fluxo contínuo de sedimentos e conseqüentemente os processos de acresção exercendo efeitos de vulnerabilidade dunar (Figura 22).

Assiste-se atualmente a uma situação de risco, principalmente no setor 2 de análise (Praia do Abaís). Isso pode ser explicado, quer pelo fato de haver um crescente processo de ocupação desordenada pela expansão dos loteamentos e empreendimentos turísticos, quer por não existirem medidas de proteção que vislumbrem a contenção de processos como desmontes de dunas realizados ilegalmente.



Figura 24 – Fluxogramas representativos dos processos mais atuantes para as dunas costeiras de Estância-SE. Fonte: Elaboração da autora.

Nos trabalhos de campo foram observado sinais de mudanças no conjunto do sistema onde as feições dunares se posicionam sobre o limiar de resiliência, nível onde já se faz necessária uma certa restrição a uma maior utilização. O setor representado no perfil pertencente à praia do Abaís representa tal situação em que as dunas já se encontram em processo de arrasamento.

A descrição dos processos atuantes possibilitou assim o entendimento dos fatores que mais se destacam na estruturação e no funcionamento do sistema dunar.

4.2.3. Dinâmica espacial

A carta morfodinâmica dunar para o litoral de Estância caracteriza as formas de uso e ocupação do solo e os processos mais atuantes sobre as dunas (Figura 25).

Quanto às classes que tratam do predomínio da ocupação, verificam-se três categorias: as áreas úmidas, a ocupação por cultivos e a ocupação por residências (Quadro 06).

As zonas úmidas estão dispostas em toda extensão do litoral, localizam-se tanto nas proximidades da linha de costa, quanto mais internamente. Das formas de uso é a classe que mais predomina.

Os cultivos, representados em sua maior parte por coqueirais, aparecem em forma de manchas e abrangem várias áreas de dunas.

USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E MORFODINÂMICA		
<i>Classes</i>	<i>Área (ha)</i>	<i>%</i>
Uso e Ocupação do Solo		
Áreas úmidas	570,93	28,16
Cultivos agrícolas	300,54	14,82
Infra-estrutura/habitações	369,31	18,21
Morfodinâmica		
Processos de acreção	373,21	18,40
Processos de fitofixação	205,66	10,14
Processos de degradação	265,09	13,07

Quadro 06. Classes morfodinâmicas de uso e processos para o litoral Estância/Sergipe.

Em toda margem litorânea do município visualiza-se habitações e redes de estradas, sendo que o adensamento concentra-se na parte sul (Praia do Saco) e mais ao norte, região do Abaís.

