

GEOINDICADORES SOCIOAMBIENTAIS PARA MONITORAMENTO DE DUNAS COSTEIRAS EM SERGIPE

Social Environmental Geoindicators Monitoring Of Coastal Dunes In Sergipe

Anízia Conceição de Assunção OLIVEIRA¹

Rosemeri Melo e SOUZA²

RESUMO

O presente estudo envolveu a proposição de geoindicadores socioambientais para avaliar os fenômenos biofísicos e os fatores antrópicos contribuintes à vulnerabilidade dos sistemas dunares de Sergipe. Como metodologia, foram aplicadas listas de controle de campo (*field checklists*) para determinação do estado atual das dunas em setores específicos do Litoral Norte e Sul do estado. A análise integrada dos condicionantes biofísicos e antrópicos destacou a elevada degradação antrópica como principal responsável pelo nível de vulnerabilidade encontrado no Litoral Sul. Já na porção Norte, os elementos da dinâmica costeira, a exemplo da intensidade de circulação eólica em associação com os processos de acreção/erosão dunar, são os que determinam os índices de vulnerabilidade.

Palavras-chave:

Vulnerabilidade biofísica; geoindicadores socioambientais; dunas costeiras.

ABSTRACT

The present study analyzes social-environmental geoindicators to evaluate the biophysical phenomena and the contributing anthrop factors of vulnerability of the systems of the dunes of Sergipe. Field Checklists were the methodology used for the determination of the current state of dunes in specific sectors of the coast, which had been applied to the North and South of the state. The integrated analysis of the biophysical and anthrop conditioning factors detached the high anthropogenic degradation as the main responsibility for the level of vulnerability found in the Southern Coast and already in part of North. The elements of the coastal dynamics, the example of the intensity of an aeolian circulation in association with the accretion/erosion processes into dunes, are the ones that determine the vulnerability index.

Key words:

Biophysical vulnerability; social environmental Geoindicators; coastal dunes

¹ Licenciada e bacharel em Geografia pela UFS. Mestre em Geografia pelo NPGeo/UFS (Núcleo de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Sergipe). Pesquisadora do GEOPLAN/UFS. E-mail: anizia@ufs.br.

² Professora associada da UFS nos cursos graduação e pós-graduação em Geografia (Núcleo de Pós em Geografia-NPGeo/UFS) e coordenadora e docente do Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA/NESA/UFS). E-mail: rome@ufs.br.

INTRODUÇÃO

Dentre os sistemas ambientais litorâneos, as dunas costeiras apresentam uma dinâmica específica regulada por fatores estruturantes que são contribuintes expressivos na permanência do equilíbrio dunar e conseqüentemente atuam no controle entre os processos deposicionais e erosivos em uma praia.

Além de funcionarem como reguladoras das águas subterrâneas, as dunas exercem a função de protetoras da costa frente ao ataque das ondas. O desmonte de dunas, por conta da ocupação desordenada na zona de praia, 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 alteração no perfil litorâneo (OLIVEIRA et al. 2005; p. 54).

O desenvolvimento de feições dunares depende de fatores como competência e intensidade dos ventos, baixa precipitação, capacidade de estabilização da cobertura vegetal, além do tipo de sedimento e da natureza do fornecimento sedimentar. O equilíbrio do balanço sedimentar acontece a partir da manifestação desses processos. No caso dos processos de acreção/erosão dunar o controle advém da contribuição eólica que regula tanto o suprimento de sedimentos para as praias provenientes das dunas adjacentes como a perda de aporte sedimentar das praias para os campos dunares.

Inserir a análise dos processos significa compreender a natureza e as causas de mudanças geográficas principalmente as que se referem aos agentes humanos.

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 na zona costeira acabam por interferir no desenvolvimento das características biofísicas originárias de tais ambientes.

Os principais mecanismos de pressão humana incluem os conflitos de usos e ocupação do solo, a alta densidade populacional, além da expansão urbana e industrial descontrolada e intensificação do turismo desordenado nessas regiões.

Sendo assim, as práticas de monitoramento 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.

Com base na análise geoambiental dos condicionantes biofísicos e antrópicos envolvidos na dinâmica das mudanças ambientais rápidas (Coltrinari, 1999), a adoção de geoindicadores biofísicos e de pressão humana torna-se aspecto crucial para avaliação da situação dos sistemas ambientais e conseqüentemente, para fins de gestão e ordenamento territorial.

As dunas costeiras de Sergipe apresentam-se descaracterizadas em virtude tanto de formas de uso-ocupação humana como por fatores que se referem à situação dos componentes biofísicos definindo assim um quadro delicado quanto à permanência das características naturais responsáveis pela manutenção do equilíbrio dinâmico dos sistemas.

Nesse contexto, o presente artigo visa propor geoindicadores socioambientais que sirvam de parâmetros para o monitoramento socioambiental constante e sistemático dos sistemas dunares costeiros sergipanos e conseqüentemente, para o desencadeamento de propostas associadas ao melhor planejamento de práticas e instrumentos de gestão integrada com políticas públicas que priorizem a conservação desses ambientes.

Em Sergipe, a faixa costeira possui 163 km de extensão. São verificados terrenos de sedimentos quaternários de origem fluvio-marinha, fluvial e eólica e formações como manguezais, restingas, lagoas e dunas costeiras.

Os sistemas dunares de Sergipe apresentam mudanças nas características biofísicas em virtude de processos que afetam a estrutura e dinâmica dos ambientes e estão compartimentadas em três áreas do litoral: Litoral Norte, Litoral Centro e Litoral Sul (Figura 1).

O Litoral Norte é definido a partir do município de Pirambu (praia de Santa Isabel e em torno da lagoa da Prata) e se estende à nordeste rumo ao município de Pacatuba (Ponta dos Mangues).

O Litoral Centro refere-se ao campo dunar de Aracaju, desde a Coroa do Meio (cercanias do Oceanário) prosseguindo com interrupções até a Área de Preservação Permanente (APP) mantida pela Petrobras no TECARMO (Terminal de Carmópolis) e as praias da Aruana, Robalo e do Mosqueiro.

