

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**A INSTALAÇÃO DOS BOSQUES DE PINUS E SUAS CONSEQÜÊNCIAS
NAS DUNAS DO PONTAL DE TAPES - RS**

MIGUEL ANGEL ZUAZO SANCHIS

ORIENTADOR: PROF. DR. ROBERTO VERDUM

PORTO ALEGRE - 2005

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

**A INSTALAÇÃO DOS BOSQUES DE PINUS E SUAS CONSEQÜÊNCIAS
NAS DUNAS DO PONTAL DE TAPES - RS**

MIGUEL ANGEL ZUAZO SANCHIS

ORIENTADOR: PROF. DR. ROBERTO VERDUM

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Luiz José Tomazelli

Prof^ª. Dr^ª. Dirce Maria Antunes Suertegaray

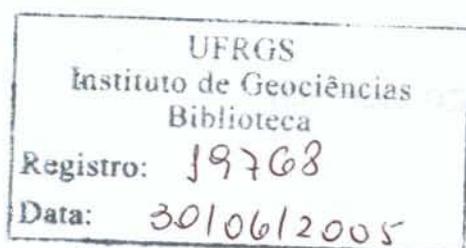
Prof. Dr. Nelson Luiz Sambaqui Gruber

T
9112(8165)
S2111
2005

**Dissertação de Mestrado apresentada
ao Programa de Pós-graduação em Geografia
como requisito para obtenção do Título de Mestre
em Geografia.**

PORTO ALEGRE - 2005

UFRS
Instituto de Geociências
Biblioteca



Sanchis, Miguel Angel Zuazo

A Instalação dos bosques de pinus e suas conseqüências nas dunas do Pontal de Tapes – RS. - Porto Alegre : UFRGS, 2005.
[109 f.] il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Porto Alegre, RS - BR, 2005.

1. Geografia. 2. Geomorfologia. 3. Tapes, RS. 4. Dunas.
5. Pinus. I. Título.

Catlogação na Publicação
Biblioteca Geociências - UFRGS
Renata Cristina Grun CRB10/1113

AGRADECIMENTOS

A universidade pública e gratuita (UFRGS).

Aos professores e funcionários do PPGEA.

A banca examinadora pela atenção dispensada a este trabalho.

Ao Clube Náutico Tapense pelo interesse de integrar-se ao projeto.

A professora Dida e a Sistemix Informática pelo apoio técnico.

Ao Alexandre, Colmar, Léo, Silvio e Sussuca, pelo aprendizado da "lagoa".

Ao professor Roberto, pelas orientações e pela liberdade de trabalho.

A Beth, Dalila e Joana pelo incansável apoio.

O espaço é hoje um sistema de objetos cada vez mais artificiais povoado por um sistema de ações igualmente imbuídas de artificialidade, e cada vez mais tendentes a fins estranhos ao lugar e a seus habitantes.

Milton Santos (1997, p.51)

RESUMO

O Pontal de Tapes está inserido dentro da Planície Costeira do Rio Grande do Sul e localiza-se ao noroeste da Laguna dos Patos. Até a década de 70, a área caracterizava-se por uma dinâmica regida pela ação dos ventos, das ondas e da corrente lagunar, compondo um ambiente caracterizado pela existência de banhados, dunas, bancos de areia, entre outras feições. Com a introdução de bosques de pinus, o Pontal passou por uma drástica alteração nos seus padrões eólicos de transporte e acumulação de areia. Este fato levou a área a uma nova dinâmica eólica e, por sua vez, morfológica. Neste estudo passamos a avaliar as conseqüências deste novo cenário. Para tal, monitoramos durante aproximadamente um ano (05.06.02 a 04.06.03) os parâmetros climáticos, bem como algumas dunas da área. A partir daí detectou-se a existência de quatro processos atuantes no ambiente: *translado*, *bloqueio*, *captura* e *carreamento*, sendo que os três últimos passaram a dominar o modelado do ambiente pós-pinus. A atuação desta nova dinâmica causou profundas alterações ao Pontal, como o desaparecimento de banhados e a descaracterização do sistema dunário.

Palavras-chave: Tapes. Dunas. Pinus. Geomorfologia. Geografia.

ABSTRACT

Pontal de Tapes is formed by a sandy spur insert in a Coastal Plain of Rio Grande do Sul and located in northwest of Laguna dos Patos. Until 1970's, this area was distinguished for a dynamic characterization by winds action, waves and lagoon's flow, forming the environment with swamps, dunes, sand bar, between others features. Introduced forest pine, Pontal passed by hard alteration in its eolic transportation pattern and sand accumulation. This fact took the area a new eolic dynamic, consequently morphological. In this study we started to evaluate the consequences of this new scene. Then during a year (05.06.02 to 04.06.03) was monitored the weather's parameters as well as some dunes' areas. From this was detected that there are four processes happening in the environment: *translado* (Translocation), *bloqueio* (blockage), *captura* (capture) and Carreamento (carry aside) being the last three, started to overcome the environment after pines pattern. This new dynamic performance caused deeply alteration in Pontal, such as swamp disappearance and uncharacterization of dunufield.

Keywords: Tapes. Dunes. Pinus. Geomorphology. Geography.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	3
RESUMO.....	5
ABSTRACT.....	6
1 INTRODUÇÃO.....	9
1.1 A ÁREA DE ESTUDO.....	9
1.2 O QUE MOTIVOU A PESQUISA?.....	14
1.3 OS NOSSOS OBJETIVOS.....	15
1.4 MÉTODOS E TÉCNICAS.....	18
2 O PONTAL DE TAPES.....	20
2.1 A PALEOGEOGRAFIA LAGUNAR.....	20
2.2 A FORMAÇÃO DO PONTAL DE TAPES.....	22
2.3 A OCUPAÇÃO HUMANA DO AMBIENTE.....	26
2.3.1 O Canal de Tapes.....	28
2.3.2 A instalação dos bosques de pinus.....	30
2.3.2.1 A política florestal brasileira.....	30
2.3.2.2 A chegada da PINVEST S.A.....	32
2.3.2.3 Os pinus no Pontal de Tapes.....	33
2.4 A RELAÇÃO DOS TAPENSES COM O PONTAL.....	37
3 O EÓLICO COMO AGENTE GEOMORFOLÓGICO.....	41
3.1 O EÓLICO NA PLANÍCIE COSTEIRA DO RIO GRANDE DO SUL.....	41
3.1.1 O eólico no Saco de Tapes.....	42
3.2 A AÇÃO GEOMORFOLÓGICA DO VENTO.....	43
3.2.1 O transporte eólico da areia.....	46
3.2.2 O processo de deposição.....	47
3.2.3 A construção das feições eólicas.....	48
3.3 AS FEIÇÕES EÓLICAS DO AMBIENTE REFERÊNCIA.....	50
3.3.1 A dinâmica da areia no ambiente referência.....	53
3.3.2 Classificação das feições eólicas do Pontal.....	54
3.3.3 A relação entre o eólico e a precipitação.....	61
3.3.4 As relações entre o eólico e o nível lagunar.....	62
4 A DINÂMICA EÓLICA DO PONTAL APÓS A INSTALAÇÃO DOS PINUS....	65
4.1 A OBTENÇÃO DOS DADOS EÓLICOS E DE PRECIPITAÇÃO.....	65
4.1.1 Os ventos registrados.....	66

4.1.2 Os ventos potenciais.....	67
4.1.3 O acompanhamento da precipitação.....	67
4.2 O MONITORAMENTO DAS FEIÇÕES EÓLICAS DO PONTAL.....	71
4.2.1 A localização dos experimentos.....	71
4.2.2 As balizas subaéreas.....	73
4.3 A alteração provocada pelos pinus na dinâmica eólica do Pontal.....	77
4.3.1 O <i>traslado</i>	77
4.3.2 O <i>bloqueio</i>	81
4.3.3 A <i>captura</i>	83
4.3.4 O <i>carreamento</i>	93
CONCLUSÃO.....	98
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	104

1 INTRODUÇÃO

1.1 A ÁREA DE ESTUDO

O Pontal de Tapes, também conhecido como Pontal do Santo Antônio, está situado na Laguna dos Patos e, conseqüentemente, na Planície Costeira do Rio Grande do Sul (PCRS).

Para uma melhor compreensão do ambiente em questão, torna-se necessário ter em conta que, segundo Villwock (1984), a PCRS teve o seu passado evolutivo guiado por sucessivas alterações no nível do mar nos últimos 500 mil anos.

Como conseqüência destes movimentos eustáticos, originou-se um sistema de barreiras, a maioria arenosas, orientadas paralelamente à costa. Hoje estas formações separam as antigas linhas de costa de onde atualmente encontra-se o Oceano Atlântico.

Este processo transgressivo-regressivo acabou por formar uma malha de corpos d'água com diversos tamanhos, alguns isolados e outros com

comunicação entre si ou com o Oceano Atlântico. Cabe salientar, pelo seu tamanho e importância, a Laguna dos Patos.

Acomodada sobre a Bacia Sedimentar de Pelotas, esta laguna possui um comprimento médio de 240 quilômetros, com largura variável de 10 a 60 km, recebendo em seus 9.800 km² a maior parte das águas das bacias do Sudeste do Rio Grande do Sul. Destaca-se a contribuição do Lago Guaíba (ao norte), o Rio Camaquã na porção central da costa oeste e da Lagoa Mirim (através do Canal São Gonçalo), ao sul.

Toldo (1994), considerando à pequena profundidade média (-6m) da Laguna dos Patos, interpretou ser a sua seção transversal semelhante a um prato, observando que tal fato influenciou sobremaneira o desenvolvimento dos esporões arenosos que se projetam para o interior da laguna.

O Pontal de Tapes é uma destas formações que, por suas características, constitui-se em uma das mais notáveis feições geomorfológicas da PCRS. Este esporão arenoso está situado na porção noroeste da Laguna dos Patos, possuindo uma orientação geral de sentido norte-sul, com uma leve tendência para noroeste-sudeste, servindo de limite leste para o Saco de Tapes, separando-o do restante da Laguna dos Patos (figuras 1A e 1B).

