

Efeitos da Dinâmica Eólica no Ambiente de Dunas em Natal/RN

Maria Francisca de Jesus Lírio Ramalho¹

Clécio Clayton de Carvalho Lourenço²

Luis Felipe da Costa Medeiros³

Resumo: Este estudo faz parte da pesquisa que tem sido desenvolvida no ambiente das dunas em Natal, onde se procura identificar os processos de mobilização de sedimentos na encosta de barlavento e na de sotavento. Com este trabalho procura-se apresentar resultados da análise de dados de campo e de laboratório que foram levantados a partir de observação *in loco*, anotações, registro fotográfico e coleta de amostras no Parque das Dunas. Com a pesquisa, tem sido observado que a erosão eólica e os movimentos de massa podem influenciar no relevo, na cobertura vegetal e no solo.

Palavras-chave: Dunas; Erosão Eólica; Movimentos de Massa.

Effects of wind dynamic on the environment of dunes in Natal/RN

Abstract: This study is part of an investigation in course on the environment of dunes in Natal, in which we try to identify the processes of mobilization of sediments on barlavento and sotavento slopes. With this study we try to present results from data analysis recollected on field and laboratory researches carried out by *in loco* observation, annotations, photographic register and recollection of samples at Parque das Dunas Park. Investigation permitted to conclude that wind erosion and mass movements can impact relief, vegetation coat and soil.

Keywords: Dune, Wind erosion, Mass movements.

1 Doutora em Geografia e docente do Departamento de Geografia da UFRN. Contato: franci@ufrnet.br

2 Clécio Clayton é graduado em Geografia e bolsista da SEARA (Secretaria de Estado e Assuntos Fundiários de Apoio a Reforma Agrária). Contato: clayton1@zipmail.com

3 Luis Felipe é bacharel em geografia e aluno do Curso de Licenciatura em Geografia da UFRN. Contato: luissfelipee@hotmail.com

Introdução

A vegetação sobre as dunas é um fator de controle da mobilidade de areia, considerando que a força do vento tende a remover e transportar sedimentos em áreas que não impõem obstáculos, como é o caso de campos de dunas ativas que migram a favor do vento. A migração de dunas ocasiona problemas de soterramento e de assoreamento nas zonas litorâneas, conforme ocorre no porto de Natal, no Rio Grande do Norte (Sígolo, 2008).

Segundo os autores Leinz (2001) e Sígolo (2008), em cidades brasileiras de áreas litorâneas como Fortaleza, Recife, Natal e outras do nordeste do Brasil, são comuns os problemas similares em decorrência dos ventos perpendiculares à linha de costa, como os de SE. Neste sentido, as formações dunares se configuram de acordo com a frequência da dinâmica eólica marcada pelo regime desses ventos.

Assim, muitos campos de dunas encontrados ao longo do litoral apresentam acumulações arenosas de forma alongada, com crista e face de deslizamento, indicando o efeito da frequência e da direção do vento. No conjunto da paisagem em foco, encontram-se dunas ativas e dunas inativas, associadas ou não com cobertura vegetal.

A ação do vento desagrega, arrasta, suspende e transporta partículas, além das que deslizam por gravidade nas rampas arenosas. A mobilidade das partículas nas bordas das depressões de deflação contribui para aumentar as áreas expostas, bem como o recuo destas em direção ao topo da duna. Nos obstáculos como blocos rochosos, raízes, crosta e outras formas de impacto, a circulação do vento geralmente acarreta turbilhonamento provocado pelo atrito da corrente de ar com a superfície de contato. Nesses pontos, a superfície mais resistente termina por se destacar, devido ao deslocamento de partículas arenosas que vão se desagregando desta pelo solapamento.

Em área de preservação como o Parque das Dunas de Natal - a maior área verde da cidade -, encontram-se, em meio à vegetação, algumas áreas, com pouca ou nenhuma cobertura vegetal, que ficam expostas aos processos erosivos. Nesse contexto, chama-se a atenção para determinados processos e mecanismos como movimentos de massa, exposição de raízes e tombamento de árvores. A insolação e ressecamento da superfície arenosa e a inclinação da encosta também condicionam os meios para tal fim.