Já 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 Abais) e lagoas costeiras adjacentes até a divisa com a Bahia (Mangue Seco).

A compartimentação do litoral de Sergipe em porções (Litoral Norte, Litoral Centro e Litoral Sul) e a posterior definição dos setores de estudo identificam-se como procedimentos favoráveis às análises de campo uma vez que, serão especificadas as unidades de du-

nas mais expressivas o que possibilitará a avaliação da situação das dunas costeiras em setores específicos da área estudada.

No estudo em questão, serão especificadas as unidades de dunas mais expressivas do Litoral Norte e Litoral Sul de Sergipe o que possibilitará uma melhor

avaliação comparativa da situação das dunas costeiras nos cenários de estudo, sendo para o Litoral Norte dois setores pertencentes a Reserva Biológica de Santa Isabel localizada no município de Pirambu, e para o Litoral Sul, um setor na Praia do Saco e dois na Praia do Abais (Figura 2).

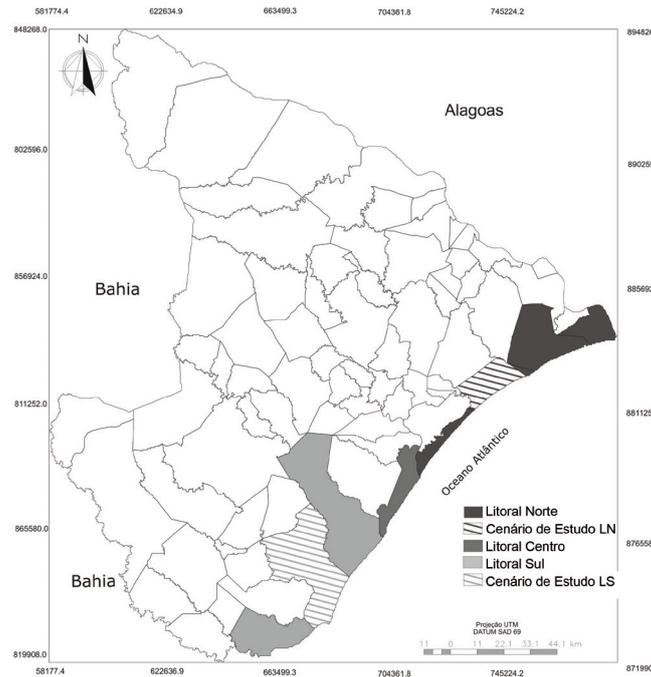


FIGURA 1 – COMPARTIMENTAÇÃO DO LITORAL DE SERGIPE – MUNICÍPIOS DE ESTUDO DO LITORAL NORTE E DO LITORAL SUL
 FONTE: Suples/Seplan 2006.

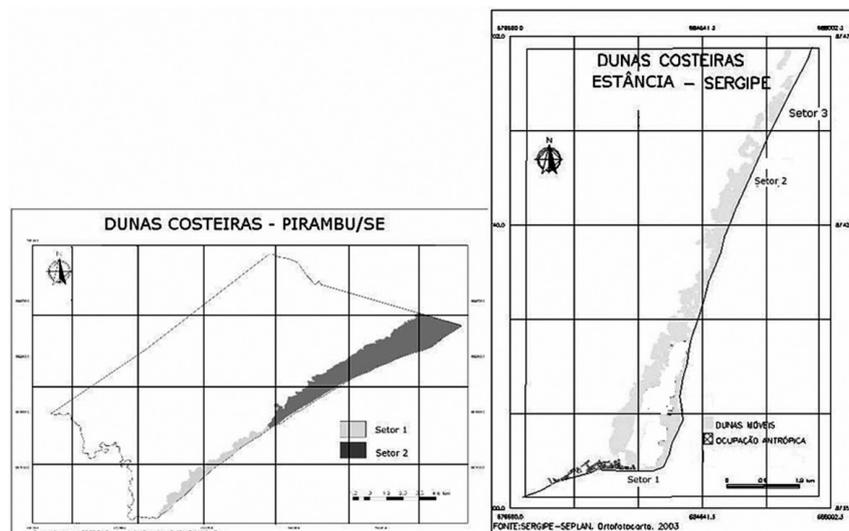


FIGURA 2 – SETORES DE ESTUDO: MUNICÍPIO DE PIRAMBU – L N E MUNICÍPIO DE ESTÂNCIA – L S

CONDICIONANTES DA VULNERABILIDADE BIOFÍSICA EM DUNAS COSTEIRAS

As paisagens são formações complexas caracterizadas pela influência dos fatores naturais e antropogênicos. Um estudo sobre a paisagem deve contemplar a identificação de seus elementos constituintes a fim de analisá-los conforme as características da sua composição, estrutura e funcionamento, e avaliação do 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.

Na medida em que cada paisagem possui uma dinâmica específica regulada pela interação entre os seus fatores componentes e que os seres humanos interagem mutuamente com o conjunto de sistemas físicos, a utilização da concepção paisagística possibilita o entendimento dos diferentes processos que compõem a paisagem e dos impactos que lhe são gerados a partir da atividade humana.

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

Segundo Almeida (1997, p. 19), 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.

No que se refere às instabilidades dos sistemas em face de interferências antrópicas ou naturais Laranjeira (1997) esclarece o conceito de vulnerabilidade biofísica que, em primeiro lugar, define-se pelo grau de transformação do sistema biofísico em questão (sensibilidade) e, em segundo lugar, pela capacidade de auto-regeneração do sistema (capacidade de resiliência).

Conforme Egler (1996), 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.

É nesse sentido que a formulação de geoindicadores a fim de descrever o estado atual de determinada paisagem torna-se elemento chave para avaliação de processos diversos, naturais ou antrópicos, em sistemas ambientais.

Geoindicadores socioambientais que condicionam os sistemas dunares a um estado de vulnerabilidade provocado pela alteração no equilíbrio dinâmico de tais ambientes podem se referir tanto à situação dos componentes biofísicos como a interferências de ordem antrópica.