Delaney (1965, p27) descreveu o Pontal como "o maior esporão existente na planície costeira, estendendo-se para o sul e sendo dotado de um esporão recurvado em sua extremidade, com direção oeste. A projeção sul do

esporão possui 27 km de comprimento e o esporão recurvado 7 km" (figura 1C).

O Pontal teve os seus processos morfológicos predominantemente determinados pela deposição fluvio-marinha, sob a influência da dinâmica eólica, pluviométrica e das oscilações sazonais do nível lagunar. Desta dinâmica resultou um ambiente composto basicamente por campos de dunas, banhados, capões de mata nativa e depósitos de turfa, como detalharemos no segundo capítulo.

Para efeito de estudo, vamos considerar uma área de aproximadamente 2400 hectares, compreendida nos seguintes limites (figura 2): Norte: linha no sentido oeste-leste, traçada entre o Capão do Varalzinho e o Cantão; Sul: Ponta do Santo Antônio; Leste: Laguna dos Patos; Oeste: Saco de Tapes.

Visando facilitar o entendimento dos processos no Pontal, compartimentamos a área em três ambientes distintos: Base, Alagadas e Extremidade, como podemos observar no mapa da área.

Figura 1A, 1B, 1C: Fotografias aéreas oblíquas do Pontal e do Saco de Tapes

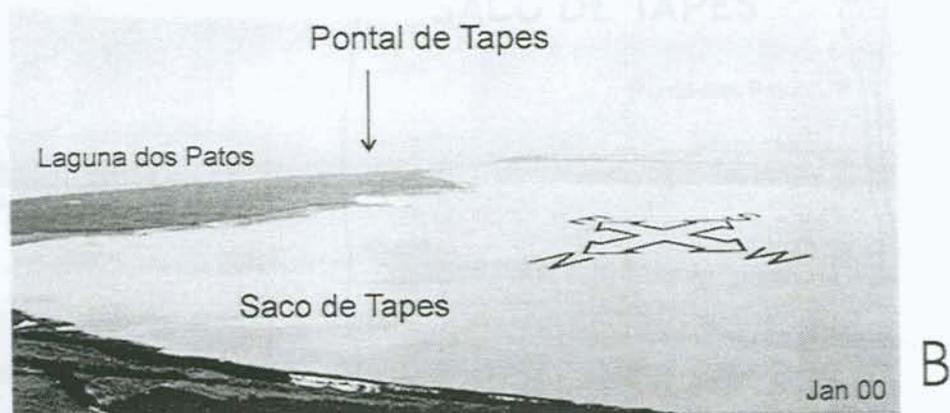
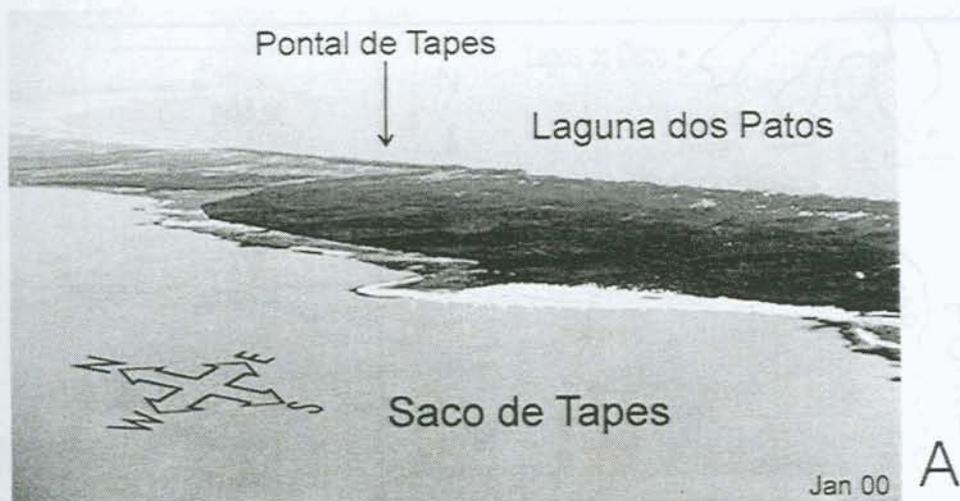


Figura 2: Mapa Parcial do município de Tapes onde situa-se a área de estudo.



1.2 O QUE MOTIVOU A PESQUISA?

Na década de 70 (século XX) a empresa PINVEST de "reflorestamentos", beneficiada por incentivos fiscais, introduziu o pinus em uma área de aproximadamente 18 mil hectares ao norte do Município de Tapes. Incluía-se aí boa parte do Pontal de Tapes, onde a espécie *Pinus taeda* predominou (figura 3).

Desde então, a comunidade local passou a considerar a possibilidade de que estes bosques estariam causando uma drástica alteração nos processos hídricos e eólicos do local, capazes de modificar os processos de transporte e deposição dos sedimentos no ambiente.

Um dos efeitos mais notáveis poderia ser a retenção da circulação da areia oriunda da costa leste (Praia de Fora) para o interior do Pontal, impedindo, assim, o transporte e, conseqüentemente, a alimentação dos campos. Este material segundo TOLDO (1994), provém dos depósitos praias alimentados pelas ondas perpendiculares que chegam a costa leste do Pontal, trazendo os sedimentos provenientes principalmente do Guaíba.

Com a implantação dos pinus, não se excluía a possibilidade de haver cessado o transporte da areia realizado pelos ventos predominantes oriundos da Laguna dos Patos. Por este motivo estes sedimentos estariam então impedidos de penetrar no interior do Pontal, ficando desta forma impossibilitados de atingir à margem oeste do mesmo.

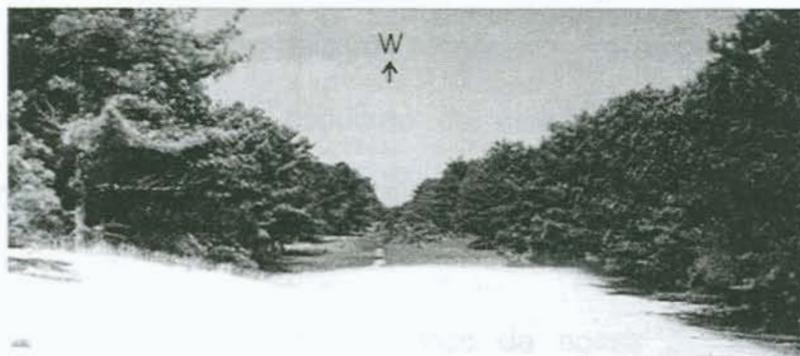
Considerou-se então a possibilidade de estar havendo um déficit de areia no interior do ambiente, acarretando uma série de implicações como a diminuição do tamanho de algumas dunas. O fato tornava-se mais notável na área localmente conhecida como Cômoros, visível desde a cidade de Tapes e considerada uma atração turística do município (figura 4).

A possível mudança na dinâmica das dunas do Pontal passa a ser percebida no dia-a-dia dos moradores da cidade de Tapes. Frequentemente, ouvimos cidadãos comentando sobre a progressiva perda da altura nas dunas dos Cômoros: "Era coisa mais linda. Areia que não acabava mais. Quando era pequeno a gente se jogava lá do alto e caía direto na água. Os cômoros estão cada dia diminuindo mais, desde que colocaram os pinus lá do outro lado." (Figura 5).

1.3 OS NOSSOS OBJETIVOS

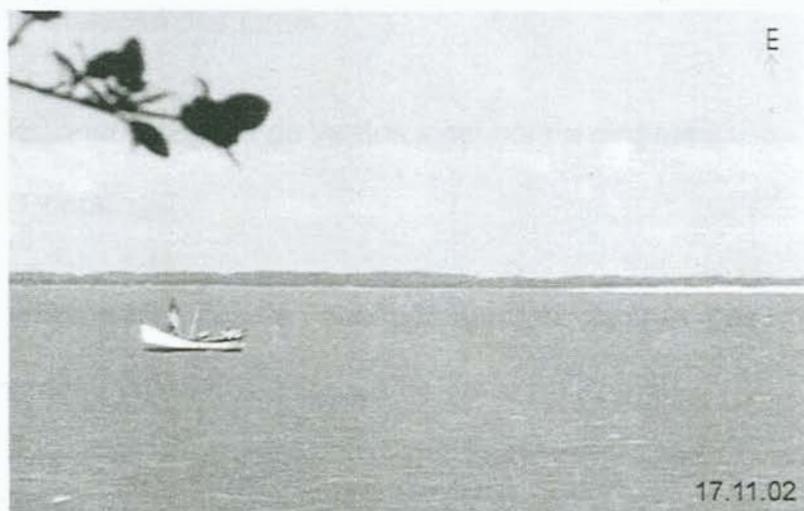
As modificações morfológicas no Pontal, após a introdução dos bosques, eram notórias. No entanto, não se sabia precisamente qual os processos que estavam causando essas alterações. Qualquer tentativa de reverter a situação, teria que, obrigatoriamente, passar pela compreensão dos processos desta nova dinâmica pós-pinus.

Figura 3: Os *Pinus taeda* no Pontal de Tapes



12.10.03

Figura 4: O Pontal visto desde a cidade de Tapes



17.11.02

Figura 5: Passeio nos Cômoros (década de 70).



No final do ano de 2001 resolvemos então procurar uma resposta para aquela pergunta do cotidiano do cidadão Tapense: O que estará acontecendo com as dunas do Pontal de Tapes?

Para tal, definimos o foco de nossa pesquisa, passando a estabelecer os nossos objetivos.

- a) Classificar e caracterizar as feições eólicas do ambiente antes da instalação dos pinus.
- b) Relacionar o regime de ventos local com a dinâmica das dunas do Pontal.
- c) Levantar o histórico da ocupação humana da área e os motivos da implantação dos bosques de pinus no Pontal.
- d) Detectar as modificações na dinâmica eólica após a introdução dos pinus.
- e) Avaliar o quanto estes bosques interferem em uma possível redefinição da morfologia existente antes da implantação desta vegetação exótica no ambiente (figura 6).

