

CARACTERIZAÇÃO SEDIMENTOLÓGICA DA DUNA DE CACIMBINHAS – TIBAU DO SUL-RN

Moacir Paulo de Sousa
Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN
moanatal@hotmail.com

Erminio Fernandes
Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN
erminio.fernandes@ufrnet.br

Joyce Clara Vieira Ferreira
Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN
joyceclara@hotmail.com

Mariana Torres Correia de Melo
Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN
mari_mello_@hotmail.com

EIXO TEMÁTICO: RISCO, SOCIEDADE E FENÔMENOS DA NATUREZA.

RESUMO:

Devido as suas feições paisagísticas, o ambiente dunar costeiro tem se tornado um dos recortes do espaço geográfico que mais sofre com ações antrópicas mal planejadas, ficando exposto à degradação dos seus componentes naturais. Estudos que demandem a investigação dos fatores condicionantes dos processos de formação, transporte, deposição e erosão dos sedimentos do ambiente dunar podem se tornar fonte de conhecimento para gestores ambientais no manejo correto dos recursos naturais presentes nas formações dunares. Mediante análises granulométricas e morfoscópicas de sedimentos, este trabalho objetiva caracterizar os processos erosivos que ocorrem na duna Cacimbinhas – Tibau do Sul-RN, decorrentes da dinâmica eólica natural associada à interferência humana. Os resultados das observações de campo, aliados às análises dos sedimentos, constataam a ocorrência de fenômenos erosivos na área estudada e permitem concluir a necessidade de reflexões e empenho dos gestores públicos em direcionar ações mais eficazes nas políticas de planejamento ambiental para minimizar riscos de erosão e degradação dos recursos naturais da duna Cacimbinhas.

PALAVRAS CHAVES: erosão, sedimentos, duna, Tibau do Sul.

ABSTRACT:

Due to its scenic features, the coastal dune environment has become one of the clippings geographic area that suffers most from poorly planned human actions to be exposed to degradation of its natural components. Studies that require the investigation of the determining factors of the processes of genesis, transport, deposition and sediments erosion from the dune environment can become a source of knowledge for environmental managers in the correct management of natural resources present in the dune formations. Through sediment particle size and morphoscopic analysis, this study analyzes the erosion processes that occur on the dune Cacimbinhas - Tibau do Sul, RN, under the natural wind

dynamic associated with human interference. The results of field observations, combined with sediment grain size and morphoscopic analyzes, note the occurrence of erosive phenomena in the study area and allow us to conclude the need for reflection and commitment of public managers in directing actions more effective in planning policies to minimize environmental risks erosion and degradation of natural resources of the dune Cacimbinhas.

KEYWORDS: erosion, sediments, dune, Tibau do Sul.

INTRODUÇÃO

As regiões costeiras por sua natureza constituem um conjunto de ambientes distintos, de transição entre os continentes e os oceanos, cada qual com suas características peculiares, perfazendo sistemas próprios, porém interligados e dependentes entre si pela dinâmica dos agentes naturais, numa relação mútua, em prol da estabilidade dos seus elementos.

Cerca de 60% da linha da costa oriental do Estado do Rio Grande do Norte apresenta nítidos processos erosivos, causando sérios danos ambientais e levando prejuízos às atividades econômicas e aos usuários próximos a esta linha de costa (DINIZ, 2002). O sistema dunar de Tibau do Sul sofre com atividades de construções sobre dunas e o uso sem manejo de veículos motorizados para lazer de turistas.

Estudos que demandem a investigação dos fatores condicionantes dos processos de formação ou alteraçãoem ambiente tão sensível são fontes de conhecimentos para gestores ambientais no manejo correto dos recursos naturais presentes nas formações dunares.

Portanto, a compreensão da dinâmica e dos fenômenos erosivos que ocorrem na duna de Cacimbinhas, certamente permitem uma análise mais precisa sobre as questões ambientais locais e possibilita reflexões para futuras políticas de planejamento a serem elaboradas pelo município de Tibau do Sul, visando minimizar riscos da perspectiva de uso e ocupação do frágil ambiente dunar.

Localização e Caracterização da Área de Estudos

Localizada a 2,33 km ao sul do centro de Tibau do Sul-RN, a duna de Cacimbinhas (x: 2696600 e y: 9314000) encontra-se inserida em um cenário paisagístico natural que corresponde ao sistema natural denominado “praia-falésia-duna”, esta última vegetada ou não (Figuras 1 e 2).