De acordo com Coltrinari (1999, p. 35), que destaca os geoindicadores como “medidas de magnitudes, freqüências, taxas e tendências de processos ou fenômenos geológicos que ocorrem em período de cem anos ou menos para a compreensão das mudanças ambientais rápidas”, a pesquisa dos geoindicadores pode ser um meio de reunir dados sobre as mudanças passadas e presentes, divulgar e utilizar métodos simples de avaliação e controle das mudanças ambientais e ajudar a distinguir as variações naturais das induzidas pelo homem.

METODOLOGIA: FIELD CHECKLISTS PARA AVALIAÇÃO BIOFÍSICA DE SISTEMAS DUNARES

A análise ambiental do processo de vulnerabilidade biofísica em escala regional através da proposição de geoindicadores socioambientais partiu da aplicação de *field checklists* (listas de controle de campo) para verificação da dinâmica costeira e dos fatores antrópicos intervenientes no processo de vulnerabilidade dunar.

Desse modo, as *checklists* consistem na listagem de um conjunto geral de variáveis relevantes para a concretização de um determinado objetivo, que são, caso a caso e individualmente, identificadas, caracterizadas e ordenadas em relação a um escala pré-definida, por forma a estabelecer a sua importância relativa para o objetivo em causa, a saber, a análise da vulnerabilidade biofísica mediante geoindicadores socioambientais (LARANJEIRA, 1997).

As listas de controle de campo (*field checklists*) são estabelecidas segundo a adaptação do Programa ELOISE/DUNES (*Environmental Long-term Interactive Changes on South Atlantic Coasts and Estuarine Environments/ Mudanças Ambientais Interativas de Longa Duração nas Costas e Ambientes Estuarinos do Atlântico Sul/Dunas*) da União Européia.

A vulnerabilidade biofísica dos sistemas dunares litorâneos foi avaliada na estação seca e chuvosa, a partir da listagem das variáveis que mais contribuem para situação de risco das dunas e do ordenamento das mesmas conforme os graus distintos de vulnerabilidade pré-estabelecidos. (Quadro 1)

Dessa forma, as *checklists* foram organizadas com base na seleção de 46 variáveis, todas elas divididas em categorias de informação. São cinco as seções que compreendem informações quanto ao sítio e morfologia dunar, às características da praia, às características da superfície dunar nos primeiros 200 metros, às pressões de uso e às medidas de proteção recentes.

NÍVEL 0 0 – 20%	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%	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%	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%	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%	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 1 – NÍVEIS DE VULNERABILIDADE BIOFÍSICA DUNAR
FONTE: ADAPTADO E MODIFICADO DE LARANJEIRA, 1997.

Cada variável abrange três a cinco possibilidades de caracterização, sendo que, cada alternativa, corresponde a uma pontuação de 0 a 4. Assim, quanto maior valor determinado, maior o grau de vulnerabilidade. No caso das medidas de proteção, maior o grau de importância que estas exercem no sistema dunar.

Dessa forma, no tocante as seções A, B e C, o significado dos valores de 0 a 4 será representado por tabelas numéricas relacionadas aos níveis de vulnerabilidade propostos, já as seções D e E serão explicadas a partir de quadros qualitativos baseados em variações nos tons de cinza em que quanto menor a intensidade da cor, menor o grau de vulnerabilidade. Os itens sem informação serão expostos nos quadros e tabelas através do símbolo tracejado (-), a abreviatura (OBSD) simbolizará a percepção de cada observador.

A análise das listas de controle aplicadas em campo 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 das variáveis que mais influenciam na mudança do comportamento das feições dunares face ao atual estado de degradação mediante a análise, em cada setor do respectivo trecho litorâneo, das interações entre os fatores causadores de danos aos sistemas dunares avaliados pelos indicadores de vulnerabilidade e os responsáveis pela estruturação do sistema.

Dessa forma, com base na identificação das categorias de informação referentes a cada seção do respectivo setor do litoral, efetuou-se a categorização dos resultados de interação entre os fatores condicionantes

e estruturantes em distintos níveis de vulnerabilidade biofísica para os sistemas dunares costeiros compreendidos nas duas porções (Norte e Sul)

A caracterização das variáveis deu-se mediante o registro de campo dos pontos de amostragem feito por observadores selecionados a partir do critério de possuírem conhecimentos gerais e específicos sobre assuntos referentes a pesquisa permitindo a avaliação biofísica de sistemas ambientais através dos fatores biofísicos (seções A, B e C) e antrópicos (seções D e E).

Os procedimentos para aplicação das listas de controle abrangeram: visitas a campo em períodos alternados (período chuvoso e de estiagem) nos dois compartimentos do litoral considerados: Litoral Norte (Reserva Biológica, Santa Isabel, município de Pirambu) e Litoral Sul (Praias do Saco e Abais, município de Estância); definição dos pontos de análise para cada setor; georreferenciamento dos pontos a partir do uso de GPS portátil; preenchimento da lista a partir da determinação de uma pontuação para cada variável das seções considerando as categorias de informação dos intervalos; registro fotográfico da área.

Para a construção dos gráficos comparativos e do mapa de vulnerabilidade dunar foram levadas em consideração as seções A, B e C da *Checklist*, pois correspondem as informações referentes a aspectos da dinâmica biofísica representada pelo sítio e morfologia dunar (seção A), características da praia (seção B) e características da duna nos primeiros 200 metros (seção C) sendo as três de caráter quantitativo.

Sendo assim, a caracterização geral do estado das dunas foi desenvolvida com base: na avaliação das

variáveis que mais contribuíram, em cada setor, para vulnerabilidade do sistema dunar; na comparação entre os setores de análise a partir da categorização dos fatores causadores de danos aos sistemas dunares avaliados pelas variáveis mais expressivas (naturais e antrópicas).