Em síntese, o objetivo principal deste trabalho será o de analisar as modificações provocadas pela introdução dos bosques de pinus na dinâmica eólica e morfológica do Pontal de Tapes.

Figura 6: A instalação dos pinus no ambiente dunário



1.4 MÉTODOS E TÉCNICAS

Os métodos e as técnicas utilizados neste trabalho encontram-se pulverizados na dissertação. Visando facilitar a consulta, apresentamos abaixo a localização de cada procedimento.

- * A reconstituição das feições eólicas no ambiente pré-pinus: 3.3
- * Parâmetros do vento em relação a areia: 3.3.1 e 4.1.2
- * A Classificação das feições eólicas do Pontal: 3.3.2
- * A obtenção dos dados eólicos e de precipitação: 4.1

* A instalação das balizas em campo: 4.2.1

* A utilização das balizas subaéreas: 4.2.2

* A análise comparativa dos perfis resultantes 4.3

2 O PONTAL DE TAPES

2.1 A PALEOGEOGRAFIA LAGUNAR

Para a compreensão dos processos geomorfológicos do ambiente abordados neste trabalho, tornou-se necessário alicerçar boa parte de nossos estudos nas contribuições de pesquisadores da UFRGS e FURG que, nas últimas décadas, tem contribuído para o melhor entendimento da PCRS e, especificamente, da Laguna dos Patos.

Partindo destes estudos é possível afirmar que a PCRS teve a sua formação guiada por processos de acréscimo lateral, resultante de quatro sistemas deposicionais definidos por Villwock (1984); Villwock & Tomazelli (1992), como sistema laguna barreira.

Neste modelo, sucessivos ciclos glacio-eustáticos ocorridos durante o quaternário geraram um sistema de barreiras, conseqüência de períodos regressivos-transgressivos governados por sucessivas mudanças do nível do mar.

Estas variações eustáticas acabaram por influenciar o regime de provimento de sedimentos das terras altas adjacentes (Planalto Gaúcho e do

Sudeste), através dos leques aluvionais coalescentes, contribuindo para a formação deste sistema (LEHUGEUR, 1991).

No desenrolar dos eventos glacio-eustáticos, as barreiras e os leques aluvionais passaram a ser sucessivamente retrabalhados, produzindo em algumas áreas a sobreposição e o truncamento das feições antigas por outras mais recentes.

Conforme Tomazelli e Villwock (op. cit.), foi a partir da terceira barreira, formada no final do pleistoceno, que ocorreu a implantação definitiva do sistema lagunar Patos-Mirim. No entanto, seria durante o holoceno que iria ocorrer o desenvolvimento da maioria das atuais feições lagunares.

Há cerca de 5.000 anos atrás ocorreu a quarta e última transgressão pós-glacial do mar, quando o seu nível atingiu de 4 a 5 metros acima do atual. Com o final deste processo transgressivo sucedeu-se uma nova fase regressiva, resultando no surgimento de uma quarta barreira lagunar. A consequência disso, segundo os mesmos autores, teria sido o rebaixamento do nível de base e a consequente progradação das margens lagunares.

Durante a construção desta quarta barreira, segundo os mesmos autores, uma seqüência de pequenas oscilações transgressivas-regressivas, geraram uma série de cordões litorâneos (feixes de praia) que passaram a delinear muitas das feições atualmente encontradas na Laguna dos Patos.

O processo de crescimento das margens lagunares estabilizou-se entre 1000 a 2000 anos A.P., quando ocorreu a gradual retomada do processo transgressivo. O aumento do nível lagunar passou então a retrogradar os feixes anteriormente construídos. Como conseqüência desta nova dinâmica erosiva, alguns ambientes passaram a expor depósitos de matéria orgânica, como a turfa, acumulada entre as seqüências de cordões litorâneos (figura 7).

Ao mesmo tempo, passou haver uma disponibilidade significativa de areia oriunda da destruição dos cordões arenosos. Segundo Villwock & Tomazelli (op. cit.), estes sedimentos, associados a um regime de ventos favoráveis, permitiram a construção do atual campo de dunas transgressivas, passando a modificar sobremaneira a morfologia dos corpos lagunares da PCRS.

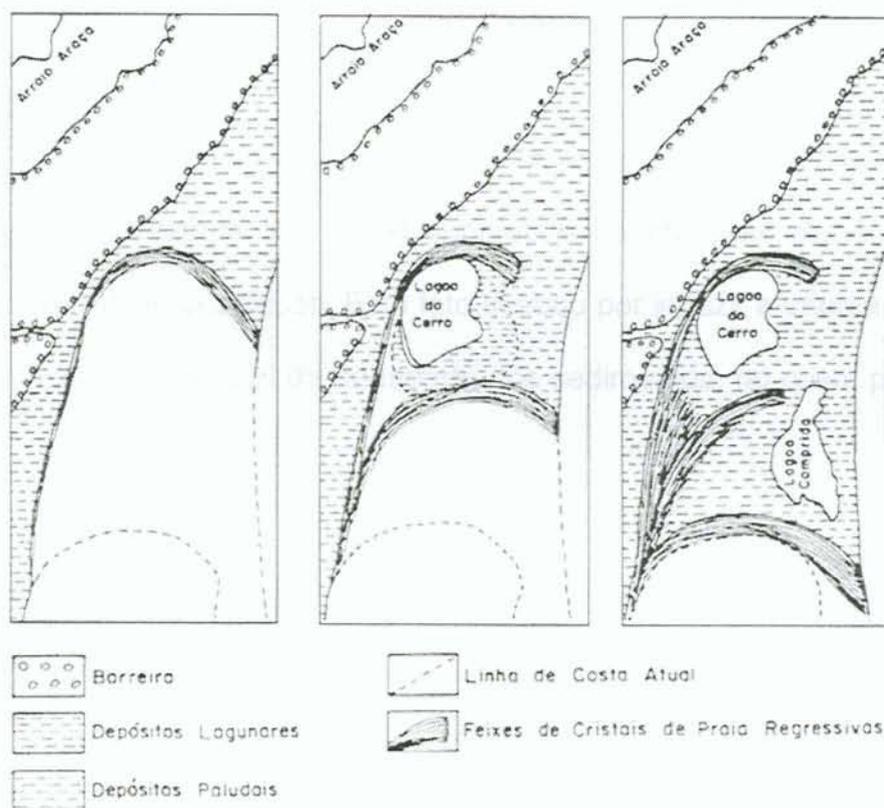
2.2 A FORMAÇÃO DO PONTAL DE TAPES

Em conformidade com o modelo evolutivo da PCRS, Ev (1990), afirma que o Pontal de Tapes iniciou a sua formação a partir da construção dos feixes praias, resultantes das pequenas oscilações eustáticas holocênicas anteriormente citadas (figura 8).

Figura 7: A turfa na Praia de Fora (costa leste).



Figura 8: Reprodução de mapa onde Ev (1990) propõe um modelo evolutivo para o Pontal de Tapes durante o holoceno.



Para o autor esta seqüência de feixes resultantes de processos regressivos-transgressivos seria o responsável pelo isolamento das Lagoas do Cerro, Suja e Comprida, estabelecendo assim a configuração atual da parte norte do Saco de Tapes. Ev (op. cit.) admite também que, de igual maneira, foram estas feições as responsáveis pelo início do desenvolvimento do Pontal.

Ancorado sobre este sistema de feixes, o Pontal passou a crescer como resultado do transporte e da deposição de sedimentos ao longo das praias lagunares, Iniciando assim o seu crescimento moderno. Segundo Toldo (1989) a maioria dos sedimentos que alimentam o Pontal provém do sistema de plumas lançadas pelo Lago Guaíba na porção norte da Laguna dos Patos (figura 9).

Conforme o mesmo autor, quando da chegada deste material à margem lagunar, o mesmo passa a ser submetido ao processo de deriva litorânea e a conseqüente deposição. Este fato acabou por induzir a orientação do Pontal no sentido preferencial do transporte dos sedimentos, no caso, para o sul.

Ao que tudo indica, o processo de construção do Pontal deu-se em um período recente. Toldo (1991), referindo-se ao Pontal das Desertas, localizado a nordeste da Laguna dos Patos, estimou em menos de 300 anos a formação deste ambiente. Tomazelli (1994), considerou na possibilidade de que as dunas livres mais antigas da PCRS possuem uma idade inferior a 1500

Figura 9: Imagem indicando a carga de sedimentos lançados pelo Guaíba no norte da Laguna dos Patos.