Geologicamente, a área em questão é formada por pacotes sedimentares, litologicamente estruturados por rochas do Grupo Barreiras e Formação Potengi, além das formações areno-quartzosas dos campos dunares e depósitos praias na superfície (MOURA 2006). Sobreposta ao Grupo Barreiras e Formação Potengi (tabuleiros costeiros), a duna de Cacimbinhas faz parte de um complexo de dunas

parabólicas compostas tanto por dunas fixas vegetadas, remanescente da mata atlântica, como por dunas móveis, semi-vegetadas de lenta migração na direção SE – NW. O relevo da área apresenta desníveis variáveis que vão desde os topos dunares com alturas próximas dos 100 metros, passando por falésias com escarpas abruptas, cerca de 50 metros, até chegar aos níveis praianos das marés litorâneas.

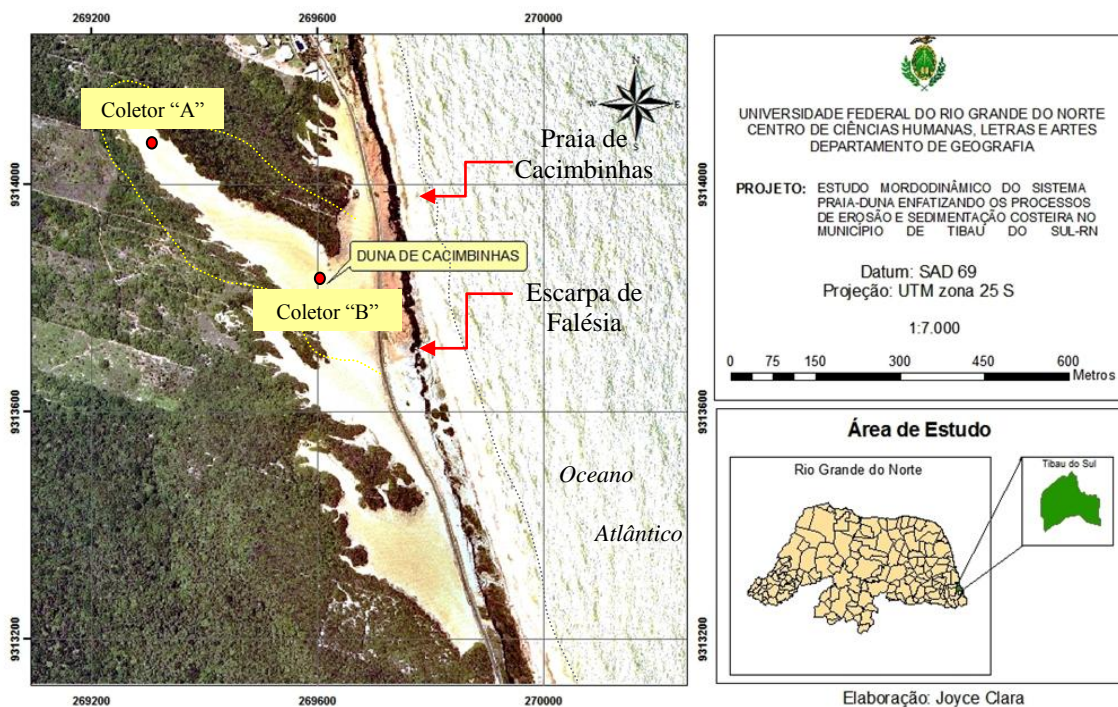


Figura 1: Ortofotocarta. Localização da área de estudo e identificando o sistema praia-falésia-duna, Fonte: Elaboração dos autores (Imagem Prodetur, 2006)

A tipologia vegetal dominante na área consiste de Floresta Estacional Semidecidual, constituída por árvores sempre verdes, de folhas largas, troncos relativamente delgados e dossel não muito denso. Sobre as dunas, tem-se a presença de floresta esclerófila, ou restinga arbustiva, instaladas em solos constituídos essencialmente por neossolos quartzarênicos distróficos de origem marinha com fina camada de matéria orgânica superficial. Essa vegetação é responsável pela ação fixadora das dunas (CESTARO, 2002).



Figura 2 – Sistema Praia-Falésia-Duna em Tibau do Sul - RN
Fonte: Acervo dos autores



Figura 3 – Blowout da duna de Cacimbinhas, vista do topo para a praia, limitada à esquerda por escarpa erosiva e formação vegetal à direita
Fonte: Acervo dos autores

O clima de Tibau do Sul insere-se na classe tropical úmido (IBGE, 2002), zona equatorial, quente com média de temperatura maior que 18° durante todo o ano e com o principal período de chuvas compreendido entre os meses de janeiro a agosto. A pluviosidade média anual do município está em torno dos 1.600 milímetros, sendo outubro o mês mais seco, quando a precipitação é de 19,9 mm em média. Os registros recentes dos ventos, a partir de dados coletados pela Estação Climatológica da UFRN/INMET (2010), mostram que as maiores frequências de velocidade dos ventos (m/s) atuantes no litoral oriental do Rio Grande do Norte situam-se entre 2,0 e 8,8 m/s, com rajadas ultrapassando os 15 m/s, representando, portanto, velocidades consideráveis e suficientes para o arraste e saltação dos grãos maiores de areias na superfície da duna e de suspensão dos materiais mais finos principalmente nas fortes rajadas.