RESULTADOS: GEOINDICADORES PARA DUNAS COSTEIRAS DE SERGIPE

INTERAÇÕES ENTRE FATORES CONDICIONANTES E ESTRUTURANTES EM AMBIENTES DUNARES DO LITORAL NORTE DE SERGIPE

Setor 1 – Rebio/Pirambu

De maneira geral, percebe-se no primeiro setor de aplicação das *checklists* inserido nas imediações da Reserva Biológica em Pirambu uma disposição de feições dunares primeiramente definida por uma zona de areias móveis onde há o acúmulo de areias recentes em forma de pequenos montículos, recobertos de forma parcial por vegetação do tipo 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.

Quanto ao sítio e morfologia dunar, tal setor de aplicação comporta 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 baixos alagados – brejos que abrigam inúmeras espécies da fauna e flora local.

A caracterização da praia aponta um fornecimento de areia abundante cuja largura do estirâncio compreende uma variação média anual entre 2 a 5 metros.

A colonização por herbáceas nos depósitos de areia recentes abrange grande parte das áreas de antedunas favorecendo a fixação das areias. Nesse setor de antedunas há fixação parcial de vegetação nativa com predominância de grageru (*Chrysobalanus icaco*). São representantes também espécies como a salsa-da-praia (*Ipomoea pes-caprae*). Como a dinâmica eólica atua fortemente com ventos predominantes no sentido NE-SW é grande a quantidade de areia soprada para o interior.

O município de Pirambu localiza-se na porção norte do estado de Sergipe e 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.

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.

Na avaliação dos resultados, no que diz respeito às medidas de proteção recentes, consideram-se a existência de alguns mecanismos de vigilância e manutenção, sendo a porcentagem da área com acesso limitado maior que 50%, já que, a proteção legislativa por se tratar de uma Reserva Biológica, ou seja, Unidade de Conservação (UC) de uso indireto é caracterizada como forte.

Setor 2 – Barreta-REBIO

Nesse setor, a dinâmica costeira atuante caracteriza um ambiente de extrema complexidade de fenômenos.

No que diz respeito ao dimensionamento e evolução do campo dunar, a ocupação pelas dunas abrange, face aos resultados das *checklists*, uma área não muito considerável, pela presença de uma estrutura dunar representada por poucos sistemas de cristas.

No tocante às características da praia, a variável que mais se destacou frente à situação de vulnerabilidade biofísica diz respeito à presença de brechas a barlavento que, relacionada ao indicador de estabilidade dunar, expõe uma superfície não vegetada em alguns trechos. Porém na maior parte do respectivo setor, a cobertura vegetal se faz presente, principalmente nas regiões de dunas mais antigas em que se verifica vegetação do tipo arbustiva, ou seja, galhos retorcidos com raízes expostas em meio aos montes de areia, que demonstram o processo de retrabalhamento do sistema dunar.

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 (Foto 01).

Ao fundo desse setor, em porções mais interiores, há evidências de sucessões de paleofalésias e baixos nas áreas de planície próxima à linha de costa enfatizando formas de retrabalhamento em eventos transgressivos.

A pressão humana pode estar relacionada a formas de mecanismos que, mesmo não apresentando tanta intensidade de fenômenos, acarretam efeitos impactantes. 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 esportes (sand boarding - surf de areia).

Sendo assim, o indicador de ameaças de degradação ao sistema dunar demonstra a necessidade de medidas de proteção recentes mais eficazes, já que, fatores como pisoteio, rede de caminhos, falta de painéis de informação se fazem sentir, mesmo se tratando de uma UC federal em que a legislação, se não é, deveria ser cumprida mais efetivamente.



FOTO 1 – BARRETA-PIRAMBU – PRESENÇA DE CORREDOR EÓLICO DIVIDINDO AS SEÇÕES DE CRISTAS PELO EFEITO DA CONTRACORRENTE E-SW
FONTE: TRABALHO DE CAMPO, 2003

Os dois setores de estudo, por se tratarem de uma área de proteção ambiental da Reserva Biológica de Santa Isabel, apresentaram pouco grau de transformação do sistema dunar.

Em seu conjunto dunar há uma seqüência de geofomas 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 se adaptam as condições ambientais dominantes no local.

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, pelo tamanho da área ocupada pelas dunas (altura, largura e extensão das antedunas) diretamente relacionado ao processo de acumulação das areias que contribuem para mudanças visíveis na composição das fisionomias dunares costeiras, principalmente quando os efeitos dos períodos de chuvas em regimes que se diferenciam quanto ao ritmo de

precipitação.

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.

Os trabalhos de campo referente ao Litoral Norte foram realizados em meses secos e chuvosos. No mês de julho de 2005 (período chuvoso) a predominância de precipitação promove alterações nas características responsáveis pela configuração do perfil das dunas.

Se comparado às análises desenvolvidas no período seco, caso do primeiro campo realizado no mês de dezembro, as modificações nos processos de acreção-erosão dunar no Litoral Norte são denunciadas pelo processo de compactação das areias.

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 praiar.

No Litoral Norte as condições de umidade verificadas propiciam o brotamento de espécies em áreas onde o solo concentra água em seus níveis inferiores, fato evidenciado principalmente no Setor 1 de análise.

Nas proximidades da linha de costa nota-se a existência de áreas úmidas e brejos associados a vegetação de restinga. São em sua maioria regulados pelos períodos de chuva e caracterizam-se por abrigar espécies da fauna como bando de aves migratórias. Tais alagados são freqüentemente utilizados como pastagens por pequenos criadores (Fotos 02 e 03).



FOTOS 2 E 3 – COMPARAÇÃO ENTRE OS PERÍODOS SECO (FOTO 2) E PERÍODO CHUVOSO (FOTO 3)
FONTE: TRABALHOS DE CAMPO, 2003 E 2005.

Nas áreas de brejos localizados próximos a 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 desenvolve um porte arbustivo maior, quando mais afastada da praia, por se localizar a barlavento de dunas que ficam protegidas por outras parcialmente fixadas pela vegetação.