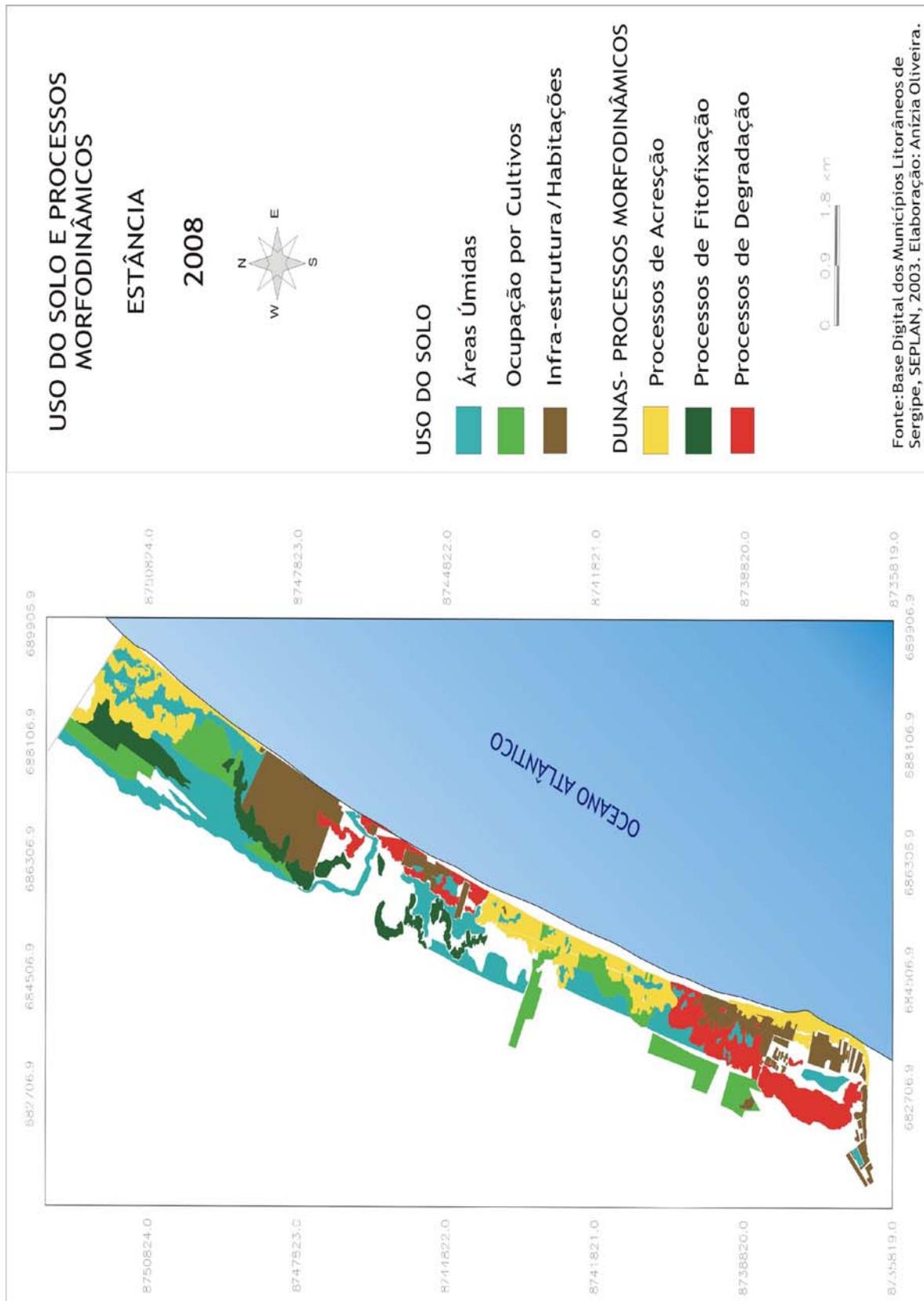


Figura 25. Carta Morfodinâmica das dunas de Estância – Sergipe.

Quanto aos processos morfodinâmicos mais atuantes nas dunas têm-se os de acresção dunar, seguidos pelos de degradação antrópica e por último pela cobertura vegetal (fitofixação).

4.2.4. Ecodinâmica

Para o Litoral Sul a avaliação da ecodinâmica evidenciou a predominância de dunas em estado de instabilidade. Os resultados classificaram as dunas estáveis, as dunas em intergrade e as dunas instáveis.

Com 41,16% da área total de dunas em estado de vulnerabilidade alta, o litoral de Estância assiste atualmente a uma situação de perda significativa do complexo dunar, principalmente na Praia do Abaís. A explicação está no crescente processo de ocupação desordenada pela expansão dos loteamentos e empreendimentos turísticos, e na inexistência de medidas de proteção que vislumbrem a contenção de processos como desmontes de dunas realizados ilegalmente.

Diferentemente das observações realizadas no Litoral Norte, as análises indicaram os processos de degradação como os responsáveis pela produção de um ambiente dunar descaracterizado, onde já existe um considerável nível de vulnerabilidade dos seus sistemas de dunas.

Assim, o balanço pedogênese/morfogênese destaca os processos morfogenéticos como predominantes expondo um cenário de instabilidade em função da sensibilidade elevada. Os meios em intergrade, por apresentarem características de desequilíbrio em ascensão unem-se aos meios instáveis e assim superam as condições de estabilidade do sistema (Figura 27).

A interação entre os indicadores fonte de alimentação praia-duna e barreiras à contribuição eólica (casas de veraneio) demonstra assim, que as alterações no padrão de circulação eólica afetam a maior parte das áreas de dunas.

Apenas nos segmentos formados por dunas em processo de acresção em que não há interrupções no regime de fornecimento sedimentar é que se presenciam feições em estado de estabilidade.