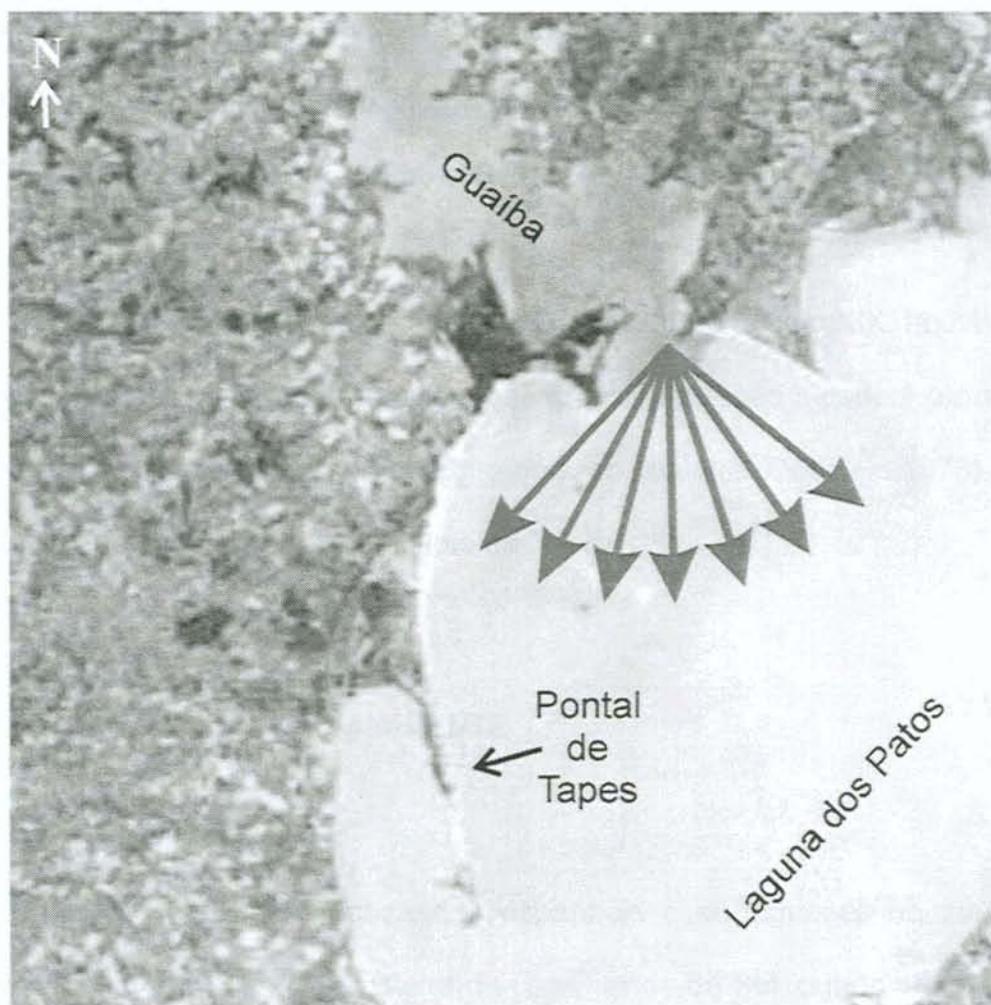


Imagem da MISR de 11.12.98, reproduzida de www.popa.com.br

anos. Até que sejam realizados estudos mais profundos, iremos considerar o ambiente com uma idade dentro desta faixa.

Assim, a morfologia atual do Pontal de Tapes resulta da acomodação de sedimentos transportados pela circulação lagunar e condicionados a uma dinâmica de padrão de ondas e de ventos, tendo o seu crescimento delineado uma porção lagunar distinta da Laguna dos Patos: o Saco de Tapes (SCHWARZBOLD, 1986 e GUERRA, 1988).

Na margem oeste deste ambiente, no início do século XIX, houve a formação de uma aglomeração urbana baseada na produção saladeril e no aproveitamento do ancoradouro natural junto ao saco lacustre (Copstein 1973), surgindo assim a cidade sede do município de Tapes.

2.3 A OCUPAÇÃO HUMANA DO AMBIENTE

Muito antes da chegada dos espanhóis e portugueses no que hoje conhecemos como Planície Costeira do Rio Grande do Sul, outros grupos humanos viveram nesse ambiente.

As pesquisas realizadas na região noroeste da Laguna dos Patos indicam a presença de sítios arqueológicos denominados "cerritos". Segundo Bitencourt (1994) e Kern (1997), estas formações artificiais elevadas sobre áreas de banhado foram ocupadas por grupos caçadores-coletores com

cerâmica desde 1500 A.P., Inicialmente pelo grupo da Tradição Vieira e posteriormente por indivíduos da Tradição Tupi-guarani.

Schmitz (1997) mapeou a ocorrência destes cerritos na área norte do Saco de Tapes. Concretamente, porém, pouco se sabe das populações pré-colombianas da nossa área de trabalho. Até agora, o maior indicativo da existência destes grupos estão nos fragmentos cerâmicos facilmente encontrados nas margens do Pontal de Tapes (figura 10).

Com o início da colonização européia no final do século XVIII, teve início a ocupação das áreas de planície no noroeste da Laguna dos Patos. O povoamento oficial, a exemplo de outras regiões do estado, estabeleceu-se a partir da criação de grandes lotes, conhecidos como sesmarias.

Coube a Matias Pereira da Silva uma área de 1,5 por 0,5 léguas ao norte do Saco de Tapes (Cibils,1959). Esta sesmaria, posteriormente, daria origem a Fazenda Santo Antonio (figura 11), que no início do século XX dedicava-se à criação de gado, ao cultivo e beneficiamento do arroz e a fabricação de crina vegetal a partir das ramas dos butiazeiros nativos.

Neste contexto a área não fica incólume aos fatos marcantes da história rio-grandense. Durante a Revolução Federalista de 1893, tropas legais empenham-se na "prisão e remessa de praça desertora, refugiado na Fazenda Santo Antônio" (Cibils 1993, p49). Na Federalista de 1923 o estabelecimento voltou a ser palco das refregas.

o estabelecimento é invadido intempestivamente, ora por forças legalistas, ora pelos insurretos das hostes assistidas, rompendo e destruindo aramados, abatendo e carneando vacas em pleno campo, requisitando cavalos, prendendo empregados e castigando-os, inclusive o capataz. (Martins, 1971, p. 69).

Acreditamos que o Pontal, nesta época já estava, na prática, incorporado a fazenda. Isso provavelmente, segundo Sanchis (2003), gerou a denominação Pontal do Santo Antônio, pela qual também é conhecida a área.

2.3.1 O CANAL DE TAPES

Apesar dos fatos históricos ocorridos na região e da criação extensiva de gado, até o início do século XX a área manteve-se ileso de uma significativa interferência ambiental.

Porém na década de 30 surge na elite econômica tapense à idéia de fazer uma cisão na base do Pontal. A obra teria a função de diminuir o percurso, evitando "o empecilho que é o Pontal de Tapes, que encarece os fretes em virtude da longa volta a que são obrigadas fazer as embarcações vindas de P. Alegre" (jornal A INFORMAÇÃO de 09.08.1936. figura 12).

Em 1936, durante o governo do General Flores da Cunha, realizaram-se inclusive os levantamentos topográficos na área entre o Cantão e o Varalzinho. A obra, apadrinhada pelo governador, ao que parece só não foi executada por questões políticas. No retorno de uma visita a Tapes, em setembro de 1937, o General deparou-se com a deflagração do Estado Novo de Vargas. O governador renuncia e foge para o Uruguai (PESSAVENTO, 1992).

Com a implantação do transporte rodoviário na década de 60/70 e a conseqüente desativação do porto de Tapes, o projeto acabou caindo no esquecimento.

2.3.2 A INSTALAÇÃO DOS BOSQUES DE PINUS

No início dos anos 70, grandes áreas do Pontal foram ocupadas pelo plantio de pinus. A instalação destes bosques ocorreu em um período cujo cenário político-florestal era bastante favorável às empresas do ramo.

2.3.2.1 A política florestal brasileira

A política florestal brasileira, segundo Gonçalves (2000), teve três fases distintas:

Primeira, até 1964 (estrutura corporativista), quando a partir da criação de institutos e códigos, vigora uma mentalidade de modernização rural com o uso racional dos recursos florestais exóticos.

Segunda fase, de 1965 a 1988 (fase dos incentivos) onde ocorre o favorecimento governamental aos grandes grupos florestais. Por este motivo houve uma vertiginosa expansão do plantio de espécies exóticas.

Fase atual, de 1988 em diante (omissão do estado), caracterizada pela inexistência de controle e de políticas florestais e por uma terceirização da produção.

Para Lovera (2000, p43), as políticas florestais agem em nível global e consistem em "privilegiar a plantação massiva de monoculturas florestais exóticas para prover de suficiente matéria-prima as indústrias transformadoras, a preços mínimos e sem interrupções".

No Brasil este processo ficou explícito durante a fase dos "Incentivos Fiscais", quando o governo passou a estimular através de subsídios, (entenda-se repassar dinheiro público) a criação de grandes áreas plantadas com eucalipto e pinus.

No Rio Grande do Sul a "farrá" dos incentivos fiscais dos anos 70 e 80, promoveu a instalação indiscriminada de extensos bosques exóticos em

diversas áreas. Cabe destacar por sua expressividade, a ocorrência destes investimentos na PCRS, principalmente no entorno da Laguna dos Patos.

2.3.2.2 A chegada da PINVEST S.A.

Dentro deste cenário, surge em Tapes o grupo Pinheirais Gaúchos Investimentos S.A. (PINVEST).

"Organizada por um pugilo de conhecidos capitalistas e industriais patricios (...) liderados pelo Sr José Veríssimo de Noronha Filho, cidadão que já trazia em sua bagagem a experiência de outros empreendimentos florestais no Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná". (Martins, 1971, p73)

Em 1971, a empresa passou a controlar boa parte da então Fazenda Santo Antônio, incluindo-se aí o Pontal de Tapes. O Projeto da sociedade previa inicialmente o plantio de 18.000 hectares, "não obstante a sua meta de elevar-se a 40.000 hectares" a partir da incorporação de propriedades vizinhas (MARTINS, 1971, p73).

Logo no início do plantio surgiram os primeiros danos socioambientais. As áreas de dunas e banhados no nordeste e leste da fazenda foram em grande parte arrasados. A vegetação de campos com butiazais da porção norte e oeste da área foram em grande parte dizimados. Hoje ainda é possível observar esta vegetação nas áreas próximas ao investimento (figura 13).

Conforme depoimento de ex-funcionário que trabalhou no empreendimento, usava-se para retirar a vegetação e aplainar o terreno um par de tratores com uma grossa corrente de ferro esticada entre eles. Desta forma a vegetação era arrancada, dando início ao plantio dos pinus.