No ambiente das áreas expostas, incluem-se também os *blowouts* ou depressões de deflação como formas que revelam o efetivo trabalho dos ventos predominantes na região. A erosão eólica a barlavento das dunas destaca essas formas, que tendem a se ampliar consecutivamente, à medida que o escavamento se acentua.

Partindo-se desta perspectiva, fundamenta-se este estudo com base na observação dos processos morfodinâmicos, tendo em vista a sazonalidade climática e o tempo de adaptação às condições do ambiente alterado.

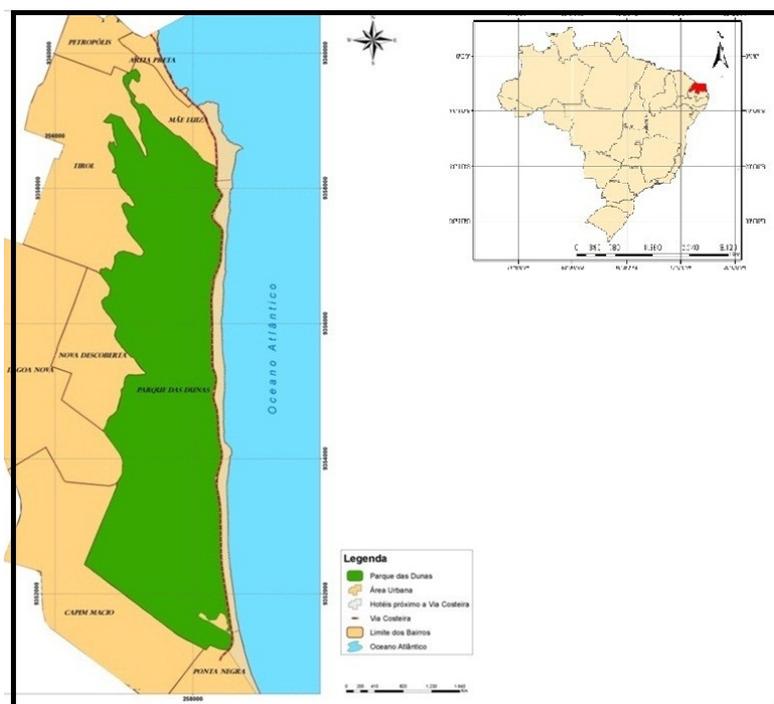
O objeto de estudo, por se tratar de um ecossistema dunar localizado na interface da influência da estrutura urbana, desperta o interesse para casos de degradação do solo e da vegetação, com vistas a uma revisão do caso da erosão eólica e do soterramento de áreas pelo processo migratório das dunas.

Material e Método

O Parque das Dunas, situado na cidade de Natal, encontra-se geograficamente localizado entre as coordenadas 05° 48' 45" sul e 35° 11' 35".

Conforme Freire (1983, p. 36), esse Parque compreende uma área em torno de 1.172,80 hectares, ocupando, aproximadamente, 2km de largura e 9km de extensão. Limita-se a leste com o litoral e, ao norte, sul e oeste, com vários bairros da cidade de Natal, destacando-se ao norte o bairro de Mãe Luíza e ao sul o de Ponta Negra (Figura 1).

Figura 1- Localização da Área



Fonte: adaptado de Carvalho Lourenço, 2010.

Em decorrência dos atributos geomorfológicos e geocológicos, o referido Parque coloca-se como uma área de interesse para pesquisa no âmbito das interferências que afetam o relevo, o solo e a vegetação, tendo em vista que a presença da vegetação é de significativa importância tanto para a manutenção do equilíbrio do sistema dunar, quanto para o conforto térmico que a cobertura vegetal favorece ao ambiente da cidade. A ausência ou escassez da vegetação deixam vulneráveis o solo e o relevo, que ficam expostos aos processos erosivos (RAMALHO, 2007; 2010).

