

POTENCIALIDADE GEOTURÍSTICA DAS DUNAS EÓLICAS DA ILHA COMPRIDA - ESTADO DE SÃO PAULO

José Ricardo de ALMEIDA ¹ & Kenitiro SUGUIO ²

- (1) Grupo de Pesquisas Ambientais do Centro de Pós-Graduação Pesquisa e Extensão, Universidade de Guarulhos, CEPPE / UnG. Rua Dr. Nilo Peçanha, 81 – Centro. CEP 07011-040. Guarulhos, SP. Endereço eletrônico: ricaterror@ig.com.br
(2) Centro de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão, Universidade Guarulhos, CEPPE / UnG. Rua Dr. Nilo Peçanha, 81 – Centro. CEP 07011-040. Guarulhos, SP. Instituto Geociências da Universidade de São Paulo, IG / USP. Endereço eletrônico: analise.geambiental@ung.br

Introdução
Dunas Eólicas de Ilha Comprida
Significado Geológico e Idades
Importância da Proteção e Conservação
Atividades Degradantes ao Ambiente de Dunas
Atividades Educacionais Voltadas a Sustentabilidade
Potencial Geoturístico das Dunas de Ilha Comprida
Legislação Vigente
Referências Bibliográficas

RESUMO – Dunas eólicas são colinas de areias comumente quartzosas, formadas por transporte e deposição eólicos pelo vento predominante. Elas aparecem frequentemente nas planícies arenosas entre Tutóia (MA) a Salvador (BA) nos trechos Norte e Nordeste e de Imbituba (SC) até Cassino (RS) no Setor sul, com interrupções mais ou menos importantes em partes dominadas por tabuleiros de depósitos neogênicos da Formação Barreiras ou por costões de rochas cristalinas do embasamento pré-cambriano. Dunas costeiras importantes são também encontradas nos Lençóis Maranhenses (MA) e na desembocadura do rio São Francisco (SE-AL). Embora bem mais modestas que as ocorrências supracitadas, as dunas da Ilha Comprida destacam-se como as únicas representativas do litoral paulista, onde formam alinhamentos de cristas de dunas-cordão paralelas à linha costeira atual. Datações por termoluminescência permitiram estabelecer duas fases principais de atividades eólicas mais intensas: a primeira anterior a 5.500 anos AP (Antes do Presente) e a segunda há cerca de 3.500 anos AP. As dunas costeiras são caracterizadas por extrema fragilidade e, deste modo, devem ficar livres de qualquer tipo de exploração econômica que cause degradação. Este trabalho constitui uma breve caracterização das dunas eólicas costeiras do Brasil como atrativo geoturístico natural, especialmente as da Ilha Comprida, no sentido de aplicação da legislação vigente. Para isso deveria haver proibição de atividades turísticas degradantes, como os passeios em “bugues” e em lombos de animais (jegues e dromedários), além de empreendimentos imobiliários sobre dunas frontais.

Palavras-chave: Dunas Eólicas, Geoturismo, Ilha Comprida, Estado de São Paulo.

ABSTRACT – Almeida, J.R. DE & Suguio, K. - *Geoturistic potentiality of the Ilha Comprida (São Paulo State) eolian dunes*. The eolian dunes are commonly quartzose sand hills, formed by the eolian transportation and deposition through the dominant wind. They are frequently distributed on the coastal sandy plains of the world. In the Brazilian coastline they are more continuously extended between Tutóia (Maranhão State) to Salvador (Bahia State) along northern and north-eastern stretches and from Imbituba (Santa Catarina State) to Cassino (Rio Grande do Sul State) in the southern sector, with more-or-less important interruptions in parts dominated by tablelands of the Barreiras Formation Neogene deposits and Precambrian basement crystalline rocky cliffs. Important coastal dunes are also found within Lençóis Maranhenses (Maranhão State) and in the São Francisco river mouth (Sergipe and Alagoas States). Nevertheless much more modest than the above mentioned occurrences, the Ilha Comprida dunes are distinguished as the only one representative of the São Paulo State coastline, where constitute dune ridge alignments parallel to the present coastline. Thermoluminescence datings allowed to establish two more intense eolian activity phases: the first one before about 5.500 years B.P. and the second at approximately 3.500 years B.P. The coastal dunes are characterized by an fragility and, therefore, must be free of any type of economic exploitation that can cause degradation. This paper deals with a brief characterization of Brazilian eolian coastal dunes as a natural geotouristic attraction, especially that ones of the Ilha Comprida, favorable to the application of the valid legislations. For this could have a forbiddance of degrading touristic activities, like bugs (sport cars) and animal (donkeys and dromedaries) back promenades, besides immovable enterprises on the fore dunes.

Keywords: Eolian Dune, Geoturism, Ilha Comprida, São Paulo State.

INTRODUÇÃO

As dunas são colinas de areias acumuladas por atividade de ventos, mais ou menos recobertas por vegetação (Suguio, 1992), mas segundo o IBAMA

(Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Renováveis) as dunas são feições naturais da maioria das praias arenosas do mundo, que recebem contínuos

aportes de areias compostas essencialmente de quartzo, transportadas pelos ventos predominantes. A sua formação ocorreria pela interação do mar, vento, areia e vegetação.

As dunas podem ser interiores, quando se formam longe das regiões litorâneas (ou costeiras), em desertos ou em margens fluviais (Suguio, 1992). Uma forma de classificação das dunas baseia-se no nível de atividade, quando são reconhecidas as dunas ativas, que, em geral, estão desprovidas de vegetação, e deslocam-se incessantemente sob efeito do vento e as inativas, que são mais ou menos estacionárias, com maior ou menor cobertura vegetal, originada por melhoria climática ou estabelecida artificialmente (Suguio, 1992). Outras maneiras de classificar as dunas são, segundo Spearing (1974) baseada nas suas formas ou nas orientações em relação ao vento (Figura 1), quando são reconhecidas dunas transversais, longitudinais, parabólicas, piramidais, etc.