Na época, e estamos falando do Brasil no início dos anos 70, não parece ter havido maiores críticas. Um dos motivos foi à ideologia do progresso e emprego que estas empresas traziam em seu arcabouço. Levino Martins, Jornalista e empresário rural em Tapes, afeito às idéias dos investidores da PINVEST, afirmava que no plantio seriam ocupados "cerca de 300 homens, cujo número irá aumentar progressivamente à medida que se tornar necessário, desde 1.000 a 6.000 operários" (Martins op cit, p74). Não há um levantamento do número de empregados, mas no auge do plantio, conforme o mesmo ex-funcionários, não passou de 300 operários.

A questão da propriedade da terra foi outro problema. Muitas das áreas incorporadas ao empreendimento da Fazenda Santo Antônio, principalmente na porção ocidental, junto às coxilhas do Butiá e Camélia, eram sucessões de antigas sesmarias, cuja pose sempre tendeu para o lado mais forte.

2..3.2.3 Os pinus no Pontal de Tapes

Movida pelos incentivos fiscais patrocinados pelo governo, a PINVEST, em 1973, já havia levado os pinus até o Pontal. A espécie escolhida foi o *Pinus taeda*, nativa da borda atlântica dos EUA e também conhecida como

Pinus de Loblolly, Pinus do Arkansas ou Pinus da Carolina do Norte (Baker & Langdon).

O plantio deu-se em talhões orientados no sentido leste-oeste, ocupando boa parte dos ambientes de dunas e banhados do Pontal. A porção Base e Extremidade foram, respectivamente, as mais atingidas (figura 14). As alagadas, apesar dos indícios que acusam a tentativa de plantio (figura 15), ficaram livre dos pinus na fase de implantação dos bosques.

O fato pode nos indicar que, apesar do Pinus taeda oferecer uma boa adaptabilidade às condições do solo arenoso e a temperatura (Baker & Langdon op. cit.), a implantação do pinus no Pontal tenha sido, no mínimo, uma ousadia.

Por se constituir em um ambiente assolado pelos ventos e pelas periódicas inundações causadas pela variação do nível lagunar, facilmente percebe-se não ser este o local favorável à implantação destes bosques. Na atualidade isto fica notório quando observamos algumas áreas de plantio. Depois de mais de trinta anos de crescimento é possível encontrar lotes cujo diâmetro das árvores não ultrapassa vinte centímetros (figura 16).

Teria o plantio de pinus neste ambiente sido um erro técnico? Ou o Pontal apenas serviu de substrato para as ações de captação de recursos públicos fornecidos pela política de incentivos fiscais da época? Estas são questões que até hoje carecem de um maior aprofundamento.

Figura 13: Os campos com butiazais, localizados próximo aos bosques exóticos (Localidade do Butiá-Tapes).



Figura 14: Distribuição dos pinus no Pontal de Tapes. Mapa produzido pelo autor.

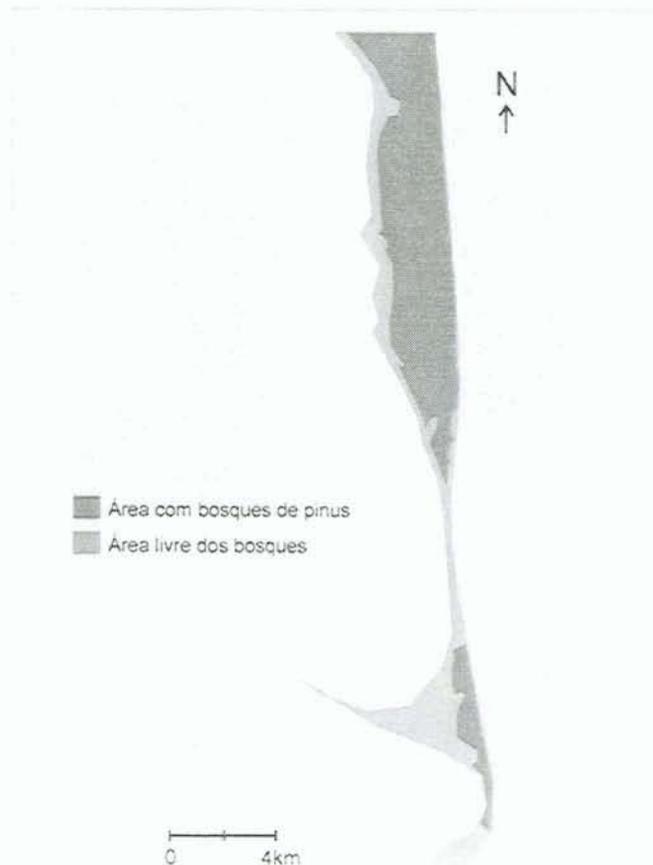


Figura 15: Indícios da tentativa de implantar os pinus nas Alagadas.



Figura 16: O desenvolvimento dos pinus. Comparativo com garrafa "PET" de 2 litros.



2.4 A RELAÇÃO DOS TAPENSES COM O PONTAL

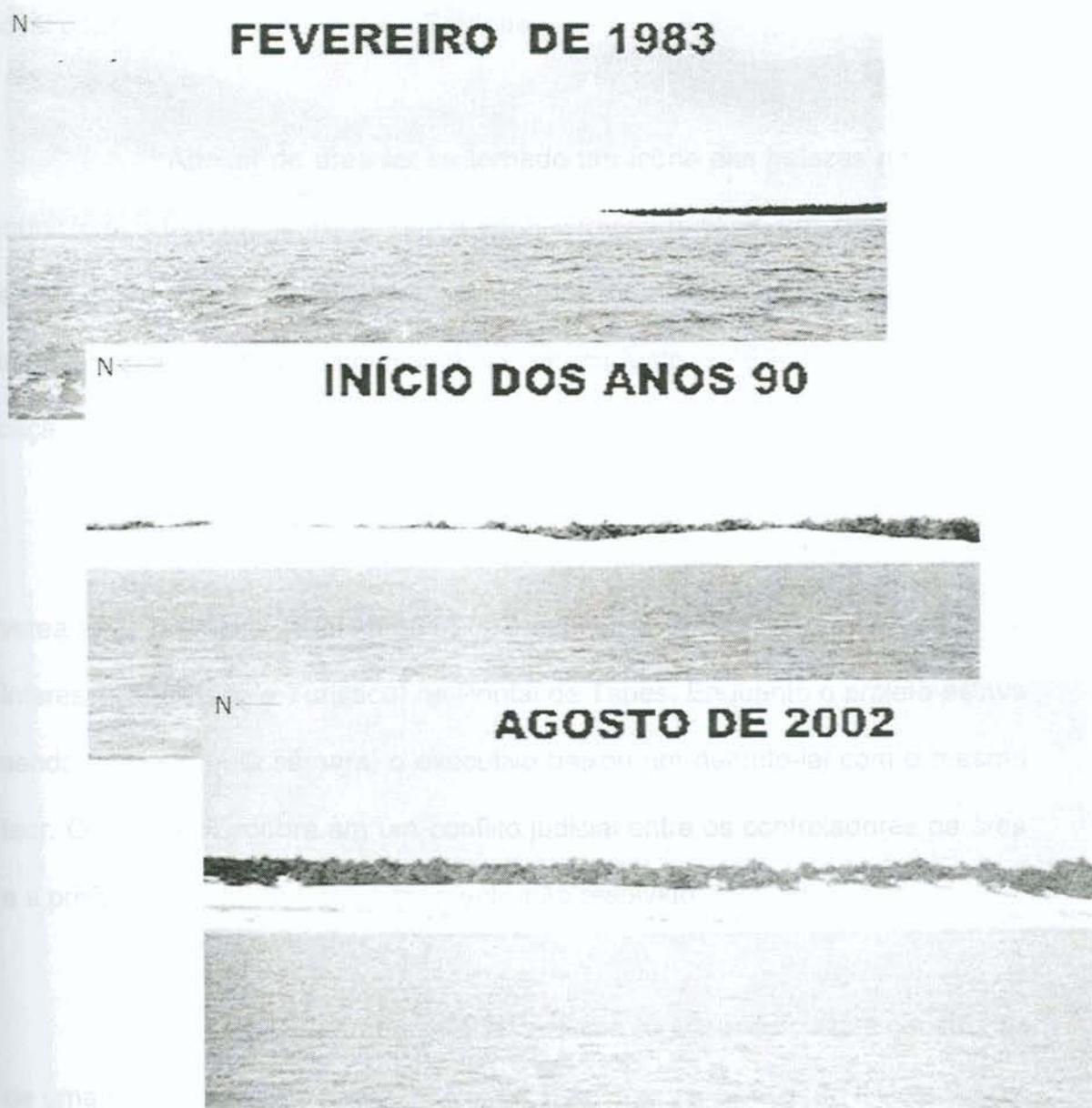
No início dos anos 80, menos de uma década após a instalação dos bosques exóticos no ambiente, os habituais freqüentadores da área começam a perceber a modificação da paisagem. Muitos Barqueiros do CNT e até mesmo alguns moradores de Tapes, acostumados a visualizar o Pontal desde a cidade, observam que as dunas dos Cômoros e do Roncador estão diminuindo de altura, como podemos observar na seqüência ilustrativa da figura 17.

O município desde a década de 50 (século XX) havia se direcionado no sentido de desenvolver o turismo. Porém, no final dos anos 80, problemas como a crônica falta de gerenciamento de suas praias junto à sede urbana, bem como o descuido com seu esgoto cloacal, começaram a comprometer os esforços de consolidar Tapes como uma cidade balneária.

Neste cenário o Pontal com suas praias "virgens" e suas dunas de areia passaram a representar nas últimas décadas, uma válvula de escape de um quadro de decadência socioambiental dos balneários tapenses.

Isso ficou patente no início dos anos 90, quando foi criada a prova de natação denominada "A TRAVESSIA DO PONTAL DE TAPES" que, apesar do nome, constitui-se em realizar a travessia do Saco de Tapes.

Figura 17: Montagem fotográfica ilustrativa das alterações ocorridas nos Cômoros após o desenvolvimento dos pinus.