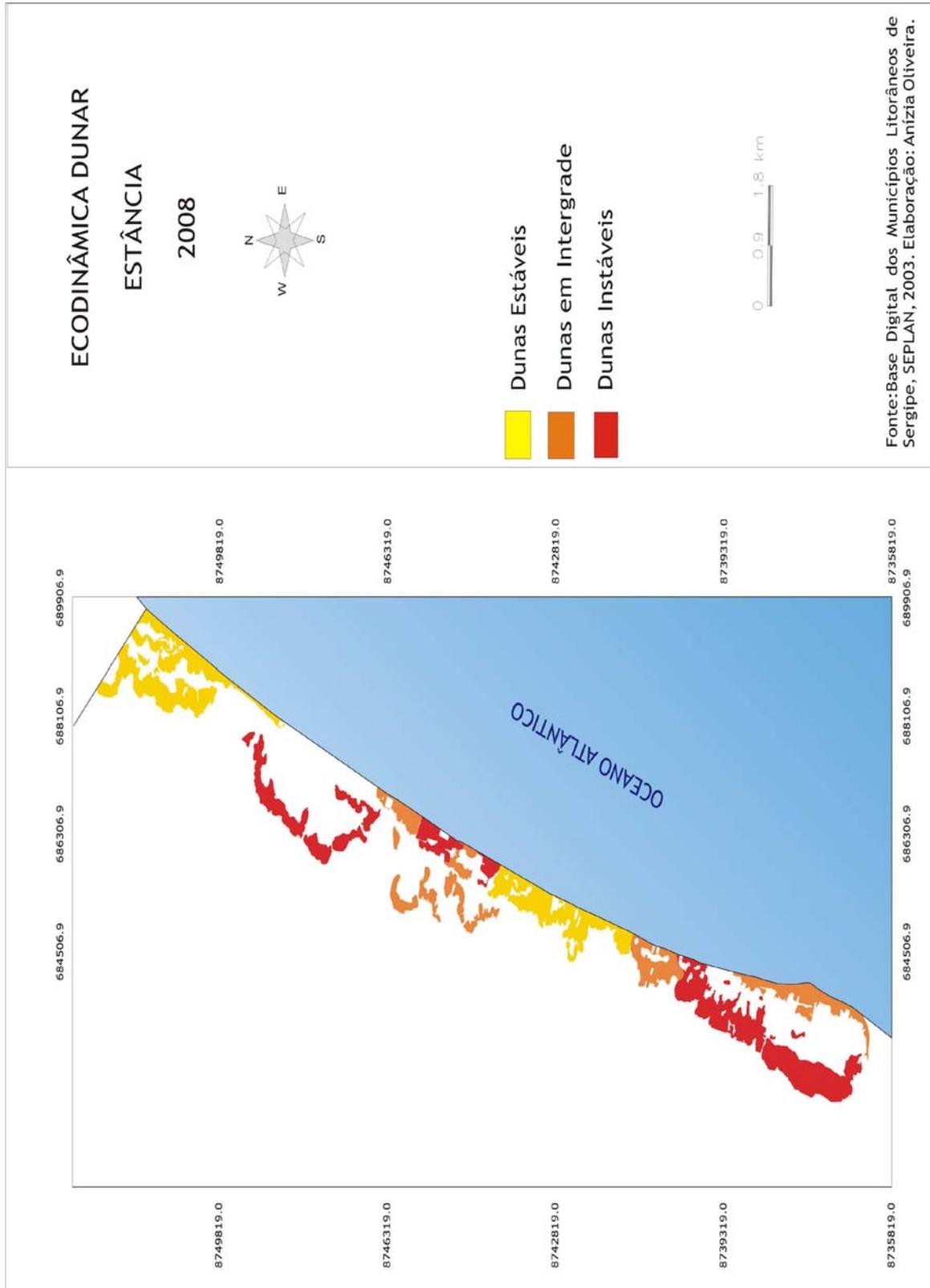


Figura 26. Carta Ecodinâmica das dunas de Estância-SE

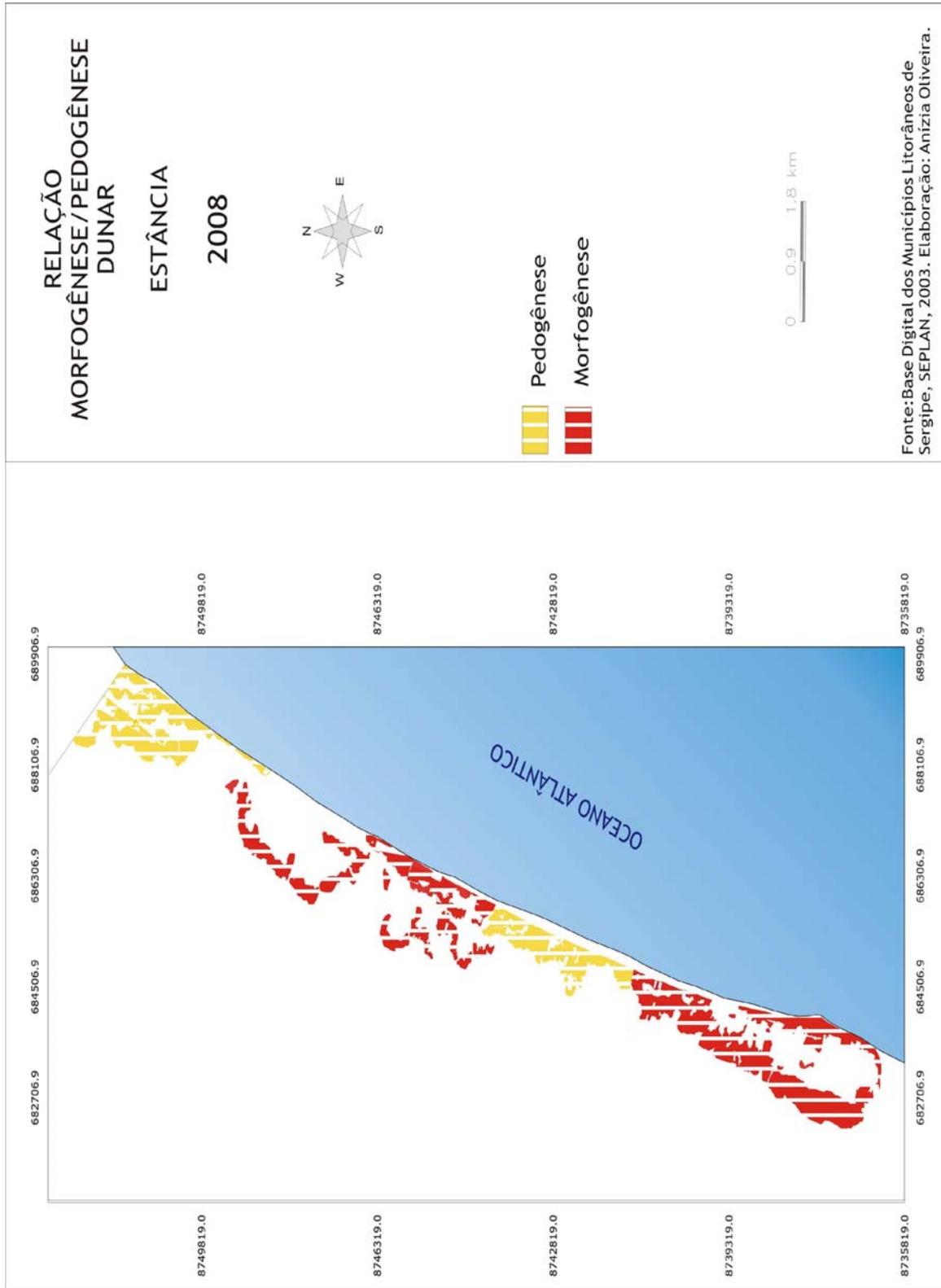


Figura 27. Carta de Relação Morfôgênese/ Pedogênese das dunas de Estância-SE

Muitas seções de dunas fixas aparecem em zonas mais interiores, principalmente nas proximidades de loteamentos e regiões ocupadas por casas de veraneio como visto na carta morfodinâmica. Tais feições quando isoladas acabam por sofrerem débito de alimentação eólica e conseqüentemente perdem sua capacidade evolutiva.