No litoral do Brasil são conhecidos depósitos eólicos de seguintes tipos (Claudino-Sales & Peulvast, 2002):

- *Campos de dunas ativas e lençóis de areia* - possuem considerável dimensão (centenas ou milhares de quilômetros quadrados de extensão), que representam a volumes muito grande de areia;
- *Dunas “semi-fixas” ou vegetadas* - dunas frontais incipientes exclusivas de áreas costeiras com rupturas de deflação eólica que, quando são alongadas e representadas por dunas parabólicas, exibem rastros lineares residuais, ou retrocordões.

Em áreas costeiras as dunas geralmente migram da praia rumo ao interior, quando constituem campos

de dunas transgressivas (Gardner, 1955). Os campos de dunas livres consistem em grandes massas isoladas de areia em movimento, que invariavelmente apresentam orientação transversal à direção do vento efetivo, com cristas lineares (dunas transversais), em meia-lua (barcanas) ou sinuosa (barcanas ou cadeias barcanóides). A sotavento os campos de dunas livres passam, com frequência, a frentes ou lobos parabólicos e a cordões de precipitação, com designações relacionadas as suas formas geométricas, tais como:

- *Lençóis de areia* - constituem extensas massas de areia eólica pouco espessa em movimento (Bagnold, 1941);
- *Dunas frontais* - acumulações contínuas de areia, em meio à vegetação, situadas após os limites internos da zona de praia. As dunas frontais recebem também, na literatura brasileira, diversas outras designações: antedunas, dunas-barreira, dunas-cordão ou dunas bordejantes. A denominação *foredunes* foi introduzida, na literatura, em língua inglesa, por Bigarella (1972), em correspondência à palavra anteduna, do português;
- *Terraços* - correspondem à forma geométrica comum de acumulação de areias em dunas frontais, além de cordão e rampa (HESP, 2000);
- *Rupturas de deflação* - representam feições mistas (erosivas e deposicionais), geradas pelo vento por erosão e redeposição de sedimentos arenosos pre-existent;
- *Dunas parabólicas* - correspondem à dominação introduzida por Steenstrup (1894; segundo Howell, 1960), ao referir-se às dunas caracterizadas em planta por geometria em U ou V, mais ou menos fechada,

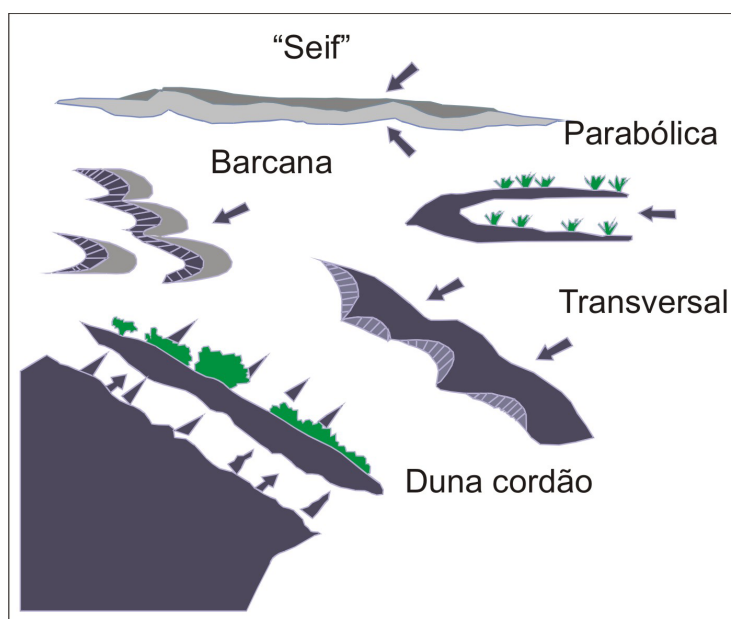


FIGURA 1. Morfologia das dunas e suas orientações em relação aos sentidos dos ventos predominantes. Fonte: Spearing (1974; segundo Suguio, 2003).

com a convexidade voltada para o sotavento. Outros termos foram utilizados para designar essas dunas, mas sempre com ênfase na sua forma geométrica em planta;

– *Retrocordão* - termo introduzido por Paul (1944) para designar cordões de areia com vegetação, deixados a sotavento durante a migração de dunas;

– *Nebkha* - termo introduzido por Killian (1945; segundo Tenberg, 1994) para referir-se a montículos de areia formados por deposição eólica em meio à vegetação. Podem possuir caudas alongadas a sotavento orientadas na direção do vento.

Os campos mais extensos de dunas eólicas são tipicamente encontrados nas porções mais centrais de desertos, mas também ocorrem em regiões costeiras (Figura 2) ou em margens fluviais. Os maiores campos de dunas costeiras brasileiras são encontrados no litoral do Maranhão, onde constitui o Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses com 147.222 hectares, enquanto que dunas fluviais pretéritas com aproximadamente 7.000 km² foram descritas na margem esquerda do rio São Francisco (Suguio, 1992) a montante de Petrolina (PE), entre os municípios baianos de Pilão Arcado e Barra.

A costa brasileira estende-se por cerca de 8.000 km, dos quais 5.000 km apresentam depósitos arenosos de praias e/ ou de dunas eólicas. O clima não parece ser o único fator limitante ao desenvolvimento de dunas costeiras, pois elas são encontradas desde Tutóia (MA) até Cassino (RS), onde ocorrem consideráveis variações de temperatura e pluviosidade.

Os depósitos de dunas eólicas na costa do Brasil são classificáveis como campos de dunas ativas ou vivas (sem vegetação) e inativas ou fósseis (com vegetadas). Ao norte de Salvador (BA) e em Laguna (SC), por exemplo, existem dunas inativas mais distantes da praia atual, onde exibem cores amareladas, alaranjadas ou avermelhadas. Entretanto, os campos de dunas mais próximos à praia atual são ativas e exibem cor branca. Os campos de dunas costeiras ativas aparecem em quatro áreas principais:

- 1) Lençóis Maranhenses no litoral do estado Maranhão;
- 2) Desembocadura do Rio São Francisco (SE-AL);
- 3) Vizinhanças de Cabo Frio (RJ); e
- 4) Ilha de Santa Catarina (SC) e no extremo sul do Rio Grande do Sul.