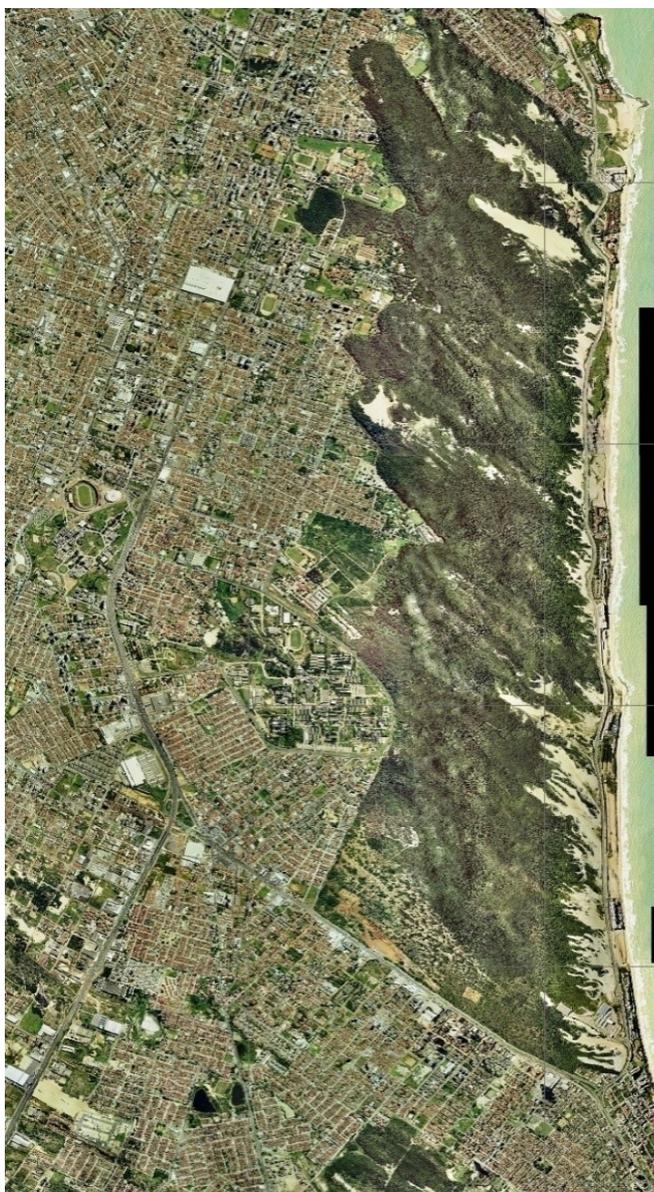
Considerando que o Parque das Dunas se encontra localizado em uma área de contraste com a malha urbana da cidade de Natal, neste aspecto há de se observar que não só os processos naturais, mas também a influência de atividades humanas - o movimento de pessoas nas trilhas e nos caminhos que levam às praias e ao turismo no Parque, a proximidade de moradias, que direta ou indiretamente interfere, principalmente a daquelas que estão no entorno do Parque, o treinamento militar que ocasionalmente ocorre nas imediações do quartel do Exército ali instalado - tende a provocar a instabilidade dos depósitos eólicos

Costa e Souza (2009), estudando as dunas em Sergipe, comentam que a pressão exercida pelos diversos utilizadores afeta o estado de degradação desses elementos do relevo. As brechas na vegetação, conforme esses mesmos autores, provocadas por ação do vento se multiplicam com a frequência de pisoteios nos caminhos abertos que dão acesso à praia, comprometendo, assim, a permanência da cobertura vegetal, principalmente no setor antedunas.

No campo dunar de Natal, onde o referido Parque se insere, há dunas fixadas pela vegetação e dunas ativas, ambas dispostas paralelamente no sentido SE-NW, denotando, assim, uma sobreposição entre elas nos alinhamentos. As formas se assemelham a línguas ou grampos de cabelo configuradas em duas pontas longitudinais que convergem em cristas na extremidade a NW (Figura 2).