Os depósitos formadores das dunas são caracterizados por um material não consolidado tendo a presença de areias eólicas, arenitos e argilas na composição das dunas.

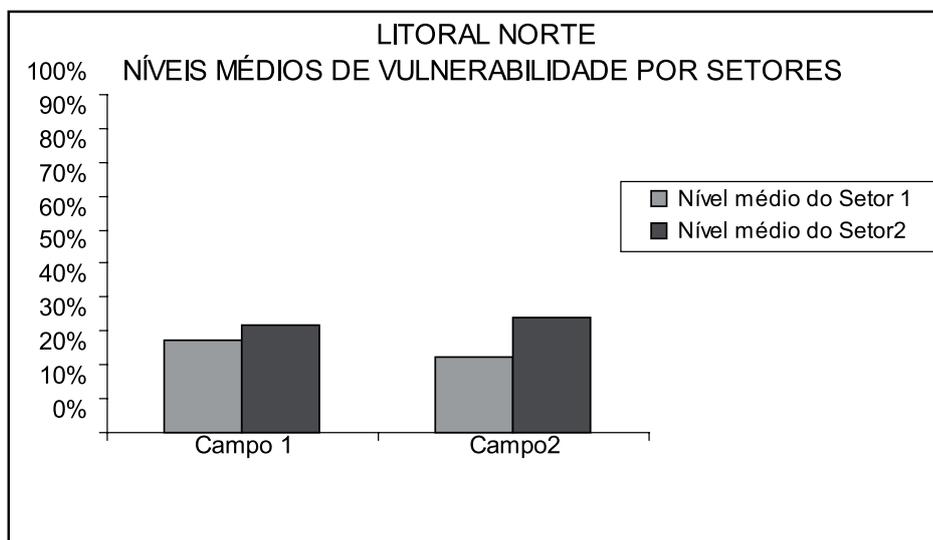
Mesmo havendo uma alimentação eólica suficiente para o processo de sedimentação na linha de praia alterações sobre a morfologia praias são percebidas por conta de processos relacionados à pressão por diversos utilizadores.

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 de fiscalização, uma vez que parte da área de estudo diz respeito a propriedade da Reserva Biológica de Santa Isabel.

A partir das listas de controle aplicadas nos dois setores de estudo no segundo campo foi encontrado um percentual de 28.34% correspondente ao Nível 01 de vulnerabilidade o que focaliza um ambiente em que se percebem sinais de mudanças no conjunto do sistema (Quadro 2).

Na primeira visita ao Litoral Norte foram encontrados também valores menores condizentes com níveis mínimos de degradação. A percentagem média abrangeu 29.72%, referente ao Nível 01 de vulnerabilidade.

Os setores de estudo, por se tratarem de uma área de proteção ambiental da Reserva Biológica de Santa Isabel, apresentaram pouco grau de transformação do sistema dunar.



QUADRO 2 – DEMONSTRATIVO DA DIFERENCIAÇÃO ENTRE OS NÍVEIS DE VULNERABILIDADE – 2003-2005

O primeiro trecho em que se aplicou a lista de controle localizado nas proximidades da zona da praia apresentou grau de 27.54% no primeiro campo e 22,44% no segundo, ambos perfazendo nível 1 de vulnerabilidade. Nível em que os sinais de degradação não são tão significativos.

O que mais contribui para a diminuição da percentagem encontrada é a presença de dunas recentes intensamente colonizadas por exemplares de vegetação, espécies típicas de restinga, favorecidas pelas condições de umidade.

Em contrapartida aos resultados do monitoramento encontrados no Setor 1 do Litoral Norte, o segundo setor estudado, localizado nas imediações da Lagoa Redonda dentro da área da Reserva Biológica, possui características marcantes quanto ao fornecimento de areia em virtude da dinâmica eólica presente no local o que fez repercutir no aumento do grau de vulnerabilidade encontrado de 31,90% para 34.25%. Processos de erosão dunar são evidenciados a exemplo de muitas brechas ativas que se formam em trechos de dunas interiores.

Associado a tais processos de ameaças à estabilidade dunar existem sinais de ocupação por mecanismos de pressão humana em virtude do crescente afluxo de pessoas neste campo de dunas.

Apesar disto os dois setores de estudos apresentam a partir do somatório da vulnerabilidade encontrada

nos dois anos uma média geral que especifica o nível 01 de sensibilidade. O setor um com média geral de 24.99% e o setor 02 com média de 33.07% (Figura 03).



FIGURA 3 – CARTA DE VULNERABILIDADE DUNAR – PIRAMBU-SE – 2006

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.

Nesse contexto, os indicadores mais expressivos que promovem tal situação de certa estabilidade nas dunas do Litoral Norte podem ser caracterizados pela pouca ameaça de degradação ao sistema em virtude da 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.

INTERAÇÕES ENTRE FATORES

CONDICIONANTES E ESTRUTURANTES EM AMBIENTES DUNARES DO LITORAL SUL DE SERGIPE

Setor 1 – Praia do Saco

De maneira geral, percebe-se no primeiro setor de aplicação das *checklists* um sistema de dunas de porte médio a elevado em que o alinhamento das feições segue um perfil clássico. O campo dunar dispõe-se inicialmente por antedunas, marcadas por evidentes sinais de degradação associada à utilização, 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.

Comporta, quanto ao sítio e morfologia dunar,

uma faixa de considerável extensão, porém em estado de comprometimento das feições existentes. Percebe-se uma largura expressiva do alinhamento dunar em regiões mais interiores face ao processo de migração as dunas semi-fixas.

A não existência de uma célula anticiclônica 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.

No tocante às características de praia pode-se observar, nesse primeiro ponto de análise, uma superfície de deslizamento que se caracteriza por uma área de formação das pequenas dunas, a presença de vegetação relacionado a 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. Quando existe uma formação vegetal mais densa com indivíduos de porte arbustivo e quase sem brechas, observa-se, neste caso, uma tentativa dos processos biofísicos de reconstituição do sistema por conta das feições existentes.