É nesse sentido que, no Litoral Sul, as zonas de dunas classificadas como em processo de fitofixação no mapa morfodinâmico recebem a categoria de meio instável ou em intergrade na carta ecodinâmica e de meio com predominância da morfogênese ou pedogênese na carta de relação pedogênese/morfogênese dunar a depender da posição que ocupam no sistema e da dinâmica em atuação. Se distantes da linha de costa e isoladas dos processos de alimentação eólica têm-se uma situação de estabilização acentuada da cobertura vegetal e assim, pelo fato de não mais corresponderem a um campo ativo, as dunas apresentam-se em estado de instabilidade.

Em muitos setores, a inexistência de um campo dunar pleno dá-se a partir da barreira de casas que impede a livre circulação dos sedimentos provenientes da linha de praia para alimentar o campo de dunas situado mais internamente; tráfego motorizado sobre praia e dunas, e turismo desordenado.

A infra-estrutura turística é considerada como um indicador que impõe limitações à dinâmica natural dos ambientes dunares do Litoral Sul de Sergipe, uma vez que, a intensificação das atividades turísticas vem promovendo desmonte de dunas móveis para loteamentos, residências secundárias e hotéis. O interesse pelo desenvolvimento do turismo no Litoral de Sergipe parte principalmente de empresas hoteleiras que visam o estabelecimento de grandes complexos de hotéis (resorts).

Em suma, as feições dunares do Litoral Sul sergipano apresentam considerável nível de degradação das geoformas. As alterações introduzidas pelos fatores citados para o litoral de Estância afetam o equilíbrio dunar acarretando alterações nas propriedades funcionais podendo promover um cenário em que as feições dunares não apresentarão mais mecanismos de resiliência aos efeitos negativos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da avaliação ecodinâmica pôde-se elaborar a síntese do estado atual da paisagem dunar dos Litorais Norte e Sul de Sergipe com base nas condições morfoestruturais, pelas características do sistema de ventos, da pluviosidade, da capacidade da proteção da cobertura vegetal e da pressão antrópica e nas condições morfopedogenéticas, tendo em vista os processos de acreção, de fitofixação e de degradação dunar.

Assim, os ambientes dunares *estáveis* foram caracterizados pela predominância dos processos pedogenéticos sobre os morfogenéticos, dotando-se de vulnerabilidade muito fraca e fraca. Nesta categoria de meios ecodinâmicos os processos de acreção são dominantes, caso do Litoral Norte, em que as dunas apresentam-se em situação de estabilidade.

Todavia, a atual situação ecodinâmica de estabilidade resultante da avaliação do sistema dunar do litoral Norte sergipano pode sofrer derivações antropogênicas geradoras de uma crescente tendência ecodinâmica ao intergrade, abrangendo um ciclo mais longo de mudanças ambientais nos patamares de vulnerabilidade aferidos, caso haja intensificação dos usos verificados na área, principalmente no tocante à ocupação das superfícies úmidas por pastagens e cultivos agrícolas (*Coco nucifera*).

Tal mudança pela intensificação de usos poderá engendrar um processo de progradação sobre as linhas de acumulação das dunas a sotavento do sistema. Essa situação facilitaria o aumento da desagregação e escorrência dos sedimentos arenosos no sopé das dunas, com a conseqüente fitofixação promovida pelas raízes das plantas (gramíneas e palmeiras) por sua vez, facilitadora da imobilização dos sedimentos arenosos acentuando um quadro deficitário de alimentação de sedimentos nas porções mais interiores dos campos de Pirambu, um dos cenários desta pesquisa.

Os processos de acentuada fitofixação, por promoverem situações de instabilidade (dunas perdem a capacidade evolutiva), ao proporcionar o isolamento de uma seção de dunas das demais constituintes do mesmo campo e com deficiências no recebimento de sedimentos, constituem fatores enquadrados no meio instável em termos ecodinâmicos.

Os ambientes *transicionais* foram caracterizados pela simultaneidade dos processos morfogenéticos e pedogenéticos em que o balanço entre morfogênese e pedogênese pode acarretar a passagem de um meio a outro, refletindo-se numa vulnerabilidade moderada.

Os ambientes *instáveis* foram definidos como aqueles em que os processos morfogenéticos predominam sobre os pedogenéticos acentuando-se por processos de degradação em detrimento da manutenção dos sistemas, com uma vulnerabilidade forte e muito forte.

As dunas do litoral Sul comportam tais características de meios instáveis com predominância da morfogênese sobre a pedogênese. Em termos de sua avaliação ecodinâmica, apresentam-se como *meios instáveis* e *meios em intergrade*, mas com tendência a uma progressiva instabilidade.

A falta de vigilância e manutenção, assim como a deficiência da fiscalização são exemplos de como os setores de estudo do Litoral Sul apresentam-se comprometidos frente às permanências das feições originárias. Isto expõe a necessidade de um planejamento territorial mais incisivo e operante no tocante ao estabelecimento de restrições mais severas da ocupação desordenada nas áreas de dunas.

Isto poderá ser realizado através da implementação de medidas gerais de revitalização das geoformas que se encontram arrasadas e conservação daquelas que se originaram por processos dinâmicos recentes, posto que os danos verificados estão intimamente ligados à pressão exercida pelos diversos utilizadores e outros mecanismos de pressão humana.

Ademais, em se tratando de um método direcionado à avaliação ambiental, a presente pesquisa apresenta-se como instrumento favorável ao direcionamento de ações visando ao ordenamento territorial, tanto do ponto de vista da adoção de instrumentos de ordem legal quanto técnica.