OBJETIVOS

Este trabalho tem por objetivo caracterizar os sedimentos superficiais gerados pelo transporte eólico de materiais na duna Cacimbinhas no município de Tibau do Sul-RN, determinados pela observação de fenômenos erosivos, coleta de amostras em campo, análises físicas de laboratório (granulometria e morfoscopia) e posterior tratamento dos dados.

REFERENCIAL TEÓRICO CONCEITUAL

Segundo Sherman & Hotta (NORDSTRON *et al*, 1990), a formação de dunas costeiras decorre de uma série de processos físicos associados primariamente ao transporte de sedimentos por meios fluídos, porém dependente de haver:

- a) Uma fonte de sedimentos normalmente derivados do aporte praiar
- b) Ventos rápidos o suficiente para mover o sedimento

c) Vegetação presente para aumentar a deposição dos grãos em trânsito

Segundo Muehe (2008), dunas costeiras se formam em locais em que a velocidade do vento é freqüente com grande disponibilidade de suprimento de material arenoso praial de granulometria fina, adequadas ao transporte eólico, provenientes de praias abertas dissipativas com estirâncios largos que, por exporem maior área para secagem de areias, oferecem consideráveis volumes de sedimentos a serem removidos pelo vento para formar e abastecer dunas próximas a costa.

Conforme Price (1950, *apud* PYE & TSOAR, 1990, FRACASSO, 2005), as dunas parabólicas alongadas (tipo característico da duna Cacimbinhas), podem ser originadas a partir da ruptura de zonas de deflação (áreas rebaixadas) com migração dos sedimentos a favor dos ventos mais fortes. Uma vez exposto ao ar, os sedimentos praias ficam vulneráveis aos processos aerodinâmicos.

A ação do vento é simultaneamente intempérica e erosiva, pois desagrega, transporta e deposita materiais não consolidados ao longo da zona costeira. No entanto, sua força erosiva se limita as constantes variações de intensidade e velocidade. Sazonalmente torna-se, ora mais efetivo no arranque e transporte dos grãos, ora menos eficiente quando a força do fluxo diminui progressivamente e, então, a ação de deposição das partículas predomina.

De acordo com Pye e Tsoar (2009), as dunas eólicas são compostas por grãos de areias na faixa de tamanhos entre 0,063 mm e 2,00 mm, definido de acordo com a escala de Udden-Wentworth. Grãos deste tamanho são transportados principalmente por saltação no ar, arrasto superficial ou por suspensão em fluxo turbulento de ar. Partículas individuais menores (Silte e Argila) são transportadas em suspensão e podem ser dispersas por áreas bem vastas.

Hesp (1988) cita que as dunas seguem um modelo evolutivo de médio a longo termo dividido em cinco estágios, que pode ser aplicado a costas progradantes, estáveis ou em erosão. Os estágios extremos compreendem o estágio 1, caracterizado por dunas com topografia simples, lateralmente contínuas e bem vegetadas (90-100%), e o estágio 5 onde grande parte das dunas foram removidas pela ação dos ventos e/ou ondas, permanecendo apenas montículos remanescentes e segmentos dos cordões.

As constantes e periódicas ações eólicas de remoção, transporte e deposição de sedimentos, permitem identificar na duna Cacimbinhas, feições erosivas do tipo *blowout* ou bacia de deflação, escarpas erosivas de *blowout* (Figuras 3 e 4), e marcas de ondulações eólicas na superfície do *blowout*.

O campo de dunas no qual se insere a duna de Cacimbinhas é constituído essencialmente por dunas parabólicas. Estas possuem curvatura com geometria em “U” ou “V” que podem ser observadas facilmente pela figura 1. Suas extremidades são voltadas contrariamente ao sentido do vento predominante. São características de áreas de ventos fortes e constantes e com baixo suprimento de areias. Estas dunas apresentam grande parte de sua superfície com vegetação fixadora e, segundo Silva (2002), são dunas fixas de idades intermediárias, do Pleistoceno Superior a atuais. As áreas

interdunares são secas e apresentam vegetação fixadora, por outro lado, as superfícies de barlavento destas dunas apresentam-se sob a forma de corredores de ventos (sem vegetação) ou “*blowouts*” com campos de “*shadow dunes*” e pavimentos de deflação que pontualmente podem exumar sedimentos ferruginosos do Grupo Barreiras.