A migração das areias acontece em regiões mais interiores, percebe-se neste setor 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 (Foto 04).

Referente às características superficiais das dunas nos primeiros 200 metros percebe-se o papel da vegetação no que tange ao indicador de estabilidade dunar. 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 e Centro. Dentre as espécies mais características destacam-se o grageru (*Chrysobalanus icaco*) ou anacárdios como cajueiros.

No tocante a fauna existente observa-se que existem áreas de nidificação características em que há uma reprodução de indivíduos da fauna em setores do front e no topo dunar onde as formações vegetais densas

possibilitam a permanência das espécies de animais.

Referentes 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).

Todos esses mecanismos de ação antrópica comprometem os processos de recomposição dunar pela intensidade de ocupação que dificulta a passagem do aporte de sedimentos, fazendo com que o vento perca sua competência.

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 lixo 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 presencia-se bares voltados para o turismo de lazer, porém com precárias instalações.

Devido às construções sobre a zona de dunas, medidas de controle representadas por molhes de contenção (pedregulhos) são colocadas como tentativa de conter os avanços do mar uma vez que há por conta das construções um bloqueio da alimentação no sentido praia-duna (Foto 05).



FOTO 4 E 5 – PROCESSO DE MIGRAÇÃO DO CAMPO DUNAR (FOTO 4) – BARREIRA À FONTE DE ALIMENTAÇÃO PRAIA-DUNA (FOTO 5)

FONTE: TRABALHO DE CAMPO, 2006.

Como forma de conter a dispersão das areias, ar-

madilhas de areia do tipo rudimentar dispostas de maneira horizontal e vertical compostas por troncos de árvores ou palhas de coqueiros são também presenciadas.

Mesmo sendo uma região definida como área de recuperação ambiental 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 promove danos irremediáveis ao equilíbrio natural dos ecossistemas que deles dependem.

Setor 2 – Praia do Abaís (Dunas a 100m da Orla)

Neste setor 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 a partir da 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.

Desta forma, quanto ao sítio e morfologia dunar tal setor apresenta um campo dunar interrompido em que o processo de ocupação por casas de veraneio promove uma descontinuidade das feições existentes (Fotos 6).

Se comparado ao primeiro setor estudado, é pequena a área ocupada pelas dunas. A altura e largura do alinhamento dunar são insignificantes em face do constante desmonte de areias, a retirada do aporte sedimentar é realizada sem nenhuma fiscalização pra fins de ocupação por casas.

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 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 e armazéns, casas de veraneio além de ruas e estradas não asfaltadas (Foto 7).

Essas instalações agem como barreira afetando a própria dinâmica natural, uma vez que, comprometem a não colmatação das brechas situadas em pontos específicos de algumas dunas.

O desmonte de dunas, a queimada da vegetação

para a retirada das areias é realizado sem nenhuma intervenção por parte das instâncias ou órgãos governamentais. Dessa forma, nota-se a necessidade de uma maior vigilância e controle em virtude da crescente ocupação e pressão humana, sendo ineficaz o desenvolvimento de medidas de proteção recentes.



FOTOS 6 E 7 – CASAS LOCALIZADAS SOBRE O CAMPO DUNAR (FOTO 6) E RUAS MARGINANDO AS SEÇÕES DE DUNAS (FOTO 7)

FONTE: TRABALHO DE CAMPO, 2006.

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

Já o indicador de ameaças de degradação ao sistema dunar é definido como o mais expressivo para a caracterização do estado relativo das dunas neste setor. A pressão exercida pelos diversos utilizadores é presenciada pela alta densidade dos caminhos, pelo intenso acesso por estradas, pelo pisoteio descontrolado sobre dunas, além da crescente especulação imobiliária.

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.

Setor 3 – Praia do Abais

A disposição das feições existentes denota um campo dunar ativo. Há a presença de dunas de porte considerável se comparado ao setor anterior. Isto se deve em grande parte a uma dinâmica eólica atuante.

É considerado médio o número de cristas ortogonais, sendo maior que 500 metros a área ocupada pelas dunas, também considerável é a largura do alinhamento dunar. As dunas 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. Tais variáveis caracterizam-se como as mais significantes no que se refere ao sítio e morfologia dunar.

Referente às características de praia 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. Dessa forma, é que se pode explicar a constante migração de dunas móveis.

A presença de montículos expõe o processo de retrabalhamento das areias. Nesse sentido, dentre as variáveis que se destacam na caracterização das dunas tem-se a porcentagem da frente dunar vegetada como a mais significativa.

O perfil biogeográfico está relacionado a tal indicador, já que neste setor, existem 2 a 3 níveis de estratos vegetais. 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.

Sendo assim, cabe discutir o grau de vulnerabilidade obtido no Litoral Sul, calculando-se a média dos valores percentuais relativos a cada setor através da análise das componentes das *checklists* que mais contribuem para a intervenção na dinâmica do sistema dunar.

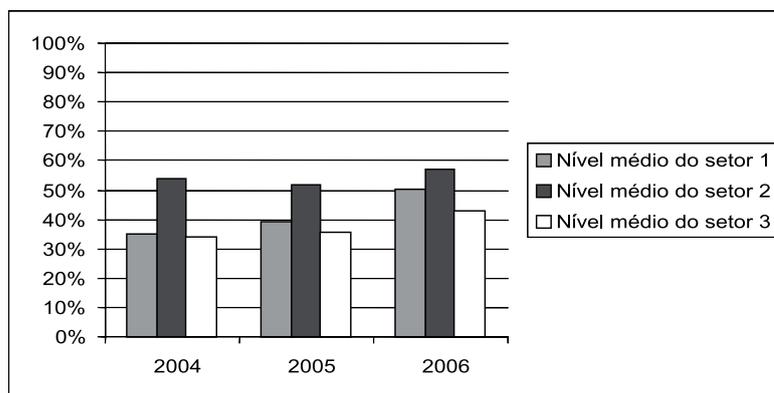
A fim de complementar a discussão sobre a avaliação do estado das dunas em ambientes costeiros de Sergipe, faz-se necessário desenvolver uma abordagem comparativa entre os níveis de vulnerabilidade evidenciados nos três anos de estudo e os geoindicadores mais expressivos da vulnerabilidade biofísica dunar presenciados a partir da utilização de *field checklists* (Quadro 3).