As ações de ordem legal implicam instrumentos jurídicos e mecanismos de vigilância e a adoção de um sistema de monitoramento contínuo para a área. Estes imprescindíveis diante dos resultados ora apresentados neste estudo, sobretudo concernentes à relação de (des)equilíbrio morfogênese/pedogênese na área de estudo.

As ações técnicas, por seu turno, envolvem a medição dos fenômenos antrópicos e de natureza biofísica e que poderão contribuir com informações para a formulação de medidas de mitigação de danos ambientais e de conservação dos sistemas dunares dentro dos marcos de um programa integrado de gestão ambiental.

Os critérios de conservação e gestão das dunas devem centrar-se numa perspectiva em que haja o entendimento do problema em termos de sua continuidade, através do acompanhamento permanente das mudanças ambientais e das derivações antropogênicas existentes e sua evolução futura, visando à mitigação dos danos ou a restrição de usos potencialmente danosos aos ambientes dunares.

Faz-se mister, portanto, a conciliação das condições de integridade biofísica com a oferta dos serviços ambientais propiciados pelas dunas costeiras, sobretudo as funções econômicas (realce aos apelos turísticos) possibilitadas pela existência das dunas, para além de suas funções meramente geoecológicas.

Por conseguinte, a implementação de um conjunto efetivo de medidas – técnicas e legais – de gestão ambiental associado à conservação e recuperação de áreas dunares já degradadas, com intuito de preservar a riqueza natural do lugar, torna-se imperativo à manutenção do cenário da ecodinâmica avaliada no transcurso desta pesquisa.

As propostas de conservação do meio ambiente devem então aglutinar formas de mudanças na relação homem-natureza, posto que, os bens ambientais necessitam ser vistos de outra maneira, ou seja, desde uma ótica que não vislumbre apenas o consumo exacerbado dos chamados recursos e seus atrativos mas que priorize uma melhor qualidade de vida aos que coexistem com esses ambientes, quer em interação contínua (moradores locais) quer em interações eventuais (turistas e moradores de segunda residência).

O entendimento da sustentabilidade reporta-se as condições de sensibilidade dos sistemas ambientais em que muitos ambientes, não suportam os níveis de degradação sofridos e em virtude do alto grau de instabilidade nas características biofísicas perdem a capacidade de se auto-regenerarem.

As tensões exercidas sobre os sistemas dunares, sejam de ordem natural ou socioeconômica, geram desequilíbrios na dinâmica dos processos e reações por parte do próprio sistema na tentativa de restabelecer as condições de equilíbrio antes existentes.

Sendo assim, a sustentabilidade ambiental traduz-se mediante a incorporação das condições ecológicas aos processos de tomada de decisão, rumo a uma condição em que o meio biofísico seja conservado em sua integridade, sem deixar de servir a outras funções ambientais que sejam compatíveis com esta integridade primordial ao seu dinamismo, enquanto meio estável na perspectiva da ecodinâmica. Políticas e instrumentos de planejamento capazes de inserir a dimensão ambiental e social no contexto atual da racionalidade econômica global necessitam ser urgentemente incorporados às práticas de gestão do território, de modo que, os problemas ambientais e sociais não devem ser entendidos como simples problemas técnicos e administrativos.

Os padrões capitalistas de produção e consumo condicionam práticas sociais que, apoiadas em concepções reducionistas e tecnicistas, incorporam o meio ambiente como algo externo às dinâmicas sociais e políticas da sociedade.

Nesse contexto, o planejamento ambiental deve considerar o melhor ajustamento entre o aproveitamento dos recursos e as medidas de conservação das condições ecológicas locais sem que se comprometa a biodiversidade, o equilíbrio natural e a capacidade de resiliência dos sistemas afetados.

Entretanto, nos cenários desta pesquisa, evidenciou-se que vigora a pressão gerada pelas necessidades de consumo dos lugares e de seus atrativos cênicos e seus aportes paisagísticos, não registrando-se uma preocupação com a capacidade de suporte do ambiente pelos impactos da atividade transformadora, a qual define os objetivos do planejamento territorial.

Em se tratando das propostas direcionadas à formulação de critérios de ordenação e gestão dos sistemas ambientais, desde o prisma biofísico, deve-se considerar além da perspectiva de detecção do problema por parte dos órgãos competentes, dimensão com a qual contribui decisivamente esta pesquisa, visando assim, ações de conservação e controle ambiental.

Outra dimensão igualmente necessária na qual a Ecodinâmica pode contribuir ao planejamento territorial reside no cumprimento dos aspectos políticos e jurídico-institucionais previstos na legislação em vigor que regem o planejamento público para a real eficácia das medidas de ordenamento territorial.

Esforços para a elaboração de políticas e planos de ação de caráter articulado, descentralizador e participativo como contribuição para a gestão dos espaços litorâneos devem contemplar medidas que superem a ótica utilitarista e generalizante dos procedimentos de tomada de decisão baseadas na valoração econômica dos elementos ambientais.

Para isso, presença de espaços democráticos de discussão e decisão, que garantam a participação dos atores sociais, e em especial das comunidades locais, deve contemplar essas ações na perspectiva de envolvê-los nos processos de conscientização, planejamento, monitoramento e avaliação dessas políticas.

É nesse sentido que um novo padrão de planejamento que seja também sustentável e capaz de inserir no contexto atual a dimensão social e ambiental necessita urgentemente ser incorporado como pilar para a prática da sustentabilidade.