Figura 4 - Escarpa erosiva de *blowout* com movimento gravitacional de massa sedimentar.
Fonte: Acervo dos autores

Nestas faixas de corredores de vento (*blowouts*) os sedimentos são transportados e depositados por deslizamento laminar nas faces de sotavento dunar (*slip face*). Esta planície de deflação é um indicador de processos intensos de erosão promovidos pelos fortes ventos sazonais que atingem a duna. A partir do modelo evolutivo de Hesp (1988) o duna de Cacimbinhas, bem como o sistema de dunas presentes na área, encontram-se em processo de dismantelamento pela ação dos ventos, níveis 3 e 4, segundo o mesmo autor.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os trabalhos realizados neste estudo foram feitos em etapas distintas e constaram de revisão bibliográfica sobre o tema de dunas e seus estudos de caso, com ênfase na dinâmica eólica aplicada as dunas parabólicas, seguido de visitas a campo para ensaios instrumentais e coleta de amostras, análises laboratoriais de granulometria e morfoscopia/morfometria dos sedimentos, processamento de dados e avaliação dos resultados.

Em campo, para coleta de sedimentos e analisar a dinâmica eólica na duna de Cacimbinhas, foram colocados longitudinalmente, na área de *blowout*, 2 coletores de partículas aero-dunar denominados de A (Fig.5) (para o topo da duna) e B (próximo a base dunar), distantes aproximadamente 400 metros um do outro. Elaborados com tubos de PVC de 50 mm diâmetro por 1,20 m de altura, os coletores são compartimentados verticalmente em 7 segmentos de 15 cm, conectados entre si, ficando o primeiro segmento rente ao solo e o último a 1,2 m de altura.

Cada segmento contém uma abertura frontal (4 cm²) que é voltada para a direção predominante do vento, cuja função é a entrada das partículas transportadas e, uma abertura traseira (16cm²), parcialmente vedada com malha inferior a 0,500 mm, usada para dar escape ao ar, porém reter as partículas em suspensão. Os pontos extremos do tubo foram vedados com CAPS de PVC. As amostras foram coletadas em sacos plásticos identificados antecipadamente, colocados no interior de cada segmento. Cantoneiras de alumínio foram anexadas aos coletores para fixá-los ao solo.



Figura 5 – Coletor de amostra “A” situado no topo da duna.
Fonte: Acervo dos autores

O equipamento coletor, adaptado de Cunha (2004), é utilizado na vertical e permite capturar em seus segmentos, grãos com certa seletividade, segundo a força e altura de atuação do perfil dos ventos sobre sedimentos arenosos inconsolidados da duna.

As análises laboratoriais (granulometria e morfoscopia) e o processamento dos dados das amostras dos coletores A e B foram realizadas no Laboratório de Geografia Física da UFRN.

Para atribuir as medidas de tamanho dos grãos (SUGUIO, 1973) a análise granulométrica dos sedimentos contidos nos coletores A e B constou de 16 amostras para o total de população de partículas contidas em cada segmento e seguiu os procedimentos normais de secagem em estufa (90°), pesagem e peneiramento a seco em 7 peneiras (1 em 1 Phi), agitadas em um *hot up* por 10 minutos. O material retido em cada fração foi pesado e os dados processados em computador para cálculo dos parâmetros estatísticos com utilização do programa SAG (Sistema de Análises Granulométricas) desenvolvido pela UFF Universidade Federal Fluminense – UFF - RJ (DIAS e FERRAZ, 2004), que classifica os sedimentos conforme Shepard (1954), Larssonneur (1977) e Dias (1996). Os dados dos coletores A e B, após tratamento estatístico permitiram observar certas características básicas das populações de partículas dos sedimentos eólicos que são transportados pelo vento a partir da superfície até 1,20 metros de altura.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A figura 6 apresenta a distribuição granulométrica dos sedimentos transportados em função da altura, no coletor “A”. O mesmo encontrou-se posicionado no topo distal da duna, ou seja, no limite entre a face de barlavento e a face de sotavento e com velocidade do vento variando de 5,7 a 7,7 m/s. Observa-se que as classes predominantes de sedimentos coletados em suspensão, transportados pelo vento, são as areias médias e areias finas. As classes de cascalho e silte/argila não foram detectadas pelo coletor A. Próximo à superfície, com exceção da classe cascalho e silte-argila, todas as outras classes foram transportadas pelo vento, com o predomínio de areias médias, porém, quanto mais elevado o vento, verifica-se uma diminuição da ocorrência das areias médias e um aumento progressivo das areias finas.