Neste sentido, considera-se que a morfologia reflete a predominância do vento na direção do prolongamento das dunas, o que significa que o sistema dunar é dinâmico em função das ações eólicas. Costa e Souza (2009) consideram que as dunas são sistemas instáveis e ecologicamente frágeis, mesmo quando estabilizadas pela vegetação.

Figura 2 – Dunas dispostas paralelamente no sentido SE-NW, contrastando com a área de ocupação urbana.



Fonte: Aerofotos Prodetur, 2006.

Os corredores de vento destacam a superfície interdunar, localizada, mais precisamente, entre cordões arenosos geralmente associados. A ordem das formas reflete tanto o efeito da ação eólica como o dos processos inerentes às condições climáticas. De acordo com Costa e Sousa (2009), “em condições de grande pluviosidade, as características biofísicas da duna são alteradas em virtude da capacidade de infiltração da água no solo visto a composição ser predominantemente arenosa.”

Neste sentido, no âmbito das condições climáticas do Parque, algumas peculiaridades podem ser observadas, tendo em vista que há exceções sobre o clima em áreas vegetadas, onde a umidade é maior e as temperaturas são amenas e onde, além da chuva, há a influência dos ventos úmidos provenientes do litoral. E mais: considerando o clima quente e úmido e a ação efetiva de processos interativos, faz-se importante observar o estado de degradação da vegetação e a dinâmica eólica no período de estiagem, haja vista que no período chuvoso, mesmo nas áreas sem a cobertura vegetal, a umidade pode influenciar na fixação das partículas arenosas que resistem mais ao atrito do vento.

No aspecto da paisagem em apreço, encontram-se dunas antigas e dunas recentes, as quais se diferenciam pela altitude e pela cor das areias, em decorrência dos fenômenos meteóricos que ocorrem junto aos processos morfopedogenéticos.

As dunas antigas, de acordo com Perrin e Costa (1982), são menos elevadas e a cor de sua areia varia de amarelo avermelhado a bruno claro; as dunas recentes, por sua vez, são mais altas, com areia de cores mais claras, variando do branco ligeiramente rosado ao simplesmente branco. As principais elevações estão em torno de 50 a 100 metros de altitude e geralmente encontram-se localizadas nas áreas mais próximas do litoral.

De acordo com Brasil (1981), o clima, na classificação de Köppen, é do tipo As'-tropical chuvoso com chuva no período outono-inverno e verão seco. As temperaturas são elevadas com médias anuais em torno de 25 C⁰ e pluviosidade em torno de 1500 mm. A distribuição das chuvas nos períodos úmidos e secos, durante o ano, assemelha-se ao regime pluviométrico da Classificação Climática de *Thorntwait* e *Mather* - clima C₁W₂ seco sub-úmido, com moderado excesso hídrico no Inverno. A estação pluviométrica, conforme o Anuário Estatístico do IDEMA (2008), apresenta excedente hídrico de 1040 mm, distribuído de fevereiro a julho.

Os ventos têm direção predominante SE, muito embora apresentem velocidades inconstantes que variam com a época do ano. Nos meses de março a abril geralmente são mais fracos. É um período em que chove mais do que nos meses referentes a agosto e setembro, quando há uma maior intensidade de ventos para a região e menos chuva. A variabilidade natural do clima no período primavera-verão tem seus efeitos atribuídos à maior ação do vento, que se projeta em corredores favoráveis à sua direção. O próprio

vento, com exceção dos processos gravitacionais que ocorrem nas encostas, muda anual e sazonalmente as áreas que se expõem com as tendências climáticas do verão.

As dunas que são edafizadas e se mantêm por meio da proteção de sua cobertura vegetal - a maior parte delas, conforme Freire (1983) - encontram-se recobertas por Mata Atlântica e por espécies de Caatinga e do Tabuleiro Litorâneo. Apesar da vegetação densa que ocupa o Parque, chama-se a atenção para as áreas expostas acima mencionadas, as quais se apresentam em diferentes dimensões espaciais. A baixa fertilidade do solo e os fatores do relevo como altitude, declividade, forma e comprimento das encostas, entre outros que direta e ou indiretamente estão envolvidos, dão as condições para a degradação da vegetação nas áreas que se expõem, onde a areia geralmente se movimenta por gravidade.