Nas demais áreas costeiras do país, os depósitos eólicos são em geral vegetados, principalmente as dunas frontais, as *nebkhas* e os lobos de ruptura de deflação. As dunas costeiras das regiões norte e nordeste migram para os quadrantes de oeste, influenciadas pelos ventos alísios. As dunas da região sul migram para quadrantes NW e SW (Giannini et al.; segundo Souza et al., 2005).

A maior parte das dunas transgressivas, existentes no litoral brasileiro, é formada por cadeias barcanóides ou dunas-barcana, com cordões de precipitação e lobos deposicionais parabólicos a sotavento. No Ceará ocorrem exceções a este padrão geral de distribuição morfológica, pois existem megabarcanas isoladas.



FIGURA 2. Duna costeira em Genipabu a oeste de Natal (RN).

DUNAS EÓLICAS DE ILHA COMPRIDA

A Ilha Comprida, demonstrada na Figura 3, apresenta dunas costeiras mais conspícuas, que formam séries de alinhamentos de dunas-cordão, que, pelas suas dimensões e pelos estados de preservação, constituem as paleodunas mais representativas do litoral paulista (Suguio et al., 1999; Nascimento Junior, 2006).

Segundo Suguio & Petri (1973), as cristas de dunas mais interiores, apresentam-se cobertas por vegetação e, portanto encontram-se estabilizadas e as mais externas, apresentariam maior ou menor grau de

atividade, que é crescente com a proximidade da praia. Esses autores destacam que grãos quartzosos de areia fina (0,125 - 0,250 mm) a muito fina (0,062 - 0,125 mm) de cores claras são predominantes. Essas dunas são classificadas como dunas-cordão, que se encontram assentadas sobre antigas cristas praias ou cordões litorâneos. Barcelos (1975) afirma as cristas de dunas dispõem-se subparalelamente à direção praia atual (NE-SW) e possuem entre 7 e 8 m de altura e de 100 a 200 m de larguras (Figura 4).



FIGURA 3. Mapa de localização da área de estudo.



FIGURA 4. Dunas costeiras de Ilha Comprida (SP), ocupadas por vegetação esparsa.

Segundo Maretti (1989), a vegetação fixadora é composta predominantemente de espécies halófitas ou halófilas e/ ou psamófitas ou psamófilas herbáceas, isto é, bem adaptadas ao ambiente dominado por aerossol marinho e substrato arenoso. As dunas estendem-se pela orla marítima da Ilha Comprida, onde são mais largas e mais representativas na extremidade SW e no seu terço médio são interrompidas por pequenas escarpas de 0,5 a 1,5 m de altura na margem lagunar interna, onde ocorrem pequenas praias.

Segundo Andrade (1968) a vegetação de dunas das partes superiores da praia, em terrenos planos ou ondulados, é atingida pelas marés, particularmente em períodos de ressaca e por borrifos de água salgada e aerossóis marinhos carregados pelos ventos. Além disso, ela está exposta à intensa luminosidade e seca eventual nas porções superficiais, bem como à areia de grande mobilidade, condicionada aos tamanhos pequenos e às formas arredondadas dos grãos. Apesar disso, espécies colonizadoras apresentam adaptações morfofisiológicas, que lhes permitem desenvolver-se mesmo nessas condições adversas.

Existe uma grande diversidade de nomes atribuída à vegetação de dunas (Hueck, 1955; Araújo; Henriques, 1984), mas observam-se semelhanças nas composições e distribuições das vegetações de praia. A SW da Ilha Comprida, onde a sedimentação é mais antiga e mais larga, verifica-se clara predominância de *Blutaparon portulacoides*. Seguem-se, ainda em zona de influência de aerossol marinho, as espécies psamófilas representadas particularmente por *Hidrocotyle bonariensis* Lam., *Ipomoea pescaprae* e *Remire maritima aubl*, com estolões e rizomas, que lhes permitem adaptar-se à mobilidade do substrato e evitar o soterramento e ainda servir como obstáculo para o transporte eólico

de areia (Figura 5).

A importância da fixação de areia eólica por vegetação, na geração das dunas eólicas, foi reconhecida no litoral paulista, por Hueck (1955), em associações vegetais compostas por *Iresine portulacoides* e *Spartina ciliata*. Segundo este autor, a associação é mais comum nas praias com frequentes incursões marinhas, pelas suas altas resistências à salinidade e, ao mesmo tempo, à baixa coesão do substrato. A segunda associação representada por *Hidrocotyle bonariensis* Lam., *Ipomoea pescaprae* e *Remire maritima aubl*, acha-se situada mais para o interior e destaca-se por sua adaptação às condições muito mais secas e de temperaturas elevadas (até 60°C na superfície), além de substrato de baixa coesão.

Hueck (1955) também enfatizou as diferenças morfológicas entre as duas associações, que explicariam o sucesso de cada uma delas em colonizar o seu meio que, além disso, originariam condições distintas de estabelecimento das primeiras dunas (ou embrionárias). A *Iresine portulacoides* é rasteira e entrelaçada com ramos de até 15 a 20 cm de comprimento e com numerosas raízes pequenas de até 15 cm, exceto a raiz pivotante, com até 100 cm de comprimento. Este sistema radicular permite a deposição e subsequente fixação por areias depositadas na “sombra da planta” ou a sotavento.

O papel precursor no estabelecimento das primeiras dunas poderia ser desempenhado pela *Spartina ciliata*, que é uma gramínea individualizada pelo crescimento vertical até mais de 1 m de altura, com raízes até 30 cm de comprimento e folhas “enroladas” e flexíveis. Esta gramínea geralmente cresce em moita bem fechada de maneira acelerada, que favoreceria também a rápida evolução de dunas frontais inci-



FIGURA 5. Dunas na Ilha Comprida (SP), onde a vegetação também constitui o agente de fixação das dunas eólicas.

piantes, com ângulos de acumulação a sotavento de até 30°.

A zonação na distribuição da vegetação é também observável em dunas de outros locais da Ilha Comprida,

inclusive na sua face voltada para a zona lagunar. Entretanto na extremidade nordeste ela é pouco perceptível, em função da ação antrópica e também pelas idades muito recentes das dunas.