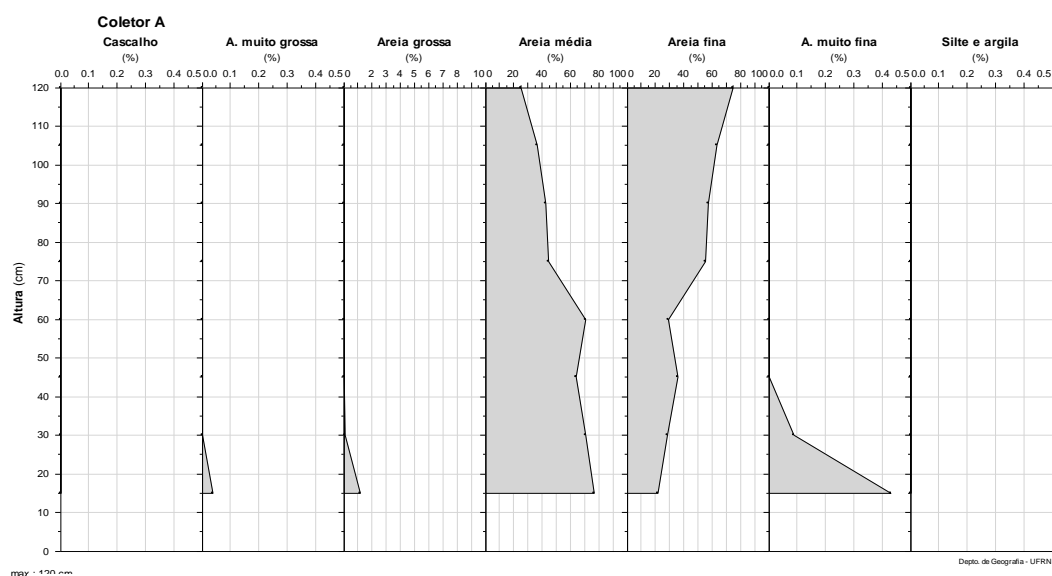


Figura 6 – Distribuição das classes granulométricas de sedimentos em função da altura (cm) no coletor A.

Fonte: Acervo dos autores (2011)

A figura 7 apresenta a distribuição granulométrica dos sedimentos transportados em função da altura, cujo coletor “B” estava posicionado na base proximal da duna, ou seja, no início da planície de deflação na face de barlavento, onde a velocidade do vento oscilou de 3,9 a 6,6 m/s.

Observa-se que, com exceção da classe cascalho, todas as classes foram detectadas no coletor B. No entanto, verifica-se que nos níveis próximos à superfície os grãos mais grossos ocorrem e, a medida que se eleva da superfície o vento progressivamente deixa de transpassa estes grãos maiores e passa a transportar os sedimentos mais finos, incluindo a classe silte/argila. Cabe ressaltar que a ocorrência de sedimentos desta última classe (silte/argila) sugere forte influência dos sedimentos do Grupo Barreiras exumados pelo processo de deflação nesta porção da duna.

Para os procedimentos morfoscópicos foi utilizada uma amostra de 400 grãos (200 grãos para cada coletor), com granulometria definida entre 0,125mm e 0,250mm de diâmetro, obtidos a partir da análise granulométrica. A opção por esse intervalo de partícula deve-se a sua predominância

populacional por amostra e, conseqüentemente, por possibilitar a presença de materiais pesados (o que não foi o caso) os quais são indicadores da força transportadora dos ventos atuantes na área de estudo. Na morfoscopia, foi utilizada a escala adaptada de Powers (1953, *apud* DIAS, 2004) e Shepard (1967, *apud* SUGUIO, 1973) como método mais aceito para avaliar o grau de arredondamento de areias quartzosas. Segundo Dias (2004), o método permite, por simples comparação visual, classificar os grãos em 6 classes de arredondamento (muito angular, angular, sub-angular, sub-arredondado, arredondado e muito arredondado) quando observados através de uma lupa binocular com os grãos sobrepostos em fundo preto fosco e iluminação direta incidente a 45°.