O primeiro trabalho de campo que teve como foco o Litoral Sul, praias do Saco e Abais foi realizado em abril de 2004. Na segunda visita a campo desenvolveu-se o mesmo procedimento de aplicação das *checklists* dos campos anteriores sendo a visita realizada no mês de dezembro do mesmo ano, perfazendo assim cerca de oito meses de intervalo.

O grau de vulnerabilidade geral obtido a partir do somatório das médias dos valores percentuais relativos a cada setor do Litoral Sul expôs um nível 2 de vulnerabilidade para os dois campos realizados 41,00% (fase de diagnóstico) e 42,22% (fase de monitoramento).

Apesar de um grau de vulnerabilidade médio relativamente baixo (41,00% e 42,22%), assiste-se atualmente a uma situação de risco, principalmente no setor 2 de análise (Praia do Abais, ponto a 100 metros da Orla). 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.

A partir das listas de controle aplicadas nos três setores do Litoral Sul na última fase de estudo (campo 3) com visitas realizadas no mês de março de 2006 foi encontrado um percentual de 50,12% o que correspondente também ao nível 2 de vulnerabilidade onde os valores compreendidos entre 40% a 60% pertencem a este intervalo.



QUADRO 3 – GRÁFICO COMPARATIVO DA VULNERABILIDADE BIOFÍSICA DUNAR POR SETORES DO LITORAL SUL
FONTE: TRABALHOS DE CAMPO, 2004, 2005 E 2006.

Nos dois primeiros campos foi observado que os setores 1 e 3 se encontravam no nível 1 do quadro de sensibilidade biofísica dunar, nível de vulnerabilidade em que são percebidos sinais de mudanças no conjunto do sistema, evoluindo para o nível 2 no campo 3, nível em que já se faz necessária certa restrição a uma maior utilização onde as feições dunares se posicionam sobre o limiar de resiliência.

O setor 2 mesmo permanecendo nos três campos no nível 2 (citado acima) do quadro de sensibilidade biofísica, obteve os maiores índices de vulnerabilidade se comparado aos outros setores o que caracteriza um setor em processo de arrasamento.

A avaliação dos níveis de vulnerabilidade nos três setores do Litoral Sul, mesmo estando atrelada a inter-

pretação das variáveis pertencentes às seções A, B e C da lista de controle, é resultado também da interpretação das seções D e E compostas por indicadores de pressão antrópica e de proteção dunar, respectivamente.

A descrição dos processos atuantes em cada setor possibilitou a verificação dos fatores que mais se destacam na estruturação do sistema dunar. A partir da comparação entre os níveis de vulnerabilidade encontrados nos três anos de estudo percebe-se que os níveis de vulnerabilidade em todos os setores nos três campos aumentaram significativamente. Somando-se os valores dos três anos e calculando-se a média geral para cada setor tem-se que os setores 01 e 02 obtiveram o nível 02 de vulnerabilidade (41,61% e 54,27% respectivamente) e o setor 03 o nível 01 com 37,47% de vulnerabilidade. (Figura 3)