Em busca de tal perspectiva integradora do planejamento territorial, a Ecodinâmica oferece um quadro fundamental da inter-relação entre fatores e processos atuantes proporcionando uma visão sistêmica a partir da análise das componentes estruturais, morfológicas e dinâmicas (morfodinâmica) dos sistemas dunares sergipanos, delimitando, pela natureza dos resultados ora apresentados, um caminho concreto de decisões factíveis a serem tomadas em prol da efetividade do planejamento territorial, da qualidade do ambiente e da recuperação necessária das dunas costeiras em Sergipe.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. C. de. **Dunas de Quiaios, Gândara e Serra da Boa Viagem**. Fundação Calouste Gulbenkian. Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica. Gráfica de Coimbra. Portugal. 1997.

ALMEIDA, J. R. de e TERTULIANO, M. F. Diagnose dos Sistemas Ambientais: Métodos e Indicadores. In: **Avaliação e Perícia Ambiental**/ Sandra Baptista da Cunha, Antônio José Teixeira Guerra (organizadores) - 4ª ed. - Rio de Janeiro. Bertrand, Brasil, 2002.

ARAÚJO, H. M. **Análise Socioambiental da Bacia Costeira do Rio Sergipe**. Universidade Federal de Sergipe. Tese de Doutorado. 2007.

ATLAS DE SERGIPE, Elaborado pela equipe técnica da UFS/SEPLAN, 1979.

BECKER, B. K. e GOMES, P. C. da C. **Meio Ambiente: Matriz do Pensamento Geográfico**. In: As Ciências Sociais e a Questão Ambiental – Rumo à Interdisciplinaridade. Rio de Janeiro: APED; Belém: NAEA. 1993.

BERNARDES, J. A. B. e FERREIRA, F. P. M. Sociedade e Natureza. In: **A Questão Ambiental: diferentes abordagens**. Sandra Baptista da Cunha, Antônio José Teixeira Guerra (organizadores). 3ª edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

BERTRAND, G. **Paysage ET géographie physique globale. Esquisse méthodologique**. In: Caderno de Ciências da Terra. Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, n. 13, 1972.

BITTENCOURT, A. C. S. P.; et al. Dados preliminares sobre a evolução paleogeográfica do Rio São Francisco.-SE/AL, durante o quaternário: influências da variação do nível do mar. In: **Simpósio do Quaternário do Brasil**, 4, Rio de Janeiro. Atas... ABEQUA, p. 49-68. 1982.

BOLÓS, M. C. Problemática Actual de los Estudios de Pasaje Integrado. **Revista de Geografia**, Barcelona, v. 15, 1-2, pp. 45-68, 1981.

_____CAPDEVILA, M.. In: BOLÓS y CAPDEVILA, M. (org.). **Manual de ciencia del paisaje: teoria, métodos e aplicaciones**. Barcelona: Masson, 1992.
<http://jailton.tripod.com/capitulo2.html>

BRASIL, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA. Resolução 303 de 20/03/2002.

BRASIL, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA. Resolução 304, de 25/09/2003.

BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Macrodiagnóstico Costeiro: Aspectos Metodológicos**. Brasília, MMA/PNMA. 1996.

BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Erosão e progradação no litoral brasileiro** / Dieter Muehe, organizador. – Brasília: 2006.

BUREL, Françoise e BAUDRY, Jacques. **Ecología del Paisaje - conceptos y aplicaciones**. Barcelona, Ediciones Mundiprensa, 2002.

CARTER, Richard W. **Coast al Enviroments**. Londres, Academic Press, 1988.

CASTELLANI, T. T, FOLCHINI, R. & SCHERER, K. Z, 1995. **Variação temporal da Vegetação em um trecho de baixada úmida ente dunas**. Praia da Joaquina, Florianópolis, SC. *Insula*, 24:37-72.

CARVALHO, Vitor Celso de. **A zona costeira brasileira: subsídios para uma avaliação ambiental**/ Vitor Celso de Carvalho, Hidely Grassi Rizzo [para o] Ministério do Meio Ambiente e da Amazônia Legal.-Brasília, MMA,1994.

CHRISTHOFOLETTI, Antônio. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher, 1999

COLTRINARI, Lygia. A Geografia Física e as Mudanças Ambientais. In: CARLOS, Ana Fani Alessandri (org.). **Novos Caminhos da Geografia**. São Paulo, Contexto, 1999, pp. 277-40.

_____ **Los geoindicadores de cambios naturales globales**. In: Ponencias VIII EGAL. Santiago do Chile, 2004, pp. 135-140.

CONTI, José Bueno, Resgatando A "Fisiologia Da Paisagem. In: **Revista do Departamento de Geografia**, 14 59-68 59" 2001.

_____ FURLAN, S. A. Geocologia: o clima, os solos e a biota. In: **Geografia do Brasil**. 4. Ed. Reimp. São Paulo:Editora da Universidade de São Paulo, 2003

COSTA, C. S. B., CORDAZZO, C. V. & SEELIGER, U.1996. Shore disturbance and plant distribution. **Journal of Coastal Research**, 12(1), 133-140.

DAVIES, et al. Decisión-making in dune management: theory and pratice. In: **Journal of Coastal Conservaion**, 1995, pp.87-96.

DHN (Divisão de Hidrografia e Navegação). **Tábua de Marés**. Rio de Janeiro:DHN, Marinha do Brasil. 2005.

DIAS, J. **As potencialidades paisagísticas de uma região cárstica: o exemplo de Bonito, MS**. Jailton Dias. Presidente Prudente, 1998. 183 p.; ilus. Dissertação – Mestrado – Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade Estadual Paulista. <http://jailton.tripod.com/capitulo2.html>

DIEGUES, A. C. S. Comunidades humanas e os manguezais do Brasil. In C PRH, **Alternativas de uso e proteção dos manguezais do Nordeste**. Recife, Compainha

Pernambucana e Controle da Poluição Ambiental e de administração dos Recursos Hídricos. Série de Publicações Técnicas, N° 003,38-45. 1991

DOMINGUEZ, J. M. L. & BITTENCOURT, A. C. S. P. **Regional assessment of long-term trends of coastal erosion in northeastern Brazil.** Anais da Academia Brasileira de Ciências. 1996.