SIGNIFICADO GEOLÓGICO E IDADES

A origem e evolução das dunas costeiras dependem de alguns fatores, que devem ser considerados essenciais. Um desses fatores é o regime do vento, que desempenha papel fundamental na dinâmica costeira, para originar as ondas e, portanto, as correntes de deriva litorânea. Os elementos necessários para a formação das dunas eólicas são:

a) Fornecimento contínuo de sedimentos principalmente areias fina e muito fina, que são transportados até a praia por ondas e correntes costeiras. Durante as marés baixas, as areias expostas na praia sofrem ressecção e tornam-se facilmente transportáveis pelo vento.

b) Vento contínuo e suficientemente forte para o transporte de sedimentos para locais mais afastados da praia na planície costeira, para construir dunas de vários tamanhos e formas.

c) Obstáculo (vegetação ou matacão) de tamanho bastante grande para causar a diminuição da velocidade do vento e iniciar a deposição de areia.

As coberturas vegetais, que venham a estabelecer-se depois sobre as dunas eólicas são responsáveis pela fixação e pelo desenvolvimento de raízes, que inibem a ação transportadora dos ventos. Os solos arenosos relativamente pobres em nutrientes das dunas, com baixas capacidades de retenção de água e constituinte de um substrato móvel, propiciam o desenvolvimento das quatro espécies seguintes:

a) *Spartina ciliata* (Figura 6 A);

b) *Hydrocotyle umbellata* (Figura 6 B);

c) *Ipomea pescaprae* (Figura 6 C) e

d) *Iresine portulacoides* (Figura 6 D).

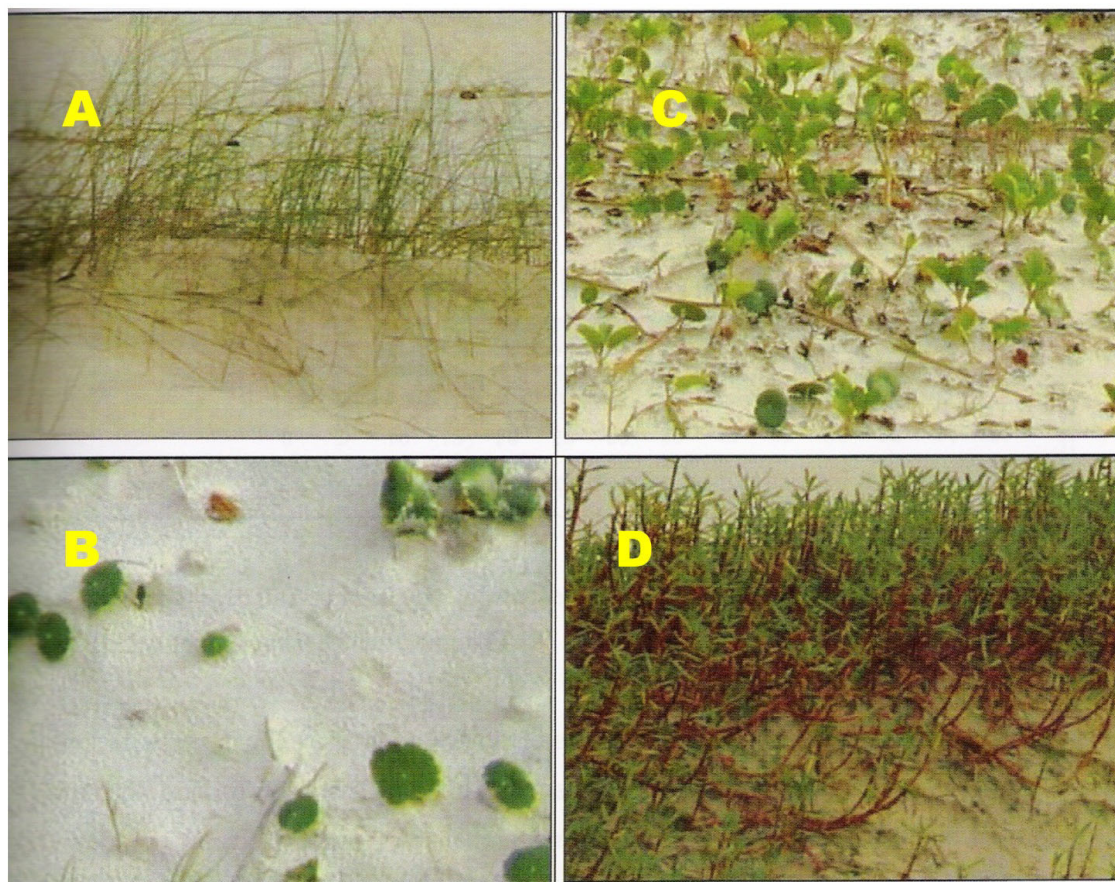


FIGURA 6. Espécies de vegetais psamófilas, A) *Spartina ciliata*, B) *Hydrocotyle umbellata*, C) *Ipomea pescaprae*, D) *Iresine portulacoides*, encontradas sobre as dunas da Ilha Comprida (SP). (Fonte: Nascimento Junior, 2006).

As dunas costeiras móveis são muito dinâmicas e migram dezenas de metros por ano e constituem uma paisagem de grande beleza cênica recoberta por vegetação uma muito semelhante a existente sobre as restingas, embora a palavra restinga tenha sido utilizada indiscriminadamente no Brasil, referindo-se a todos os tipos de depósitos arenosos litorâneos, que constituem diferentes feições deposicionais, conforme Suguio & Tessler (1984), com ou sem retrabalhamento eólico, de maneira inadequada. Recentemente foi publicado por Souza et al. (2008) um trabalho de revisão deste termo.

As paleodunas da costa brasileira foram extensivamente datadas pelos métodos da Termoluminescência (TL) e da Luminescência Opticamente Estimulada (LOE) nas planícies litorâneas do Rio Grande do Norte

e Paraíba. Segundo Barreto et al (2004) foram obtidos seis conjuntos de idades: de 390.000 a 326.000 anos A.P., de 270.000 a 240.000 anos A.P., de 210.000 a 150.000 anos A.P., de 63.000 a 24.000 anos A.P., de 11.000 a 9.000 anos A.P.; 6.500 até os dias de hoje.