Na mesma época um hotel de porte médio situado junto à cidade passa a se denominar de Pontal Tapes Hotel. Na mesma linha surge o loteamento urbano Pontal da Lagoa, ambos distantes no mínimo 7 quilômetros da área. Ainda neste contexto, os Cômoros passam a receber da imprensa local o exótico nome de "Baleias Brancas".

Apesar da área ter se tornado um ícone das belezas naturais do município, o fato não impediu que a administração pública, em 1992, autorizasse à exploração de areia, através de dragas, na margem leste do Saco. Após intensa mobilização da comunidade, a licença junto a FEPAM acabou sendo caçada.

Em 2003, o poder executivo municipal envia a câmara de vereadores o projeto de lei Nº 001/2003, criando a "ARIET" (Área de Relevante Interesse Ecológico e Turístico) no Pontal de Tapes. Enquanto o projeto estava sendo avaliado pela câmara, o executivo baixou um decreto-lei com o mesmo teor. O fato se desdobra em um conflito judicial entre os controladores da área e a prefeitura municipal, até o momento não resolvido.

Em 2004, a empresa que gerencia os bosques inicia a construção de uma picada na costa oeste do Pontal, bem como a colocação de cercas em algumas áreas.

Neste ínterim, alheios ao desenrolar do quadro econômico e político do município, os bosques de pinus cresciam, enquanto o tamanho das dunas aparentemente diminuía.

3 O EÓLICO COMO AGENTE GEOMORFOLÓGICO

3.1 O EÓLICO NA PLANÍCIE COSTEIRA DO RIO GRANDE DO SUL

Para a compreensão da dinâmica eólica-geomorfológica do nosso ambiente de estudo, torna-se premente a caracterização dos padrões climáticos que atuam na área. Sob a luz desta pesquisa destacamos os padrões de ocorrência dos ventos, visto ser esta a principal força motora dos processos morfológicos na PCRS.

A ação dos ventos sobre o ambiente dunário na nossa planície costeira, provavelmente causou aos primeiros viajantes que chegaram ao nosso estado uma forte impressão. Herrmann Rudolf Wendroth de passagem pelo Rio Grande do Sul no século XVII, retratou a influência do eólico na paisagem litorânea junto à cidade de Rio Grande, como se observa na aquarela deste aventureiro alemão (figura 18).

Uma das peculiaridades da PCRS é o fato dela estar inserida dentro de uma zona subtropical, cujo clima em grande parte é controlado pela atuação de duas massas de ar: o Anticiclone Subtropical Semi-Permanente do Atlântico Sul (Anticiclone Santa Helena) e as massas de origem polar

(Hasenack & Ferraro, 1989). A variação sazonal na dinâmica destas massas acaba por determinar boa parte dos padrões climáticos da área (Nimer 1977).

Um dos resultado da alternância na atuação destas massas sobre a PCRS é a ocorrência dos ventos que, de maneira geral, possuem uma forte intensidade. Ao mesmo tempo apresentam um caráter bimodal, onde "o vento NE, dominante, sopra o ano todo, enquanto o vento secundário, proveniente de W, se torna mais importante nos meses de outono e inverno." (TOMAZELLI, 1994, p64).

3.1.1 O EÓLICO NO SACO DE TAPES

Os dados sobre o vento no município de Tapes foram coletados entre 1923 e 1948, por uma estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia, outrora existente na cidade. Moreno (1961), baseado nos dados desta estação, indicou a predominância dos ventos de leste e nordeste, sendo significativo à ocorrência do sudeste durante o outono (Tabela 1).

Tabela 1: indicando os ventos mensais predominantes no município.

Mês	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Anual
Ventos	E	E	E	SE	SE	NE	NE	NE	E	NE	E	E	E

Fonte: INMET

Verlangieri (1989), trabalhando com os dados da mesma estação, determinou os dois ventos mais atuantes em cada estação do ano (Tabela 2).

Tabela 2: indicando os ventos sazonais predominantes no município entre 1923 e 1948.

Estação do Ano		Verão	Outono	Inverno	Primavera
Ventos	1ª Maior Ocorrência	E	SE	NE	E
	2ª Maior Ocorrência	E	E	NE	NE

Fonte: INMET

A predominância dos ventos de E e NE indicados pelos dados da estação encontram-se bioindicados na costa leste do Pontal de Tapes, onde é observado o arqueamento provocado na vegetação sob a influência dos ventos predominantes (figura 19).

A ocorrência do vento nordeste na porção setentrional da Laguna dos Patos também é destacada por Toldo (1989, 37p) que chama a atenção para a ação de ventos menos freqüentes, como os de sul, sudeste e sudoeste, "pois estas direções de vento apresentam velocidades expressivas, principalmente nos meses de inverno".

3.2 A AÇÃO GEOMORFOLÓGICA DO VENTO

O vento, devido a sua capacidade de realizar o transporte e deposição de sedimentos, constitui um dos mais importantes modeladores geomorfológicos.

Figura 18: "Montanhas Voadoras" (1856). Aquarela de Herrmann Rudolf Wendroth



Figura 19: Os ventos predominantes de E-NE bioindicados na Praia de Fora.



20.09.02

Os estudos da dinâmica eólica e sua atuação sobre o relevo, em sua grande parte, desenvolveram-se em ambientes desérticos, como o clássico trabalho de Bagnold (1941). No entanto, o comportamento das dunas nestes ambientes apresenta características distintas daquelas observadas em áreas costeiras. Fatores como umidade e cobertura vegetal constituem o principal diferencial (Pethick, 1969). Soma-se a isso o fato de que a atuação do eólico nestes ambientes, além de mobilizar a areia, exerce uma forte influência sobre as ondas e as correntes litorâneas, influenciando sobremaneira o conjunto de processos que determinam a dinâmica dunária.

Tomazelli (1993, p18), referindo-se ao papel desempenhado pelo eólico na PCRS, afirma que "juntamente com as variações relativas do nível do mar, ele é o agente responsável pelos mais significativos processos geomorfológicos que nela atuam". Entre os quais o mesmo autor cita:

- a) Formação de campo de dunas
- b) Geração de ondas locais
- c) Correntes marinhas
- d) Influência sobre a deriva litorânea de sedimentos
- e) Influência sobre a configuração das praias
- f) Controle da morfologia de corpos lagunares.

3.2.1 O transporte eólico da areia

O desenvolvimento de um ambiente dunário está estritamente ligado a capacidade do vento em transportar os grãos. Segundo (Bagnold, 1941), a quantidade de areia transportada está intimamente vinculada à velocidade, ao tempo e a direção em que o vento atuou. Conforme Tabajara (2000), a sua mobilidade é afetada, por cinco principais fatores:

- a) Umidade e temperatura, capazes de alterar o grau de coesão dos grãos, inibindo o transporte.
- b) Crostas superficiais, provocadas por concreções em superfície.
- c) Rugosidades superficiais, tais como conchas, areia grossa, entulhos, vegetação, capazes de restringir o transporte e criar zonas de turbulência.
- d) Morfologia praial, onde as suas características intrínsecas geram diferentes respostas dos grãos ao vento.

Cabe ainda destacar a maneira pela qual estes grãos são transportados pelo vento. Segundo o US. ARMY CORPS OF ENGINEERS (1984), o deslocamento da areia pode ocorrer de três maneiras:

- a) Suspensão. Ocorre quando sedimentos de pequeno tamanho são transportados por correntes de ar a grandes distâncias.

- b) Rastejamento ou tração. Quando há o rolamento de grãos provocado pela ação do vento, ou pelo impacto ao ser atingido por outro grão.
- c) Saltação. Caracteriza-se pela movimentação dos grãos em pequenos e sucessivos saltos, realimentados pelo impacto dos grãos em queda.

Conforme Bagnold (op cit), cerca de 25% das areias de dunas são movidas por rastejamento, contra 75% por saltação. Para Pethick (1969), a saltação constitui-se no transporte de maior importância no processo de formação de dunas.

Martins (1967) afirma que na PCRS, o transporte por saltação é o predominante a barlavento das dunas. A sotavento, ocorre o deslizamento da areia em direção a base da duna, caracterizando a deposição do material.

3.2.2 O processo de deposição

O processo de deposição ocorre quando se extinguem as condições necessárias para a manutenção do transporte dos grãos. Segundo Tomazelli (1990), a deposição pode ocorrer de três maneiras:

- a) Queda livre. Ocorre quando os grãos de areia em suspensão atingem uma zona abrigada do vento, precipitando-se.

- b) **Avalanche.** Processo característico nas acumulações de areia seca que atingem o ângulo crítico de repouso maior que 34° , quando há então a possibilidade de deslizamento do material (figura 20).

- c) **Cavalgamento.** Ocorre quando há sobreposição dos transportes por saltação e rastejamento, fazendo com que os grãos cavalguem uns sobre os outros, provocando marcas de ondulação.

3.2.3 A construção das feições eólicas

Pelo exposto, percebemos que os princípios básicos na formação de uma duna encontram-se na ocorrência das condições favoráveis ao transporte e a deposição de areia.

Bagnold (1941), em seus estudos sobre a dinâmica dunária, afirma que uma carga de areia transportada por uma corrente eólica, ao encontrar um obstáculo não permeável, sofrerá uma resistência, formando um pequeno acúmulo (figura 21A).

Este "monte" inicial passa então a formar um novo obstáculo a corrente de ar e aos grãos por ela transportados. Pela continuidade da ação do vento, a areia é removida do acúmulo a barlavento e transportada por saltação para sotavento. No decorrer deste processo, forma-se uma crista e, na seqüência, a queda da areia na face íngreme a sotavento. Quando o ângulo

Figura 20: Deposição da areia por avalanche. Local: Cômoros.