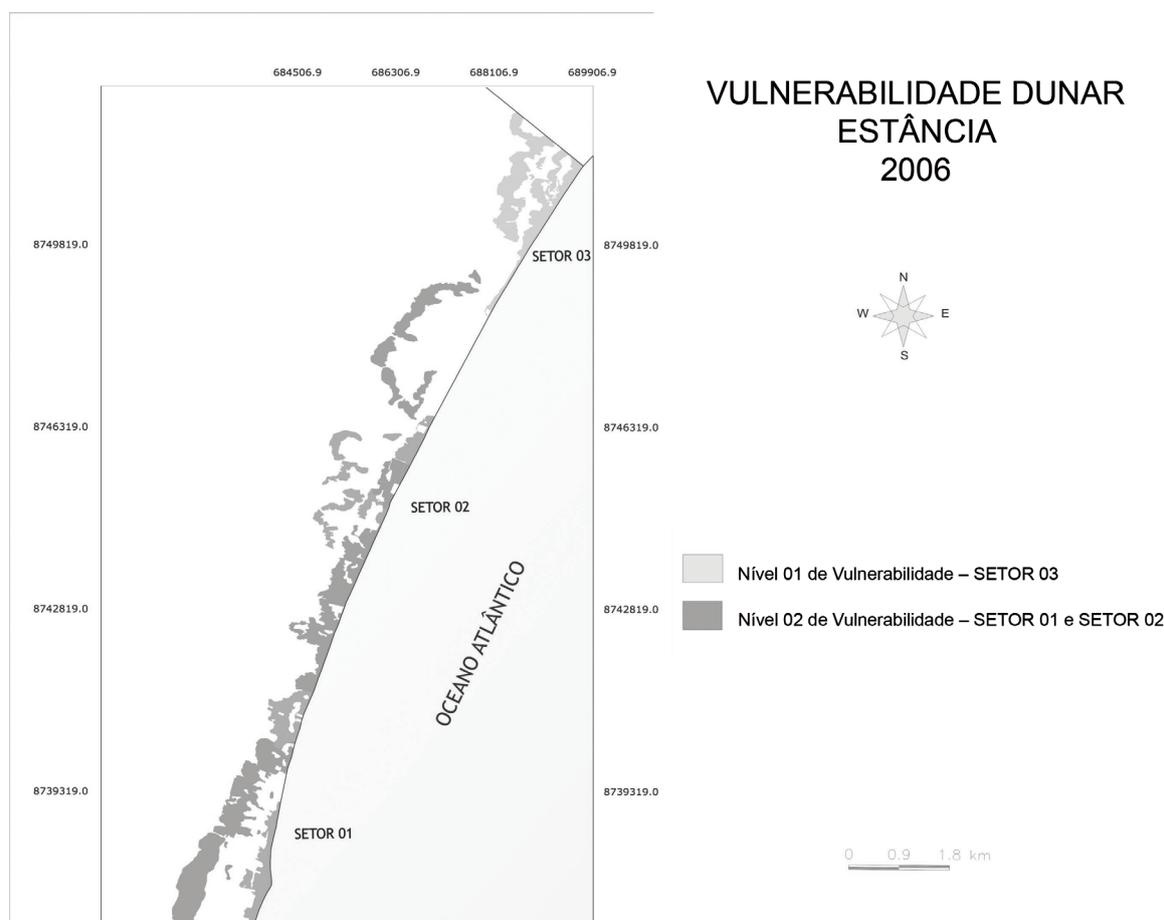


FIGURA 3 – CARTA DE VULNERABILIDADE DUNAR – ESTÂNCIA – LITORAL SUL DE SERGIPE, 2006

A análise das interações entre fatores estruturantes a formação das dunas e os condicionantes à perda da diversidade biofísica permite identificar quais geoindicadores, de natureza biofísica ou de caráter antrópico, contribuem para a vulnerabilidade dos sistemas.

Em síntese, os geoindicadores que melhor expressam o agravamento da vulnerabilidade em dunas costeiras

de Sergipe encontram-se elencados a seguir:

- Fonte de alimentação praia-duna

A fonte de alimentação praia-duna pode ser considerada como um indicador responsável pela configuração da morfologia praial, 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.

Quanto à origem do material sedimentar disponível para a alimentação dos campos de dunas sergipanos deve-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.

- Regime de Ventos

Em Sergipe, a velocidade e direção dos ventos interferem nos processos de acreção e erosão dunar exercendo influência na altura e largura das dunas, na extensão das antedunas e na variação sazonal do campo dunar. 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.

- Variação Sazonal das Chuvas

A variação sazonal das chuvas 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.

Os sedimentos encontrados ao longo do litoral sergipano são resultantes de movimentos repetitivos da areia sobre os perfis de praia e das zonas adjacentes. Tais sedimentos com características distintas quanto à granulometria sofrem transporte diferenciado em virtude de fenômenos dispersivos de energia.

- Cobertura Vegetal

A formação de depósitos dunares no Litoral de Sergipe sempre esteve associada à presença de vegetação. No que diz respeito à caracterização vegetal representada pela distribuição dos tipos de vegetais 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.

Sendo assim, a retirada da vegetação além de produzir efeitos degradantes na morfologia dunar, acarreta o deslocamento das areias, uma vez que, as dunas semifixadas pela vegetação podem se tornar móveis em decorrência da destruição da cobertura vegetal com a conseqüente reativação do trabalho dos ventos.

- Fatores Antrópicos (Pressão pelos Utilizadores)

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 às interferências antrópicas destacam-se em Sergipe 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 fatores que acarretam efeitos negativos de grande amplitude nestes ambientes os quais podem comprometer fatores de ordem estrutural como a fonte de alimentação praia-duna caracterizando, dessa forma, a situação de vulnerabilidade biofísica acentuada em que se encontram tais sistemas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas análises desenvolvidas obtiveram-se as interpretações e o conseqüente acompanhamento da dinâmica socioambiental composta por estudos do meio biofísico e socioeconômico, identificando assim, os problemas e as potencialidades dos sistemas dunares de Sergipe.

Quanto aos resultados globais da vulnerabilidade biofísica dunar o fato de haver sinais de mudanças no conjunto do sistema nos setores de estudo do Litoral Norte, expressivas condições de sensibilidade nos segmentos referentes ao Litoral Sul em tão curto período de acompanhamento revela-se preocupante, uma vez que, tais alterações expressam, de modo inequívoco, a necessidade de certa restrição a uma maior utilização sobremaneira de natureza antrópica visando deter os efeitos degradantes já em curso.

A partir do método da lista de controle, destacam-se a elevada degradação pelo uso e a evidente ineficácia das medidas de proteção como principais responsáveis pela vulnerabilidade experimentada no Litoral Centro e Sul de Sergipe.

Recomendam-se medidas emergentes de proteção visto a necessidade de um sistema de acompa-

nhamento sistemático gerando assim melhor controle ambiental associado à conservação e recuperação de áreas dunares já degradadas.

Apesar do pequeno nível de vulnerabilidade encontrado nos setores estudados do Litoral Norte assiste-se a uma situação de alerta quanto às medidas de proteção recentes em que mesmo se tratando de uma reserva biológica é evidenciada uma fragilidade na política ambiental em proteger as feições dunares dos crescentes mecanismos de pressão humana.

Por apresentarem uma grande fragilidade ambiental, o correto dimensionamento das potencialidades e vulnerabilidades dos campos de dunas com vistas à manutenção da integridade biofísica torna-se procedimento essencial para o desenvolvimento de ações de planejamento e de proteção legislativa visando à preservação destes ambientes dotados de importantes serviços ambientais.

REFERÊNCIAS

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

COLTRINARI, Lylia. A geografia física e as mudanças ambientais. In: CARLOS, Ana Fani Alessandri (Org.). *Novos caminhos da geografia*. São Paulo: Contexto, 1999. p. 277-40.

EGLER, Cláudio Antônio G. Risco ambiental como critério de gestão do território: uma aplicação à zona costeira brasileira. *Território/LAGET*, UFRJ, v. 1, n. 1, jul./dez. 1996.

LARANJEIRA, Manuela Carruço. *Vulnerabilidade e gestão dos sistemas dunares: o caso das dunas de Mira*. (Dissertação de Mestrado). Lisboa: Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 1997.

OLIVEIRA, A. C. A.; MELO E SOUZA, R. Avaliação geoambiental dos sistemas dunares costeiros de Sergipe. *Revista da FAPESSE*, Fundação de Apoio à Pesquisa e Extensão de Sergipe, Aracaju, v. 1, n. 2, 2005.