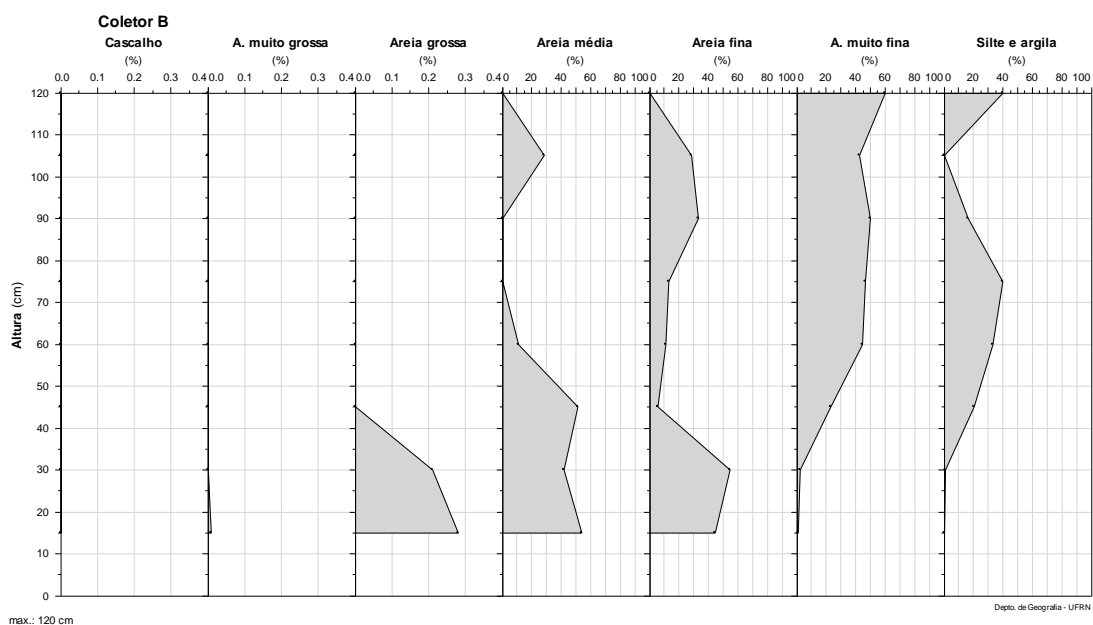


Figura 7 – Distribuição das classes granulométricas de sedimentos em função da altura (cm) no coletor B.

Fonte: Acervo dos autores (2011)

Para fundamentar estatisticamente os dados visuais obtidos, utilizou-se a Tabela de Powers (1953, *apud* DIAS, 2004) (Tabela 1) com fatores para cada classe de arredondamento, na qual ao multiplicar-se o fator pela freqüência, obtém-se como produto o arredondamento médio dos grãos (DIAS, 2004).

Tabela 1 –Tabela de Powers (1953) com fator de arredondamento do grãos por coletor

Classe de Arredondamento	Fator	Freq. A	Freq. B	Arred. Médio A	Arred. Médio B	% Freq. A	% Freq. B
Muito Angular	0,14	16	14	2,24	1,96	8	7
Angular	0,21	91	88	19,11	18,48	45,5	44
Sub Angular	0,3	58	68	17,4	20,4	29	34

Sub Arredondado	0,41	31	27	12,71	11,07	15,5	13,5
Arredondado	0,59	3	3	1,77	1,77	1,5	1,5
Muito Arredondado	0,84	1	0	0,84	0	0,5	0
Total		200	200			100	100

Adaptada para leitura dos dados de arredondamento segundo os fatores (*apud* Dias 2004)

Os parâmetros estatísticos dados pela análise granulométrica das amostras do coletor A, apresentam no geral, uma predominância de areia média com 53,96%, moderadamente selecionada segundo a classificação textural de Folk (1966, *apud* SUGUIO, 1973), contra 45,81% de frequência de areia fina, com classificação variando de moderadamente selecionada a bem selecionada.

Já os parâmetros estatísticos gerais das amostras do coletor B mostram na análise que a areia muito fina predomina com 33,79%, variando de moderadamente selecionada a areia siltosa moderadamente selecionada, porém há uma paridade percentual de frequência entre areias médias (23,36%) e areias finas (23,85%) variando de moderadamente selecionada a areia siltosa moderadamente selecionada. O Silte e Argila com percentual menor (18,94%) e textura siltosa moderadamente selecionada a moderadamente bem selecionada está praticamente presente em quase todas as amostras analisadas neste coletor.

Tabela 2 – Cristalinidade dos grãos

Cristalinidade	Coletores de Partículas			
	Freq. A	% A	Freq. B	% B
Vítreo	138	69	120	60
Fosco	62	31	80	40
TOTAL	200	100	200	100

Tabela 3 – Esfericidade dos grãos

Esfericidade	Coletores de Partículas			
	Freq. A	% A	Freq. B	% B
Esférico	1	0,5	0	0
Não Esférico	199	99,5	200	100
TOTAL	200	100	200	100

Os resultados obtidos pela morfoscopia, segundo a Tabela de Powers (1953, *apud* DIAS, 2004), Cristalinidade e Esfericidade mostram diferenças mínimas de frequência e de arredondamento médio nas classes de partículas entre os dois coletores, os grãos angulosos são predominantes com percentuais de 45,5% no Coletor A e 44,00% no Coletor B, o que coincide com as frequências e índices dominantes de material vítreo sobre o material fosco (Tabela 2) e a alta concentração de material não esférico apresentados na tabela de esfericidade (Tabela 3).