Fonte dos dados

A base de estudo foi fundamentada com as atividades de campo na Duna do Carequinha, definida como área de referência para a aquisição de dados desta pesquisa (Fotografia 1). A presença de um *blowout* registrando o efeito das ações do vento e a visível migração de areia a sotavento da referida duna foram importantes para se observar *in loco* o trabalho do vento e o dos processos gravitacionais.

O trabalho de campo objetivou fazer o reconhecimento da área, visando a identificar processos e mecanismos que causam a mobilidade de areia. Foram feitas duas visitas ao local, oportunidade em que se fizeram, nos pontos de observação, registros fotográficos e a coleta de sedimentos para posterior análise em laboratório (Fotografia 2).

Para avaliar o grau de declividade das encostas, objetivou-se mapear a área do Parque e adjacências. O mapa de declividade resultou da utilização da cartografia digital, apoiada nas informações obtidas com os recursos do geoprocessamento, utilizando imagens ASTERDEM no *software* arcGis 9.2.

Na definição das declividades, foram estabelecidas 5 classes, adaptando o método de De Biase (1970). A primeira classe, de 0-5%, foi estabelecida como declividades fracas; a segunda, de 5-10%, representando declividades moderadas; a terceira, de 10-

20%, representando as declividades médias; a quarta, de 20-30%, representando declives fortes; e a quinta representando declividades muito fortes acima de 30%.

Fotografia 1- Visão Parcial da Duna do Carequinha, mostrando aspecto do movimento de areia na interface barlavento-sotavento.



Fonte: Maria F. J. Lírio Ramalho, 2010.

Fotografia 2 – Os pontos amostrados representam setores susceptíveis ao movimento de areia a sotavento da Duna.



Fonte: Moacir Paulo de Sousa, 2010.

Resultados e Discussões

Analisando os fatos observados e comparando-os aos resultados da análise granulométrica do material coletado, verifica-se que a textura de característica arenosa média a fina presente nas areias das formações dunares é susceptível a erosão e a processos gravitacionais.

O trabalho efetivo do vento acentua as depressões de deflação com a remoção de areia migrando a favor da corrente de ar. A incidência do vento sobre a vegetação descobre as raízes causando o destacamento e a descida das areias que são desagregadas no local. Quando a declividade não favorece o equilíbrio do material exposto, ocorre também a descida de areia em movimento coletivo, formando pequenas rampas que se acomodam em pontos de melhor apoio das rupturas de declive.

Ramalho, Fernandes e Sousa (2011) registram o fato da presença de partículas finas na textura do solo e a elevada inclinação das encostas arenosas que ocorre principalmente a sotavento das dunas. Conforme os mesmos autores, os solos de textura arenosa com presença de areia fina e sem a vegetação que fixa as partículas se

desestabilizam. A descida de areia pelos setores mais inclinados da encosta de sotavento mostra o quanto as rampas arenosas ficam susceptíveis a mobilidade (Fotografia 3). Os troncos das árvores submersos na areia na mesma encosta denunciam os efeitos dos movimentos de massa causados pela ação da gravidade (Fotografia 4) . O registro desse fato pode ser um alerta para problemas futuros, vendo-se o caso da migração da duna onde a vegetação é soterrada.