No município de Ilha Comprida (SP), Suguio et al. (1999) dataram pelo método da Termoluminescência (TL) as fases de atividades eólicas mais importantes, onde foram reconhecidas duas fases principais: a primeira foi anterior ao estágio de culminação do nível do mar holocênico (aproximadamente 5.500 anos AP), e outra após a nova fase de elevação do nível do mar (aproximadamente 3.500 anos AP). Com base nessas datações, foi constatada uma tendência à aceleração da velocidade de crescimento da ilha, nos últimos 3.000 a 2.000 anos.

IMPORTÂNCIA DA PROTEÇÃO E CONSERVAÇÃO

As praias e dunas eólicas costeiras ativas mantêm entre si intercâmbios de energia e matéria típicos de um sistema natural em equilíbrio dinâmico na interface continente-oceano. Quaisquer modificações neste sistema, introduzidas pelo homem, podem causar o desequilíbrio no seu funcionamento e a recuperação do novo estado de equilíbrio pode produzir resultados indesejáveis, de difícil controle. A preservação integral das dunas vegetadas, especialmente das dunas frontais, é de importância crucial na manutenção deste equilíbrio (Giannini et al., 2005; segundo Souza et al., 2005).

O mineral essencial da maioria das dunas costeiras é o quartzo de granulação fina (predominância de areias fina a muito fina), que poderia ser usada como areia industrial, para fabricação de vidro e molde de fundição. Além disso, como minerais acessórios podem ocorrer os minerais pesados que são fontes de metais de diversos tipos de elementos radioativos ou de terras raras. Entretanto, segundo o IBAMA, as dunas costeiras representam feições de importante significado ecológico e, portanto, devem ficar livres de exploração econômica que cause degradação, pois desempenham as seguintes funções:

– *Defesa costeira* - protegem áreas adjacentes às costas contra os efeitos de marés altas excepcionais (de sizígia), ventos de tempestade e invasão de areia,

ou seja, atuam na proteção durante tormentas extremas, contra o ataque direto das ondas, que causam a erosão costeira. Inúmeros são os registros de destruição de propriedades públicas e privadas por ação da erosão costeira e também pelo soterramento decorrente da migração de dunas eólicas. As dunas frontais vegetadas, impedem que a areia ultrapasse o ambiente estritamente costeiro e cubra áreas naturais ou urbanizadas a sua retaguarda.

– *Armazenamento de água potável* - as dunas representam um reservatório natural de água doce, e também uma barreira contra a contaminação da água do lençol freático, pela invasão de água salgada, pela pressão exercida pela água doce. A água doce contida nas dunas é um recurso mineral vital para várias comunidades vegetais costeiras, essenciais ao desenvolvimento de algumas espécies, que participam efetivamente na fixação natural das dunas costeiras.

– *Importância cultural, paisagística, e ecológica* - as dunas situam-se em área de patrimônio público da união, onde devem ser desenvolvidos esforços de preservação, pois são altamente valiosas para usos educacionais, culturais e recreativos por diversos segmentos da sociedade. Além disso, apresentam interesse científico e constituem um laboratório natural de ensino das geociências.

ATIVIDADES DEGRADANTES AO AMBIENTE DE DUNAS

As dunas exibem extrema fragilidade e, portanto, algumas atividades humanas aparentemente inofensivas são lesivas a sua existência. Do mesmo modo que outros ecossistemas litorâneos, as dunas têm sido afetadas pela ação antrópica, que tem invadido campos

de dunas, como em grandes condomínios residenciais e outras construções civis. Segundo o IBAMA, a degradação das condições ambientais originais deste ecossistema está relacionada a diversas atividades impactantes como:

a) *Extração ilegal de areias destinadas a aterros* – esta crescente atividade vem acarretando sérios danos ambientais às dunas, muitas vezes de forma irreversível, que é realizada de forma ilegal principalmente para aterros, para atender à demanda da construção civil e, às vezes, até para exploração de areia industrial e extração de minerais pesados. A extração de areia é feita a céu aberto, e pode envolver máquinas pesadas (retroescavadeiras, pás carregadeiras, caminhões etc.), embora em menor escala ocorra extração por meios mais rudimentares. Esta atividade é exercida tanto por particulares, mas até por prefeituras municipais, que atuam sob pretexto de realizarem manutenção das estradas adjacentes às praias.

b) *Pastagem e pisoteio excessivo* – a presença de animais domésticos (cabras, cavalos e gado) ocorre com frequência, tanto em dunas costeiras quanto em dunas interiores. Os moradores de zonas costeiras colocam intencionalmente os animais para pastar nesses locais, que funcionam como sítios de criação. A cobertura vegetal rasteira e rarefeita encontrada nestes ambientes, obriga os animais a percorrerem áreas extensas para suprir as suas necessidades de energia. Com isso há destruição da vegetação nativa das dunas através do pisoteio intensivo, com formação de trilhas, que causam danos não somente à flora do ecossistema de dunas, mas também à fauna. Consequentemente pode ocorrer a reativação de dunas que voltam a migrar e invadir as áreas adjacentes naturais (campos, banhados, marismas, mangues, lagoas etc.), bem como “antropizados” pela urbanização.

c) *Urbanização* – a crescente ocupação humana da zona costeira aumentou significativamente as obras de infra-estrutura, com construção de obras lineares (estradas, ferrovias, dutos etc.), e até de empreendimentos imobiliários próximos ou sobre as dunas

costeiras. Essas obras sempre causam diversos impactos ambientais em função da sua implantação, tais como, desvio da drenagem, terraplanagem e aterro, interferência na flora e fauna nativas, impermeabilização por asfaltamento, etc. No litoral brasileiro existem inúmeros empreendimentos públicos e privados, com má localização, que estão sendo destruídos pelas ressacas e soterrados pela migração de areias desestabilizadas. Estradas já tiveram de ser refeitas com estruturas rígidas, como muros de contenção ou enrocamentos que, além de descaracterizarem a paisagem natural da praia, terminam como uma tentativa frustrada de contenção do avanço do mar e da migração das dunas eólicas.

d) *Turismo de aventura e/ou trânsito de veículos* – práticas de esportes denominados radicais, com utilização de motocicletas, bugues, jipes e pranchas de “surfe de areia” causam degradação das dunas. Em diversas regiões do litoral brasileiro, os passeios em bugues e em animais são extremamente difundidos, sem a devida fiscalização pelas autoridades competentes. Entre os impactos tem-se a destruição da vegetação e a expulsão da fauna, desestabilização e consequente reativação das dunas que migram rumo às áreas adjacentes naturais e antrópicas, causando prejuízos materiais, além da possível disposição de resíduos urbanos (lixos e resíduos diversos e efluentes domésticos e industriais).

d) *Silvicultura para fins comerciais* – antigamente, as dunas costeiras eram consideradas extensas áreas de terras improdutivas, onde poderia ser exercida a silvicultura para exploração comercial. As espécies recomendadas e utilizadas erroneamente eram geralmente exóticas como eucaliptos (*casuarinas*), que descaracterizavam completamente a fisionomia nativa das dunas (Figura 7).