Atributos como tamanho, forma, arredondamento e cristalinidade, são características físicas importantes presentes em grãos arenosos inconsolidados, bastante utilizadas como ferramentas capazes de revelar processos intempéricos erosivos ocorridos em ambiente sedimentar, pois fornecem aos grãos a capacidade de expressar pela esfericidade, angulosidade e cristalinidade de suas faces, o grau de mobilidade que foram submetidos ao longo do tempo geológico.

Muitos autores costumam identificar a opacidade (brilho fosco) das partículas como característica textural identificadora de sedimentos inconsolidados de origem eólica em dunas costeiras. No entanto, os dados obtidos neste trabalho indicam ser essa característica não tão marcante e corrobora em parte com Suguio (1973) ao comentar que um período geologicamente curto não permite que partículas submetidas aos processos eólicos sejam devidamente polidas em suas faces.

Os dados obtidos tanto em observações no campo como nas análises laboratoriais suscitam deduções preliminares indicadoras de que, embora o aporte de sedimento praial fornecido à duna de Cacimbinhas tenha sido interrompido pelo levante das barreiras falesianas, a dinâmica erosiva natural sobre a referida duna continua atuante, porém de forma lenta e progressiva.

A erosão pode ser notada pelo processo de retrabalhamento da dinâmica eólica de desagregação e remoção sobre os sedimentos semi-consolidados do Grupo Barreiras/Formação Potengi, confirmada pela presença constante de material silto-argiloso contido nas amostras analisadas do coletor B. Nesse processo o material removido é adicionado aos sedimentos inconsolidados da duna Cacimbinhas e tem originado duas pequenas bacias de deflação, cuja profundidade limitante é o substrato de sedimentos mais sólidos do próprio Grupo Barreiras/Formação Potengi (Figura 8).

Outro fator de erosão natural é o fluxo gravitacional de massa que ocorre no flanco superior direito da duna, visível pela queda de blocos arenosos e exposição de raízes, configurado pelas escarpas de *blowout* (Figura 4).

O fator erosivo de ordem antrópica presente na área de estudo ocorre devido a passeios de veículos automotivos realizados ao longo da área de *blowout*. A força de tração dos veículos desestabiliza as partículas em repouso depositadas pelo vento o que facilita a remoção posterior dos sedimentos por ventos mais fortes.