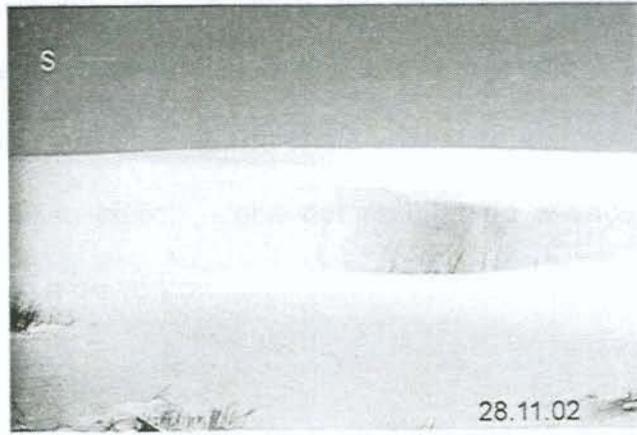
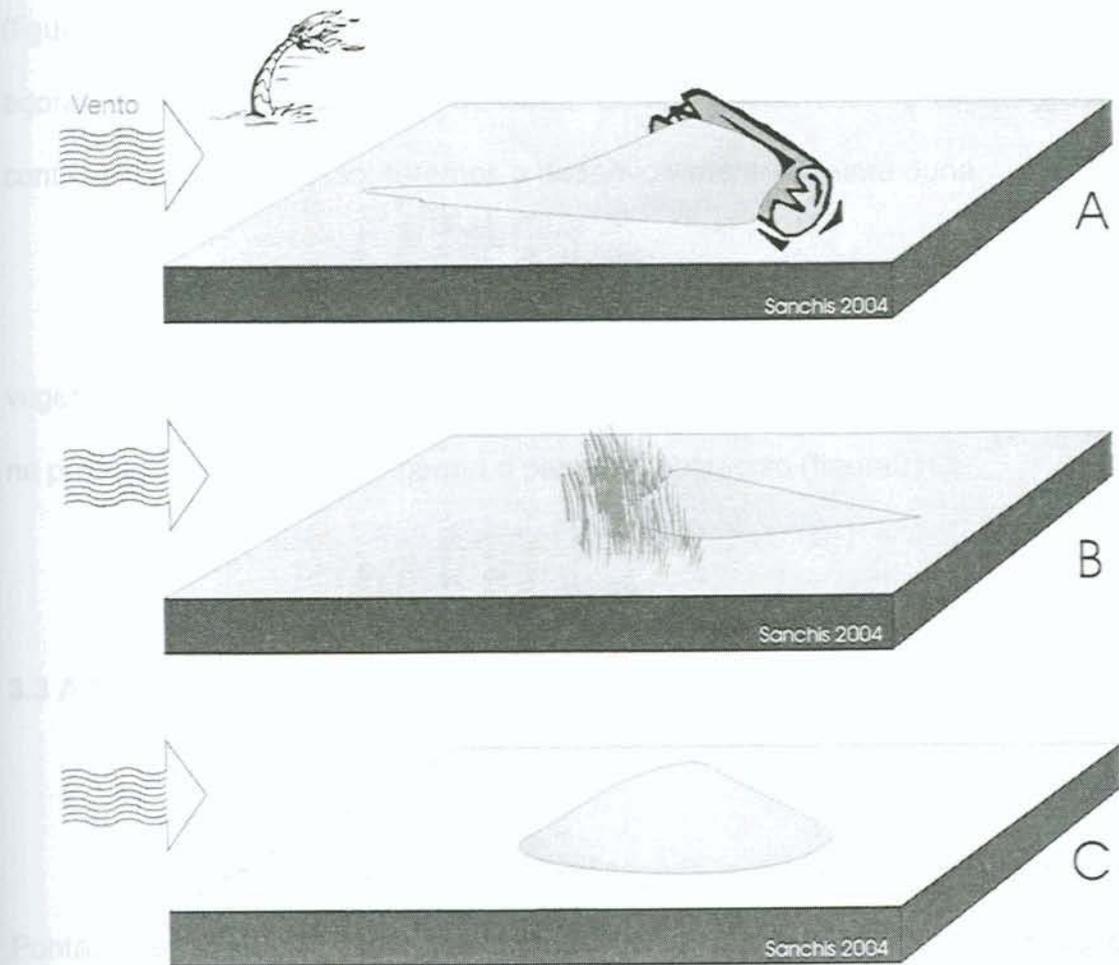


Figura 21A: Acúmulo formado por objeto não permeável.
 Figura 21B: Acúmulo formado por objeto permeável.
 Figura 21C: Acúmulo formado pela própria duna.



deste depósito ultrapassar 35° , a face de sotavento torna-se instável, provocando o deslizamento da areia. O fato provoca a alteração do ângulo crítico, fazendo com que a areia vinda da crista volte a se acumular e a deslizar novamente. Este processo cíclico acaba por resultar no avanço da duna na direção coincidente com a do vento.

No entanto, se o objeto for permeável, como a vegetação, por exemplo, o vento consegue transferir a areia para sua parte posterior. Isso ocorre pelo fato do vento perder a sua velocidade ao passar pelo meio relativamente permeável, causando o depósito dos grãos a sotavento (figura21B). Diferentemente do obstáculo impermeável, a face íngreme está agora voltada contra a direção do vento. Com o crescimento da vegetação e a continuidade do processo, teremos o desenvolvimento de uma duna.

Em ambientes desérticos, onde são raros os obstáculos como a vegetação, o processo de crescimento, segundo Bagnold (op. cit.), é ancorado na própria duna que desempenha o papel de obstáculo (figura21C).

3.3 AS FEIÇÕES EÓLICAS DO AMBIENTE REFERÊNCIA

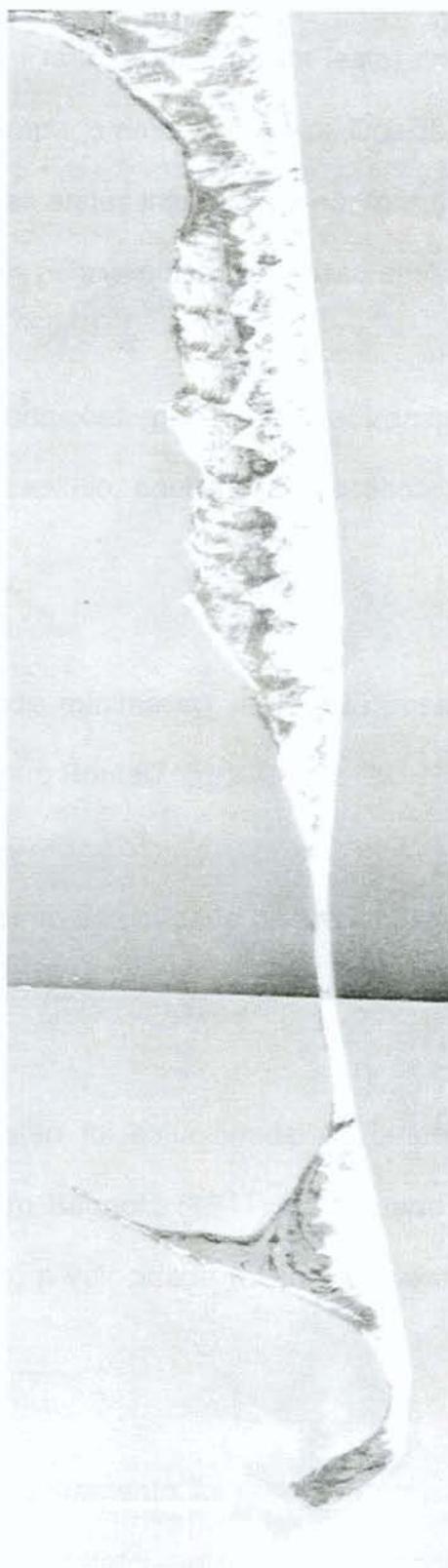
Para avaliarmos as modificações provocadas pelos pinus no Pontal de Tapes, tornou-se necessário remeter-nos aos processos geomorfológicos anteriores aos pinus, caracterizando as feições eólicas do ambiente antes da instalação dos bosques.

O resultado deste levantamento foi um quadro geográfico que passamos a denominar *ambiente referência*. Nesta reconstituição vamos encontrar feições que atualmente estão descaracterizadas pela introdução dos pinus e outras que ainda mantêm ativa a sua dinâmica pré-pinus.

A construção do *ambiente referência* foi possível graças à utilização de três procedimentos:

- a) Entrevistas informais com grupo de barqueiros do CNT, habituais freqüentadores do Pontal durante as décadas de 60 e 70 e ex-funcionário da PINVEST, capaz de relatar aspectos desse ambiente antes da instalação dos bosques.
- b) Consulta a fotos de acervos familiares relacionadas à pesca e a navegação de recreio. Apesar da informalidade deste material, tem-se por vezes no segundo plano, valiosas informação geomorfológicas.
- c) Série de fotografias aéreas verticais de oito de maio de 1975, na escala de 1:100.000 (figura 22), onde se observa a área de trabalho no início do plantio dos pinus.

Figura 22: Fotografia aérea do Pontal de Tapes de 08 de maio de 1975, escala original 1:100.000.



3.3.1 A dinâmica da areia no ambiente referência

Como foi visto no item 2.2, os sedimentos transportados pela Laguna dos Patos chegam a Praia de Fora (costa leste) onde, sob a ação da deriva litorânea, passam a compor o ambiente praiial. Devido à ação dos ventos predominantes de NE-E-SE, as areias interiorizam-se, formando uma malha de feições dunárias, responsáveis pela evolução do nosso *ambiente referência*.

Além destas condições genéricas de transporte e deposição citadas anteriormente neste capítulo, coube-nos questionar algumas variáveis intrínsecas desse ambiente:

Qual a velocidade mínima do vento que possibilita o transporte dos grãos nas feições eólicas do Pontal?

Qual o nível mínimo de umidade da areia para que possa permitir o cisalhamento dos grãos?

A primeira questão foi solucionada adotando-se o critério que Tomazelli (1993), baseado em Bagnold (1941) e adaptado à PCRS. O autor estabeleceu em **5 m/s** (18k/h) a velocidade mínima do vento para que haja a saltação dos grãos.