FIGURA 7. Acúmulo de lixo sobre as dunas costeiras da Ilha Comprida (SP), onde se nota também a arborização das dunas com planta exótica (*Casuarina*), proveniente da Austrália.

As consequências dessas degradações manifestam-se de diversas maneiras, como danos de naturezas estética e visual com alteração do estado de equilíbrio morfodinâmico da linha de costa, fragmentação de ecossistemas, supressão de habitats, redução da cobertura vegetal nativa e descaracterização com perda da identidade original do ambiente. Além disso, pode ocorrer introdução de vegetação exótica e desestabilização seguida de reativação dos processos de migração de dunas. Durante a migração

das dunas ativas, os terrenos adjacentes são invadidos, com assoreamento de banhados e corpos lacustres e lagunares, interrupções de estradas e ruas em regiões urbanizadas e invasões de casas e outras edificações.

Os conflitos entre atividades antrópicas e dinâmica migratória de dunas transgressivas constituem uma das mais complexas e importantes questões ambientais do litoral brasileiro, que devem ser monitoradas por órgãos competentes para buscar o equilíbrio desejável.

ATIVIDADES EDUCACIONAIS VOLTADAS À SUSTENTABILIDADE

As principais atividades de mínimo impacto desenvolvidas no ecossistema de dunas possuem objetivos de pesquisa científica e manejos de recuperação, além de outras atividades com objetivo de lazer e recreação, que podem ser desenvolvidas sem causar grandes impactos, tais como:

a) *Geoturismo* – O litoral constitui uma área muito procurada, principalmente nos meses de verão e, entre os ambientes costeiros, as dunas apresentam grande potencial turístico pela diversidade paisagística e/ ou beleza cênica, que são extremamente procurados para lazer e contemplação da paisagem.

b) *Educação Ambiental* – É necessário que as atividades de educação ambiental, sejam desenvolvidas com as comunidades litorâneas focalizando, inclusive, as

dunas costeiras. As ações de divulgação e educação ambiental favorecem a interação do indivíduo como o ambiente natural e desperta o senso crítico voltado para conscientização, que busque uma melhor qualidade de vida e preservação dos recursos naturais renováveis.

São necessários, fiscalização, licenciamento, monitoramento, educação ambiental, regionalização e assessorias aos municípios de uma forma integrada, atendendo ao que está previsto no Plano de Gerenciamento Costeiro. Um plano viável de desenvolvimento só será ideal com a devida conscientização da coletividade. As atividades de manejo destes sistemas devem ser cercadas de cuidados especiais e necessitam da licença ambiental do órgão competente.

POTENCIAL GEOTURÍSTICO DAS DUNAS DE ILHA COMPRIDA

Quando se fala de turismo em dunas, imediatamente pensa-se em passeios de buggy realizados principalmente no Nordeste Brasileiro. Essas atividades tiveram início na década de 1980, em Genipabu, a oeste de Natal (RN), mas nos dias atuais expandiram-se por várias regiões, até mesmo ao Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses (MA). Contudo, esta prática sobre as dunas causa degradação ambiental, que pode conduzir à reativação de dunas costeiras estabilizadas e, portanto, deveria ser coibida principalmente em dunas já estacionárias, que se acham recobertas pela vegetação.

Mas o rendimento econômico lucrativo e menos trabalhoso, representado por tais atividades, é um convite a prática desordenada do turismo de massa (Oliveira, 2002). Segundo Almeida (2008), as atividades turísticas não devem ser baseadas somente na ganância do crescimento econômico, pois outras motivações preservacionistas devem conduzir à sustentabilidade e a prática consciente de atividades como o geoturismo.

Segundo Hose (2000), o geoturismo surgiu como um novo segmento de turismo da natureza, baseado

na preocupação de geólogos em valorizar e conservar o patrimônio associado ao meio abiótico, consistindo na utilização de feições geológicas como atração turística, portanto foi definido pelo mesmo autor como sendo a provisão de facilidades interpretativas e serviços para promover os valores e os benefícios sociais de lugares e materiais geológicos e geomorfológicos assegurando sua conservação, para uso de estudantes, turistas e outras pessoas com interesse recreativo ou de lazer.

Uma nova definição de geoturismo foi proposta pela EMBRATUR (Instituto Brasileiro de Turismo), que o considerou como um segmento da atividade turística, no qual o patrimônio geológico é o principal atrativo turístico, na busca da proteção por meio da conservação de seus recursos e da sensibilização do turista, utilizando para isto, a interpretação deste patrimônio e tornando-o acessível ao público leigo, além de promover a sua divulgação e o desenvolvimento das ciências da Terra (Ruchks, 2007).

No litoral, os sítios geológicos e geomorfológicos que se destacam na paisagem podem ser falésias, dunas

costeiras e rochas praias, que se localizam na região limítrofe entre o continente e o oceano (Almeida, 2008). Na Ilha Comprida, os sítios representados pelas dunas costeiras são suscetíveis a diversos impactos antrópicos, principalmente por fatores ligados a explosão demográfica por população flutuante e a especulação imobiliária, conforme identificados por Becegato (2007).