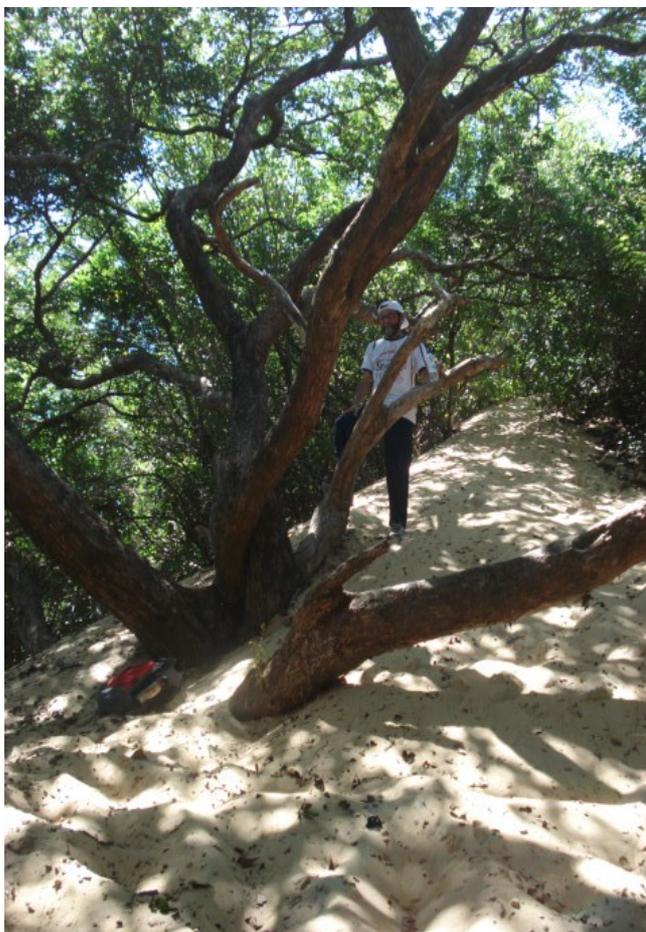
Nas rupturas de declive, a instabilidade dos sedimentos é bem menor, contribuindo assim para a deposição de partículas arenosas. Na visão dos fatos, foi também observado na encosta de sotavento que a areia que se desloca do topo da duna tende a soterrar a vegetação de menor porte, enquanto a vegetação de maior porte aparece com grande parte de seus troncos submersa na areia que desce pela encosta (Fotografia 4).

Fotografia 3 – Mostra evidências de movimentos de massa marcados pelos traços vermelhos em diferentes pontos da encosta.



Fonte: Maria F.J.Lírio Ramalho, 2010.

Fotografia 4 – Aspecto do soterramento de árvores a sotavento da duna.