DOW, K. **“Exploring differences in our common future(s): the meaning of vulnerability to global environmental change”.** Geoforum, 23(3),p. 417-436.1992.

EGLER, Cláudio Antônio G. **Risco ambiental como critério de gestão do território:uma aplicação à zona costeira brasileira.** In: Território/LAGET,UFRJ-Vol. 1, n° 1 (Jul/Dez.1996)-Rio de Janeiro: Relume-Dumará.1996.

FARIA, D. S. e CARNEIRO, K. S. **Sustentabilidade Ecológica no Turismo /** Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2001.

FARINA, A. **Principles and methods in landscape ecology.** London: Chapman and Hall, 1998.

FRANÇA, V. L.A. e GRAÇA, R. F.. **Vamos conhecer Estância.** Estância: Prefeitura Municipal, 2000.

_____ et al **ATLAS ESCOLAR SERGIPE: espaço geo-histórico e cultural.** Vera Lúcia Alves França, Maria Tereza Souza Cruz, coordenadoras. João Pessoa, PB:Editora Grafset, 2007.

FRAGA, R. G. R. **Análise Ecodinâmica da Reserva Biológica de Santa Isabel e Entorno.** Monografia. Departamento de Geografia. Universidade federal de Sergipe. 2006.

GIANNINI, P. C. F.; ASSINE M. L.; BARBOSA, L. M.; BARRETO, A. M. F.; CARVALHO, A. M.; et al. **Dunas e Paleodunas Eólicas Costeiras e Interiores.**In: Quaternário do Brasil. Ribeirão Preto.Holos. 2005.

GONÇALVES, C. W. P. **Os (des)caminhos do meio ambiente.** São Paulo. Contexto, 1989.

_____. **O Desafio Ambiental.** Rio de Janeiro: Record, 2004.

GREGORY, K. J. **A Natureza da Geografia Física.** Navarro, E. A (Tradução). Bertrand Brasil. 1985.

GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia Ambiental/** Antônio José Teixeira Guerra, Mônica dos Santos Marçal. Rio de Janeiro: Bertrand, Brasil, 2006.

HOEFEL, F. G. **Morfodinâmica de praias arenosas oceânicas: uma revisão bibliográfica-** Itajaí: Editora da Univali, 1998.

KOMAR, P. D. **Beach Process and Sedimentation.** [S.1]: Prentic Hall, 1976.429p.

LARANJEIRA, M. C. **Vulnerabilidade e Gestão dos Sistemas Dunares-o caso das dunas de Mira.** (Dissertação de Mestrado). Lisboa, Universidade Nova de Lisboa, 1997.

LEFF, Enrique, **Epistemologia Ambiental/** Enrique Leff; tradução de Sandra Valenzuela; revisão técnica de Paulo Freire Vieira.-3.ed.-São Paulo:Cortez, 2002.

MACEDO, Silvio Soares. **Paisagem, litoral e formas de urbanização** In: Projeto Orla: Subsídios para um projeto de gestão / Brasília: MMA e MPO, 2004.

MARIANO NETO, B.. **Geografia: Textos, Contextos e Pretextos para o Planejamento Ambiental/** Belarmino Mariano Neto. – 1ª ed. – Guarabira/Pb: Gráfica São Paulo, 2003.

MAXIMIANO, L. A . **Considerações sobre o conceito de paisagem.** In: Ra'ega - O espaço em análise. Curitiba, PR: Departamento de Geografia/ UFPR, v. 1, n 1, 1997.

MELO E SOUZA, R. **Redes e Tramas - Identidade cultural e gestão ambiental na APA de Piaçabuçu, Alagoas.** In: Capítulo 2- Rizomas e Crise Ambiental – Relações entre Natureza, Ambientalismo e Sustentabilidade Biofísica e Cultural. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília. Centro de Desenvolvimento Sustentável. 2003.

OLIVEIRA, A. C. de A. Contribuição dos Indicadores Socioambientais para o Planejamento Territorial da Zona Costeira. In: **Revista Ciências Ambientais & Desenvolvimento.** Vol. 1. Nº 1. Julho/Setembro 2004. <http://www.ciamde.ufs.br>.

OLIVEIRA, A. C. de A. Naturez e Paisagem nos Sistemas Ambientais. In: **Filosofia & Natureza: debates, embates e conexões.** / Organizador: Antônio Carlos dos Santos. – São Cristóvão, SE: Editora da UFS, 2008.

MELO, R. S; EGLER, C. A. PEREIRA, A. R. **Vulnerabilidade Biofísica Dunar: contribuição à gestão e ao manejo ambiental de unidades de conservação de uso sustentável.** Brazilian Journal of Ecology. 2002.

MONTEIRO, C A F. **Derivações Antropogênicas dos Geossistemas Terrestres.** USP, 1978.

MORAES, A C. R. **Contribuições para a gestão da zona costeira do Brasil: elementos para uma geografia do litoral brasileiro/São Paulo: Hutec; Edusp, 1999.**

Classificação das praias brasileiras por níveis de ocupação: proposta de uma tipologia para os espaços praias In: Projeto Orla: Subsídios para um projeto de gestão / Brasília: MMA e MPO, 2004.