As dunas costeiras da Ilha Comprida (SP) são em grande parte vegetadas e, portanto, estabilizadas, mas para o norte da ilha ainda estão ativas e apresentam um potencial geoturístico em função dos aspectos descritos a seguir:

a) *Contato com a natureza* - de certa forma, ao visitar as dunas, o turista irá estabelecer um contato com os ambientes litorâneos, contudo, por medida de proteção o seu contato direto com a duna deveria limitar-se apenas à observação.

b) *Beleza cênica* - um passeio para observar e/ou fotografar as dunas eólicas existentes nas zonas de pós-praia da Ilha Comprida, com vegetação característica, constituem atrativos turísticos aos amantes da natureza. As dunas eólicas da Ilha Comprida destacam-se, especialmente, por serem as únicas em todo litoral paulista, que se estende por cerca de 400 km na direção NE-SW.

c) *Aprendizado cultural* - com a realização de caminhadas contornando os campos de dunas e, ao mesmo tempo, ao receber informações sobre os processos de

sua formação, os turistas podem entender sobre a importância de sua conservação. Os turistas poderão adquirir respeito e obter uma nova visão ao visitar as dunas de forma cultural, como é a proposta deste trabalho.

d) *Educação ambiental* - como já foi descrito anteriormente, as dunas e as praias mantêm entre si interações de energia e matéria e compõem um sistema natural em equilíbrio. Neste caso, deve-se enfatizar a importância científica dos ambientes de dunas (processos de formação, migração, etc.) e, conseqüentemente, destacar o uso controlado desses recursos, repassando a idéia da importância da sua preservação. Essas informações irão enriquecer o conhecimento e a cultura dos turistas.

Os campos de dunas também fazem parte da APP (Área de Preservação Permanente), portanto, os passeios de turistas devem ser limitados em área, com roteiros turísticos que devem levar em consideração as boas práticas do geoturismo, que sempre vise a sua conservação.

Os roteiros devem ser estabelecidos em consonância com outras atividades, pois passeios turísticos em dunas, embora sejam comuns no Nordeste Brasileiro, são realizados de forma errada, pois visam apenas a diversão sem nenhum objetivo educacional. A proposta do turismo, aqui apresentada, diferencia-se da existente no Nordeste Brasileiro, por valorizar os aspectos cultural e ambiental (Almeida & Suguio, 2010).

LEGISLAÇÃO VIGENTE

As questões relativas à preservação e manejo das dunas no Brasil competem às esferas federal, estadual e municipal. Na federal, a supervisão está a cargo do IBAMA, na estadual, dos OEMAs (Órgãos Estaduais de Meio Ambiente) e, na municipal, das prefeituras. Algumas atividades dependem de prévio licenciamento por órgãos estaduais competentes, sem prejuízo de outras licenças exigíveis. Esses órgãos têm o dever de preservar, conservar, fiscalizar, e controlar o uso do patrimônio nacional representado pelas dunas, bem como fomentar levantamentos e pesquisas, que possibilitem ampliar o conhecimento de dunas existentes no território nacional.

Além do capítulo 6 do artigo 225, especificada na Constituição da República Federativa do Brasil de 05/10/1988, que trata da zona costeira como patrimônio nacional e assegura a sua preservação, existem as seguintes leis específicas para a proteção das dunas costeiras:

- Lei nº 4.771 de 15/09/1965, alterada pela Lei 7.803, de 18/07/1989, que no artigo primeiro do Código Florestal, diz: “As florestas existentes no território

nacional e as demais formas de vegetação, reconhecidas de utilidade às terras que revestem, são bens de interesse comum a todos os habitantes do país”.

Art. 2º - Consideram-se de preservação permanente, pelo só efeito desta lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas em restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;

Art. 3º - Consideram-se ainda, de preservação permanente, quando assim declaradas por ato do Poder Público, as florestas e demais formas de vegetação natural destinada: a fixar dunas; a proteger sítios de excepcional beleza ou de valor científico ou histórico; a asilar exemplares da fauna ou da flora ameaçados de extinção.

- Resolução CONAMA nº 004 de 18/09/1985 - transforma as áreas de preservação permanente do Código Florestal em Reservas Ecológicas e apresenta, ainda, uma série de conceitos com relação a parâmetros e nomes utilizados na legislação ambiental:

Art. 2º- Para efeito desta Resolução são estabelecidas seguintes definições: restinga é uma acumulação arenosa litorânea, paralela à linha de costa, de forma geralmente alongada e produzida por sedimentos transportados pelo mar, onde se encontram associações vegetais mistas características, comumente conhecidas como “vegetação de restingas”; duna é uma formação arenosa produzida pela ação do vento no todo, ou em parte, estabilizada ou fixada pela vegetação;

Art. 3º - São consideradas como Reservas Ecológicas as florestas ou demais formas de vegetação situadas: nas restingas, em faixa mínima de 300 (trezentos) metros a contar da linha de preamar máxima; nas dunas, como vegetação fixadora.