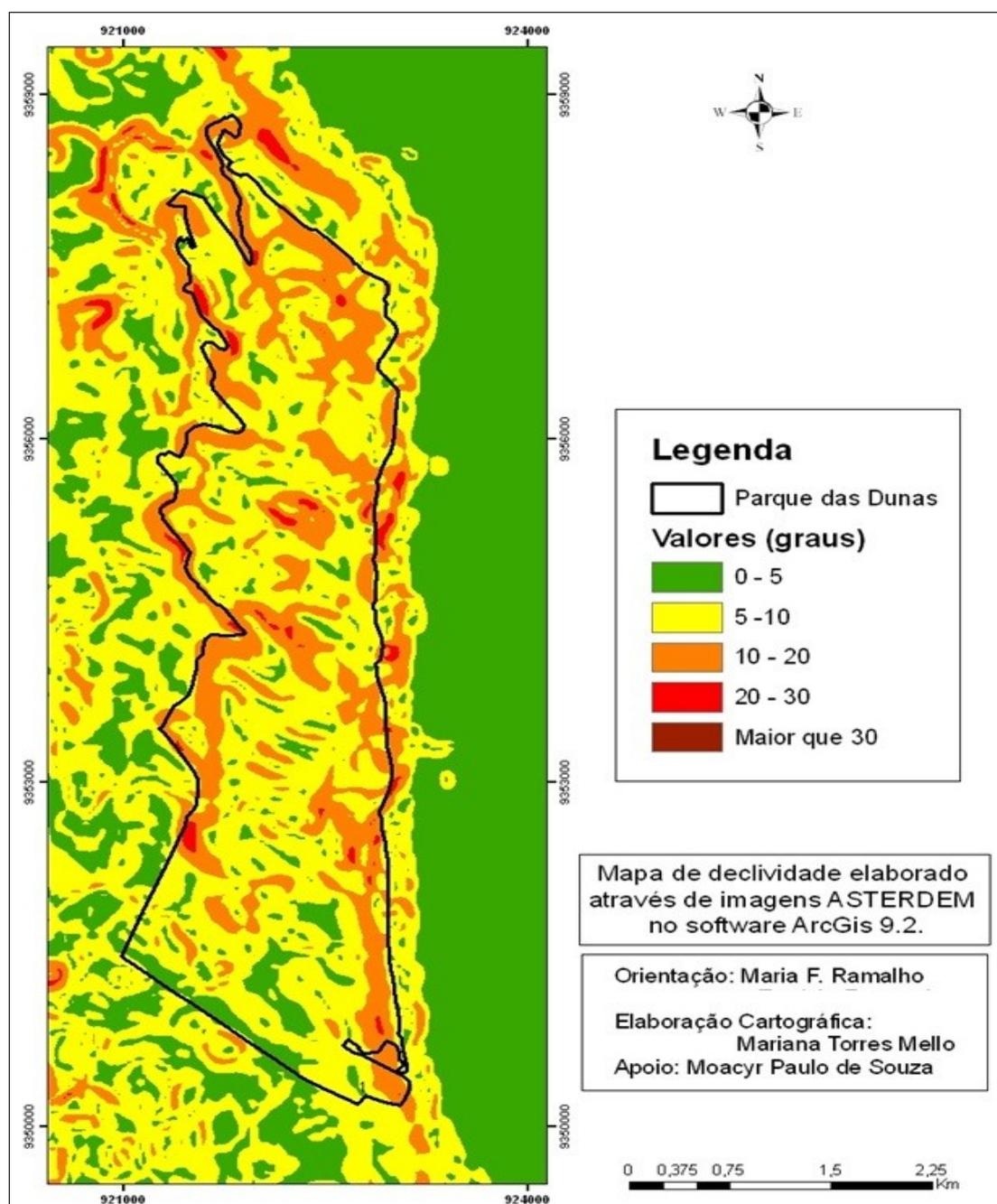
Fonte: Maria F.J.Lírio Ramalho, 2010.

Analisando o mapeamento das declividades (Figura 3), observa-se que as inclinações entre 0 - 5%, classificadas como fracas, bem como as declividades 20 - 30%, classificadas como fortes, são as que menos ocorrem na área. A classe 5 - 10%, representando as declividades moderadas, é a que mais ocorre e a classe 10 - 20%, representando as inclinações médias, ocorre em diferentes pontos da encosta, sendo mais frequentes nas encostas localizadas a sotavento.

As superfícies sem a cobertura vegetal, diante das condições topográficas e da inclinação do terreno (10 - 20%), colocam-se como os setores propícios para o deslocamento de areia, sendo mais vulneráveis os setores com declividade 20 - 30%, embora a descida de areia também ocorra em áreas de declividades moderadas (5 - 10%), onde a vegetação está ausente ou é escassa.

Pelo exposto, considera-se que, a sotavento da duna, há uma maior tendência para ocorrerem movimentos de massa, em decorrência do material friável que se movimenta por gravidade. Em se tratando de fatos localizados, pode-se avaliar que a mobilidade de areia em setores diferenciados da encosta é um problema relevante, tendo em vista a quantidade que se desloca para baixo, além do processo de rastejamento e/ou *creep* que também é ativo nas superfícies inclinadas e desnudas.

Figura 3 – Mapeamento preliminar das declividades



Considerações Finais

As possíveis causas naturais da evolução do ambiente dunar passam a ser conhecidas com a ampliação das áreas de *blowouts* e a migração das dunas. Neste sentido, as relações homem/natureza estabelecidas neste espaço precisam ser mais observadas para melhor se avaliarem os processos e mecanismos que causam alterações na paisagem, mesmo com a interferência apenas do clima.