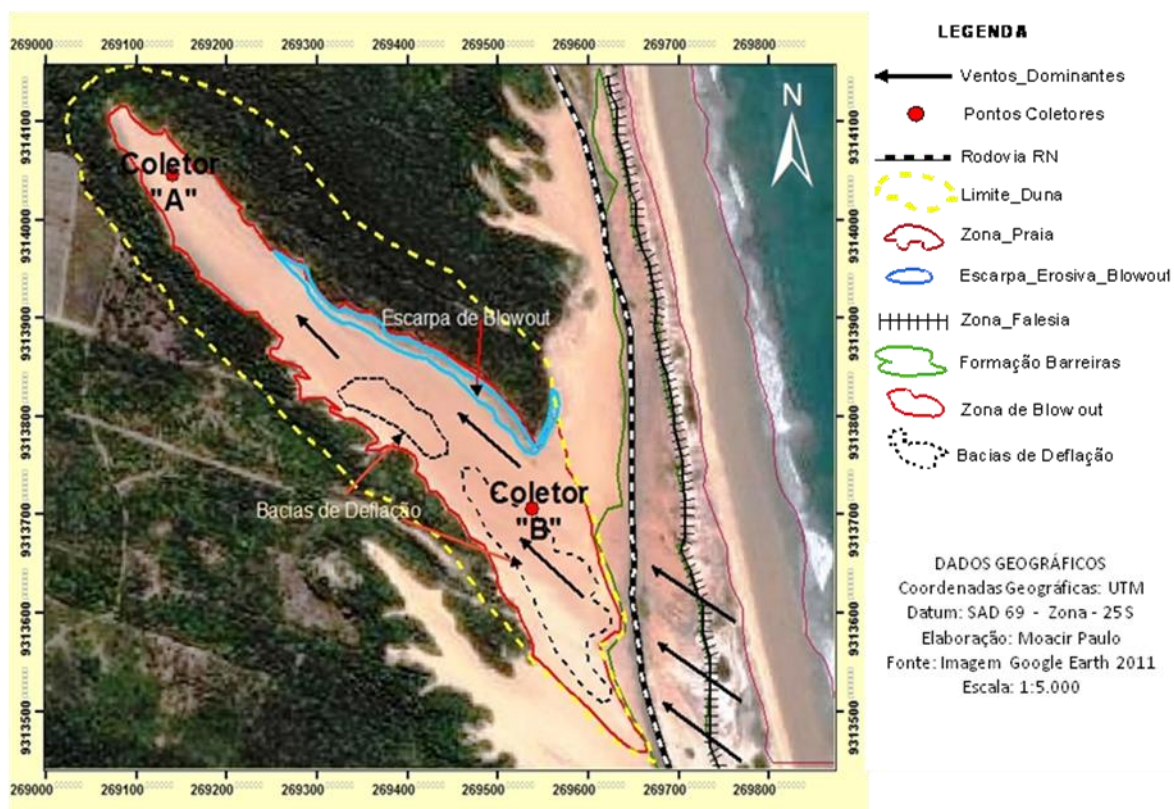


Figura 8 – Ortofotocarta. Feições da dinâmica erosiva na duna de Cacimbinhas.
Fonte: Acervo dos autores (2011)

CONCLUSÃO

Estudos ambientais na área costeira apontam as dunas como um sistema bastante vulnerável, sujeito a degradação dos seus constituintes naturais quando exposta aos excessos intempéricos erosivos naturais ou por interferência de ações antrópicas, sem efetivos controles dos possíveis impactos negativos. Portanto, esta é uma realidade que predispõem o sistema dunar a susceptibilidade de riscos ambientais constantes.

Diante do exposto, embora estudos mais aprofundados sejam necessários, conclui-se preliminarmente, que essa associação de fatores erosivos atuantes predispõe a duna de Cacimbinhas ao desgaste dos seus constituintes naturais (solo, vegetação) com possibilidade de aceleração do processo de degradação caso se intensifique as ações antrópicas de uso e ocupação da duna sem um devido e apurado estudo ambiental da área.

REFERÊNCIAS:

CESTARO, L. A. **Fragments de Florestas Atlânticas no Rio Grande do Norte: relações estruturais, florísticas e fitogeográficas.** São Carlos, UFSCar. Tese de doutorado. 2002.

CUNHA, E.M.S.; **Evolução atual do litoral de natal – RN (Brasil) e suas aplicações a gestão integrada** 2004. Disponível em:

<http://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/1432/0.PREVIO.pdf?sequence>

acesso em: 01/02/2012. Programa de Doctorado de Ciencias del Mar Departament d'Ecologia Departament d'Estratigrafia i Paleontologia: Universitat de Barcelona. Barcelona. Enero de 2004.

DIAS, J. A. **A análise sedimentar e o conhecimento dos sistemas marinhos** – Universidade de Algarves. Faro – Portugal, 2004.

DINIZ, R. F. **A erosão costeira ao longo do litoral oriental do Rio Grande do Norte: causas, conseqüências e influência nos processos de uso e ocupação da região costeira.** Tese (Doutorado em Geociências), Universidade Federal da Bahia/Instituto de Geociências, Salvador, 2002.

FRACASSO, Paola. **Sistema de dunas do parque das dunas e barreira do inferno, Natal (RN): levantamento geológico/geofísico, elaboração do modelo determinístico e avaliação da vulnerabilidade/susceptibilidade frente as pressões antrópicas.** Dissertação de mestrado, UFRN. Natal, 2005

HESP, P. A. **Foredune morphology, dynamics and structures.** J. Sedimentary Geology, Special Issue: Aeolian Sediments 55: 17-41, 1988.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Mapa de Clima do Brasil. Rio de Janeiro, 2002.

MOURA, Marcus Vinicius Medeiros de, et al; **Levantamento geofísico com GPR em um campo de dunas eólicas em Tibau do Sul/RN.** Geologia Formação Potengi: Revista de Geologia, Vol. 19, nº 1, 99-108, 2006.

MUEHE, Dieter. **Geomorfologia costeira.** In: GUERRA, Antônio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da (Org.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos.** 9 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.

PYE, Kenneth, TSOAR, Haim: **Aeolian Sand and Sand Dunes.** Chapter 1 - The Nature and Importance of Aeolian Sand Research - Springer 2009.

SHERMAN, Douglas J. HOTTA, Shintaro. **Aeolian sediment transport: theory and measurement.** In K. F. Nordstrom, N. Psuty e B. Carter (ed.) – *Coastal Dunes. FormandProcess*, Wiley, pp. 17-37. (1990).

SILVA, E. A. de J. **As Dunas de Natal/RN: Datação e Evolução**. 2002, 127p. Dissertação de Mestrado, Centro de Ciências Exatas e da Terra. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2002.

SUGUIO, Kenitiro. **Introdução a sedimentologia**. São Paulo: Edgard Blucher, 1973.