- Lei Federal nº 7.661, de 16/05/1988 - Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro. Constitui-se de um conjunto de atividades e procedimentos que, através de instrumentos específicos, permite gerir a utilização dos recursos da zona costeira. O seu objetivo é gerenciar, de forma integrada, centralizada e participativa, as atividades socioeconômicas, de forma a garantir a utilização, controle conservação e preservação dos recursos naturais.
- Lei 9.605, de 12/02/1998 - Lei de Crimes Ambientais: dispõe dos crimes contra a flora. Destruir ou danificar florestas nativas ou plantadas ou vegetação fixadora de dunas, protetora de mangues, objeto de especial preservação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALMEIDA, J.R. **Turismo Sustentável na Planície Costeira de Cananéia-Iguape e Ilha Comprida (SP)**. Guarulhos, 2008. 193 p. Dissertação (de Mestrado em Análise Geoambiental) – Universidade de Guarulhos.
2. ALMEIDA, J.R. & SUGUIO, K. Turismo Sustentável na Planície Costeira de Cananéia-Iguape e Ilha Comprida (SP). **Revista ACTA Geográfica**, v. 4, n. 7, p. 143-158, 2010.
3. ANDRADE, M.A.B. Contribuição ao conhecimento da ecologia das plantas das dunas do litoral do Estado de São Paulo. **Boletim da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras**, USP 305, Botânica v. 22, p. 3-178, 1968.
4. ARAÚJO, D.S.D. & HENRIQUES, R.P.B. Análise florística das restingas do Estado do Rio de Janeiro. **Restingas: Origem, Estrutura, Processos**, p. 159-193, 1984.
5. BAGNOLD, R.A. **The physics of blown sand and desert dunes**. London: Chapman and Hall, 266 p., 1941.
6. BARCELOS, J.H. **Sedimentação e subambientes deposicionais da Ilha Comprida**. São Paulo, 1975. 109 p. 1 v., 3 mapas. Dissertação (de Mestrado em Geociências) – Universidade de São Paulo.
7. BARRETO, A.M.F.; SUGUIO, K.; BEZERRA, F.H.R.; TATUMI, S.H.; YEE, M.; GIANNINI, P.C.F. Geologia e geomorfologia do Quaternário costeiro do Estado do Rio Grande do Norte. **Boletim do IG / USP**, v. 4, p. 1-12, 2004.
8. BECEGATO, J.L. **Impacto Ambiental Antrópico na APA (Área de Proteção Ambiental) da Ilha Comprida (SP): da pré-história à atualidade**. Guarulhos, 2007. 95 p. Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental) – Universidade de Guarulhos.
9. BIGARELLA, J.J. Eolian environments: their characteristics, recognition, and importance. In: RIGBY, J.K. & HAMBLIN, W.K. (Eds.), **Recognition of ancient sedimentary environments**. Society Econ. Paleontologists Mineralogist, Special Publication, v. 16, p. 133-167, 1972.
10. CLAUDINO SALES, V. & PEULVAST, J.P. Dunes generations and ponds on the coast of Ceará, north-east Brazil. In: ALLISON, R. (Ed.), **Applied Geomorphology**. London: John Wiley e Sons, p. 421-440, 2002.
11. EMBRATUR – INSTITUTO BRASILEIRO DE TURISMO. **Diretrizes para uma política nacional de ecoturismo**. Brasília: EMBRATUR-IBAMA, 1994. Disponível em <<http://www.ibama.gov.br/revista/apresentacao.htm>>. Acessado em 10nov2008.
12. GARDNER, D.E. Beach-sand heavy-mineral deposits of eastern Austrália. **BRM Bulletin**, n. 28, 103 p., 1955.
13. GIANNINI, P.C.F. & SANTOS, E.R. Padrões de variação espacial e temporal na morfologia de dunas de orla costeira no centro-sul catarinense. **Boletim Paranaense de Geociências**, v. 42, p. 73-96, 1994.
14. HESP, P.A. Coastal sand dunes: form and function. Massey University. **CDNV Technical Bulletin**, v. 4., 28 p., 2000.
15. HOSE, T.A. European Geotourism-geological interpretation and geoconservation promotion for tourists. In: BARETTINO, D.; WIMBLEDON, W.A.P.; GALLEGU, E. (Eds.), **Geological Heritage: Its Conservation and Management**. Madrid: Sociedad Geológica de Espana/ Instituto Tecnológico Geominero de Espana/ ProGeo, p. 127-146, 2000.
16. HOWELL, J.W. **Glossary of geology and related sciences**. Washington: American Geological Institute, 325 p., 1960.
17. HUECK, K. **Plantas e formação organogênica das dunas no litoral paulista**, parte I. São Paulo: Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo, Instituto de Botânica Contribuição Para a Pesquisa Fitossociológica Paulista 2, p. 130, 1955.
18. IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS RENOVÁVEIS. **Leis ambientais** (conservação dos ecossistemas de manguezais/ dunas), 2000. Disponível em <<http://www.ibama.gov.br/siucweb/guiadechefe/guia/u-3corpo.htm>>. Acessado em 11 fev2008.
19. MARETTI, C.C. Estudos geológicos (geomorfológicos)-geotécnicos e de aspectos da hidrodinâmica como apoio a planos de ocupação da Ilha Comprida. In: SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE / SP (Coord.), **Regulamentação da Área de Proteção Ambiental da Ilha Comprida**, 209 p., 1989.
20. NASCIMENTO JUNIOR, D.R. **Morfologia e sedimentologia ao longo do sistema praia-duna frontal de Ilha Comprida, SP**. São Paulo, 2006. 96 p. Dissertação (de Mestrado em Geologia Sedimentar) – Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo.
21. OLIVEIRA, L. **English for tourism students**. São Paulo: Roca, n. pg???, 2002.
22. PAUL, K. Morphologie und vegetation der kurische nehrung. **Nova Acta Leopoldencia**, v. 13, p. 217-318, 1944.
23. RUCHKS, U.A. **Patrimônio geológico e geoconservação no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais: potencial para a criação de um geoparque da Unesco**. Belo Horizonte,

2007. 211 p. Tese (Doutorado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais.
24. SOUZA, C.R. DE G.; HIRUMA, S.T.; SALLUN, A.E.M.; RIBEIRO, R.R.; AZEVEDO SOBRINHO, J.M. “**Restinga**”- **Conceitos e Empregos do Termo no Brasil e Implicações na Legislação Ambiental**. Instituto Geológico / Secretaria do Meio Ambiente, 1ªed., 104 p., 2008.
 25. SOUZA, R.C.G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A.M.S.; DE OLIVEIRA, P.E. **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 356 p., 2005.
 26. SUGUIO, K. **Dicionário de Geologia Marinha**. São Paulo: T.A. Queiroz (Ed.) Ltda, 171 p., 1992.
 27. SUGUIO, K. **Geologia Sedimentar**. São Paulo: Edgard Blücher, n. pg???, 2003.
 28. SUGUIO, K. & PETRI, S. Stratigraphy of the Iguape-Cananéia lagoonal region sedimentary deposits, São Paulo state, Brazil. Part I-Field observations and grain size analysis. **Boletim IG / USP**, Instituto de Geociências, v. 4, p. 1-20, 1973.
 29. SUGUIO, K.; TATUMI, S.H.; KOWATA, E.A. The Comprida Island inactive dune ridges and their possible significance for the Island evolution during the Holocene, State of São Paulo, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 71, n. 4-I, p. 623-630, 1999.
 30. TENBERG, A.G. Nebkhas- their spatial distribution, morphometry, composition and age in the Side Bouzid area, central Tunisia. **Geomorphologist**, v. 38, n. 3, p. 311-325, 1994.

*Manuscrito Recebido em: 20 de abril de 2011
Revisado e Aceito em: 12 de junho de 2012*