Partindo-se do pressuposto de que o Parque das Dunas é uma área passível de alteração, colocam-se nesta perspectiva as possíveis mudanças temporais do clima e o tempo de adaptação às novas condições ambientais. Neste estudo, tem sido observado que diferentes processos e mecanismos evoluem com as condições sazonais - outono/inverno e primavera/verão -, em que as variações temporais ocorrentes durante o ano são significativas para se identificarem causas e efeitos dos processos em cadeia, considerando-se também as ações do homem.

Até o momento, embora não se disponha de dados suficientes para explicar a presença das áreas expostas na encosta de sotavento, as observações levam a se pensar na hipótese da migração de sedimentos que, por instabilidade, se deslocam do topo da duna, espalhando-se pela vegetação, para posteriormente se acomodarem onde os obstáculos desta e as rupturas de declive favorecem.

Os resultados de outras pesquisas fundamentadas na análise dos fenômenos que ocorrem no tempo e no espaço talvez possam melhor esclarecer fatos ainda não visíveis nesta escala de observação, tendo em vista as diferentes escalas que integram o complexo sistema interativo da dinâmica da paisagem, como a dos ecossistemas dunares.

Referências

DE BIASI, Mario. Carta de declividade: confecção e utilização. **Geomorfologia**, n. 21, p. 8-13, 1970.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Projeto **RADAMBRASIL**. (Levantamento de Recursos Naturais, v. 23). Rio de Janeiro: 1981. 740p.

CARVALHO LOURENÇO, Clécio Clayton de. **Aspecto ambiental da paisagem do Parque das Dunas. Natal-RN**. UFRN:CCHLA, 2010 . Dissertação (Monografia).

LEINZ, Victor.; AMARAL, Sérgio, Estanislau do. **Geologia Geral**. São Paulo: Nacional, 2001. 399.

SÍGOLO, Joel Barbujani. Processos Eólicos a Ação dos Ventos. *In: Decifrando a Terra*. TEIXEIRA, Wilson. *et al.*, (orgs.). São Paulo: Nacional, 2008, pp. 248 - 260.

COSTA, Jailton de Jesus ; SOUZA, Rosemeri Melo. Paisagem Costeira e Derivações Antropogênicas em Sistemas Dunares. **Scientia Plena**, v. 5, n. 10 ,p .105- 403, 2009.

FREIRE, Maria Socorro Borges. Experiência de revegetação nas dunas costeiras de Natal. **Brasil Florestal**, Brasília, DF, n. 53, p. 35-42, 1983.

FUNDAÇÃO INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E MEIO AMBIENTE DO RIO GRANDE DO NORTE. **Anuário Estatístico**. Natal, 2008. Disponível em: <www.rn.gov.br/idema>. Acesso em: 30 ago. 2010.

PERRIN, P.; COSTA, Maria Irani P. As dunas litorâneas da região de Natal, RN. *In: SIMPÓSIO DO QUATERNÁRIO DO BRASIL*, 4., 1982, Rio de Janeiro. Atas... Rio de Janeiro: Cenpes-Petrobras, 1982. p. 291-304.

RAMALHO, M. F. J. L. **Erosão em área urbana: uma abordagem sobre o ambiente e a ocupação do solo nas cidades de Natal e Parnamirim/RN**. *In: Nunes, E. , et al (org.)*. Dinâmica e Gestão do Território Potiguar. Natal: EDUFRN, 2007. p. 73 – 93.

RAMALHO, M. F. J. L. Considerações sobre risco de erosão na área urbana da grande Natal/ RN. **Territorium**, v. 17, p. 161 – 168, 2010.

RAMALHO, Maria Francisca de J. Lírio, FERNANDES, Erminio, SOUSA , Moacir Paulo. Risco de erosão nas dunas de Natal-RN. **Boletim de Geografia**, v. 29, n.2, p. 33-47, 2011.

Recebido em Março de 2013.

Publicado em Abril de 2013.