MORAES, E. M. B de. **Evolução epistemológica do conceito de natureza.** Boletim Goiano de Geografia, 19(2):75-98, jan/dez.1999.

MUEHE, D. **Definição de limites e tipologias da orla sob os aspectos morfodinâmico e evolutivo.** In: Projeto Orla: Subsídios para um projeto de gestão / Brasília: MMA e MPO, 2004.

_____Aspectos Gerais da Erosão Costeira no Brasil. **Mercator - Revista de Geografia da UFC**, ano 04, número 07, 2005

MUJINA, L. I. **Princípios e métodos de avaliação tecnológica dos complexos naturais**. Moscou: Editora Nauka, 1973.

NETO, J.A.B.; PONZI, V.R.A.; SICHEL, S.E. – 2004. **Introdução à Geologia no Brasil e Alterações climáticas**. São Paulo: Instituto de Geografia da Marinha, Editora Interciência Ltda, 279 pp. Rio de Janeiro.

OLIVEIRA, A. C. de A.SANTANA, L.B. COSTA J. J. MELO E SOUZA, R. Avaliação Geoambiental de Dunas Costeiras do Litoral Norte de Sergipe Através de Técnicas de Geoprocessamento. **Anais – III Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto**. Aracaju/SE. 2006.

_____e MELO E SOUZA, R. **Avaliação Geoambiental dos Sistemas Dunares Costeiros de Sergipe**. In: Revista da FAPESB / Fundação de Apoio à Pesquisa e Extensão de Sergipe. – vol 1, n. 2,– Aracaju, 2005.

OLIVEIRA, L. de; MACHADO, L M. C. P. Percepção, Cognição, Dimensão Ambiental e Desenvolvimento com Sustentabilidade .In: **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil/** Antônio Carlos Vitte, Antônio José Teixeira Guerra (organizadores). Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

PASSOS, M. M.. **Biogeografia e Paisagem/2ª ed.**-Maringá: {s.m.}, 2003.

PYE, K, & TSOAR, H. **Aeolian Sand and Sand Dunes**, UNWIN HYMAN, London, 396 pp. 1990.

QUARANTA – GONÇALVES, M. L. **Pequeno histórico da relação Homem-Natureza**. Revista Filosofia ciencia & vida .2007.

RIBEIRO, A. G. **Paisagem e organização espacial na região de Palmas e Guarapuava - PR**. São Paulo, USP, FFLCH, 1989. Tese (Doutoramento em Geografia), Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, 1989.

RODRIGUEZ, J.M. M. (org.) **Geoecologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**./José Manuel Mateo Rodrigues; et al – Fortaleza: Editora: Editora UFC, 2004.

_____e SILVA, E.V. **A classificação das paisagens a partir de uma visão geossistêmica** . Mercator - Revista de Geografia da UFC, ano 01, número 01, 2002.

ROSS, J. L. S. Geomorfologia Ambiental: In: **Geomorfologia do Brasil**. Cunha, S. B. & Guerra, A. T. (orgs). Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 3ª edição. 2003.

SANTANA, L. B. S. **Caracterização sedimentar e morfodinâmica do litoral norte do estado de Sergipe**. Relatório Semestral de Iniciação Científica. Universidade Federal de Sergipe. 2006.

SCHIER, R. A. **Trajetórias do conceito de paisagem na geografia**. R. RA'E GA, Curitiba, Editora UFPR, n. 7, p. 79-85, 2003.

SILVA, A. O; FERNANDES, A. M^a da R e DIEHL, F. L. Dunas-Sistema Integritente para Avaliação da Vulnerabilidade e Gerenciamento dos Campos de Dunas. **Anais do Simpósio Brasileiro sobre Praias Arenosas: morfodinâmica, ecologia, usos, riscos e gestão**. Antônio H. F. Klein (organizador)-Itajaí: Editora da UNIVALI, 2000.

SIMONS, D. B.; RICHARDSON, E. V. & NORDIN, C. F. **Bedload Equation for Ripples and Dunes**. US Geological Survey, Washington, 462(2):1-9p.1965.

SOUZA, C. R. G; SOUZA FILHO, P. W. M; ESTEVES, L. S; VITAL, H; DILLENBURG, S. R; PATCHINEELAN, S. M; ADDAD, J. E. **Praias Arenosas e Erosão Costeira**. In: Quaternário do Brasil. Ribeirão Preto.Holos. 2005.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN,1977.

VEYRET, Y. **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente/ Yvette Veyret** (organizadora). São Paulo: Contexto, 2007.

VILLWOCK, J. A.; LESSA, G. C., SUGUIU, K, ANGULO, R. J., DILLENBURG, S. R. **Geologia e Geomorfologia de Regiões Costeiras**. In: Quaternário do Brasil. Ribeirão Preto.Holos. 2005.

VITAL, H.; Estevesw, L. S, Araújo, T. C. M; Patchineelam. **Oceanografia Geológica e geofísica da plataforma continental brasileira**. In: Quaternário do Brasil. Ribeirão Preto.Holos. 2005.

VITTE, A. C. **Os Fundamentos Metodológicos da Geomorfologia e a sua influência no Desenvolvimento das Ciências da Terra**. In: Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil/ Antônio Carlos Vitte, Antônio José Teixeira Guerra (organizadores). Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

WRIGHT, L. D. & SHORT, A. D. **Morphodynamics variability of surf zones and beaches: a synthesis**. Marine Geology, [S.1], v.56, p.93-118.1984.

ZEE-CEARÁ. Mapeamento das unidades geoambientais da zona costeira do estado do Ceará. Programa zoneamento ecológico e econômico (ZEE) da zona costeira do estado do Ceará, 2005.