O segundo questionamento foi resolvido empiricamente, a partir das observações em campo. Constatou-se que após a ocorrência de chuvas,

são necessários aproximadamente **dois dias** para que a areia secasse superficialmente, dando assim condições para a mobilidade dos grãos.

Estabelecido estes parâmetros, passamos a denominar como **vento potencial**, como sendo àquelas condições em que a velocidade do vento e o nível de umidade dos grãos apresentasse uma situação favorável ao transporte e a deposição da areia.

3.3.2 Classificação das feições eólicas do Pontal

Como havíamos afirmado no item 3.2, grande parte dos estudos referentes à ação do vento sobre a dinâmica dunária desenvolveu-se em ambientes desérticos. Assim, para a classificação das feições eólicas do Pontal, tanto as pretéritas como as atuais, pareceu-nos pertinente adotar o sistema de classificação proposto por Tomazelli (1994) para o Litoral Norte do Rio Grande do Sul, haja vista a similaridade com o nosso ambiente de estudo.

Segundo essa classificação, o primeiro grupo identificado foram às dunas vegetadas, cujo autor destaca três tipos principais:

- a) **Dunas embrionárias**, cujo desenvolvimento ocorre principalmente na costa leste do Pontal (Praia de Fora), na área de praia eventualmente atingida pelos máximos níveis da Laguna, junto à base das dunas frontais. A embrionária forma-se a partir da areia que foi disponibilizada pelas ondas

perpendiculares que incidem sobre a margem lagunar (Toldo 1994) e que é parcialmente fixada pela vegetação.

- b) **Dunas frontais.** Desenvolve-se a partir da evolução das dunas embrionárias, formando um cordão arenoso paralelo a Praia de Fora. Estas feições constituem a transição do ambiente praiar para o eólico e podem ser facilmente identificadas (figura 23). Durante os períodos em que o nível lagunar aumenta, seja pela ação dos ventos ou pela maior vazão de seus afluentes, as dunas frontais da Praia de Fora passam por um processo parcial de destruição. Como resultado, parte da areia, quando possível, desloca-se para o interior do Pontal. Observa-se também a ocorrência de dunas frontais voltadas para o SW, na Praia do Roncador e dos Cômoros, ambas pouco desenvolvidas. O fato parece estar relacionado ao ambiente de baixa energia do Saco de Tapes, a menor disponibilidade de areia e a baixa frequência dos ventos de W, SW, S.
- c) **Dunas do tipo nebka** são feições que segundo Tomazelli (op. cit., p67), são caracterizadas "por uma topografia fragmentada, irregular, fracamente ondulada, sem orientação definitiva (...) pontuadas por bacias de deflação localizadas". Estas feições, a exemplo das duas anteriores (a e b) são facilmente identificadas nas Alagadas da Tabatinga, onde, livre dos pinus, a dinâmica eólica permanece pouco alterada (figura 24). As nebkas, segundo o mesmo autor, constituem-se em eficientes corredores de alimentação, servindo de interface entre as dunas do ambiente praiar e as dunas mais interiorizadas.

O segundo grupo são as **dunas livres**. Estas ocorrem pela migração da areia da faixa das dunas vegetadas, a leste, para o interior do Pontal. No nosso ambiente, tais feições ainda apresentam-se incipientes. O fato talvez possa estar associado ao tempo decorrido desde o início da formação do Pontal. Apesar disso, dunas como as localizadas nos Cômoros, chegaram a apresentar um significativo tamanho em um passado recente. Registros fotográficos realizados nas últimas décadas do século XX, apresentam-nas como feições que transitam entre a duna transversa, cadeia barcanóide e barcana (figura 25). Estas alterações podem estar associadas ao padrão eólico bimodal e a variação da disponibilidade de material fornecido pela migração da areia pelo interior do Pontal e, em menor quantidade, pela praia adjacente (costa oeste).

O terceiro grupo refere-se aos **lençóis de areia**, feição característica do processo da areia em migração (figura 26). Morfologicamente, segundo Tomazelli (op. cit. p69), "correspondem a acumulações arenosas promovidas pelo vento sem que ocorra o desenvolvimento de morfologia de duna", podendo muitas vezes formar outras feições migratórias, como os lençóis arenosos parabólicos, dunas parabólicas e dunas lineares, caracterizadas como feições associadas à deflação eólica, correspondente ao nosso quarto grupo de feições.

As feições que estão vinculadas à deflação eólica foram visualizadas no *ambiente referência*, bem como no atual, sob várias formas.

Figura 23: Dunas da Praia de Fora (segmento Alagadas).



Figura 24: Campo de nebkas no segmento Alagadas.



Figura 25: As dunas livres do Pontal antes da instalação dos pinus. Local: Cômoros em 1973.



Destacam-se as **bacias de deflação**, também conhecidas por blow-outs. São feições caracterizadas por uma concavidade escavada pela ação do vento, servindo via de regra, como corredor de alimentação. Ocorrem com maior frequência na faixa compreendida entre as dunas frontais e as nebkas. No segmento Alagadas, encontra-se uma grande variedade destas feições (figura 27).

Além dos blow-outs, estão associadas à deflação eólica as dunas parabólicas, as lineares e os lençóis arenosos parabólicos, todas elas relacionadas à migração da areia. Principalmente no segmento Base, encontramos uma gama destas formações arenosas (figura 28). Hoje, devido à instalação dos bosques, não é mais possível visualizá-las em campo.

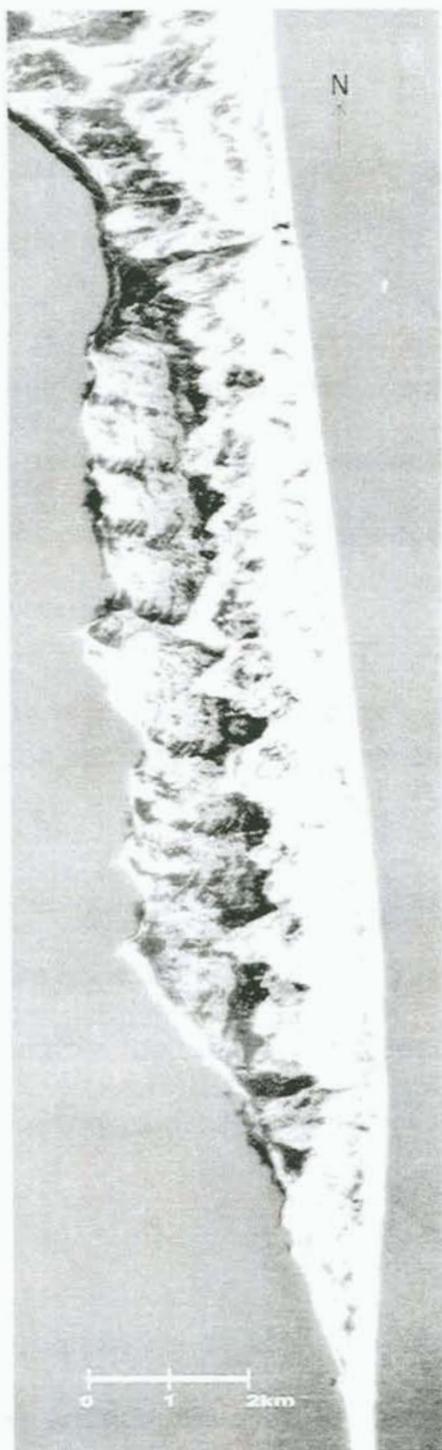
Figura 26: Lençol de areia avançando para o oeste. Local: Alagadas.



Figura 27: As bacias de deflação. Local: Alagadas.



Figura 28: Fotografia aérea de 08 de maio de 1975, escala original 1:100.000, do segmento base do Pontal de Tapes.



3.3.3 A relação entre o eólico e a precipitação

Foi visto nos itens 3.2.1 e 3.3.1 que a mobilidade da areia está intimamente ligada ao grau de umidade em que se encontram estes sedimentos. A variação deste parâmetro indicará, assim, uma maior ou menor possibilidade de deslocamento dos grãos.

Fica evidente então que, ambientes com pouca umidade ofereçam melhores condições para a mobilidade da areia. Por outro lado, em ambientes mais úmidos, onde os grãos se mantêm mais coesos, há uma maior dificuldade na formação das feições eólicas.

Assim, após longos períodos chuvosos tem-se por consequência uma maior umidade na areia. Isso ocorre não apenas pela exposição das dunas à chuva, mas pela transferência da água, por capilaridade, de pequenas lagoas interdunárias que surgem após as chuvas (figura 29). Soma-se a isso, a condição favorável ao incremento da vegetação (Seeliger 1999). Estas condições trazem como consequência a diminuição da possibilidade de ocorrer o deslocamento da areia.

Por outro lado, os períodos de estiagem propiciam uma menor coesão dos grãos, não só das áreas mais elevadas, mas também nas áreas deprimidas, devido ao rebaixamento do freático. Ao mesmo tempo a vegetação dunária torna-se menos vistosa, deixando de desempenhar a função de fixar as dunas.

Nestas condições de umidade escassa, os grãos tendem a uma maior mobilidade. Isso ficou notório nas dunas da Praia de Fora, na altura das Alagadas, no período de 25.03.03 a 24.04.03, quando a estiagem destruiu boa parte da vegetação das dunas frontais, disponibilizando areia para o campo de nekbas adjacente (figura 30).

3.3.4 As relações entre o eólico e o nível lagunar

Observou-se que, a semelhança da precipitação, o nível da Laguna dos Patos também influencia no transporte eólico dos sedimentos. Esta interferência é notória em duas áreas:

- a) Nas margens lagunares, onde a variação do nível das águas, principalmente em tempestades ou enchentes, provoca a destruição parcial das dunas frontais (figura 31). Com a retomada de um nível mais baixo o material resultante da degradação da duna, devido a ação do vento, é disponibilizado para a reconstrução de novas feições, ou então, transferida para as dunas mais interiorizadas (Tomazelli 1994).
- b) Esta influência também é percebida junto a áreas com pequena elevação, quando ocorre o avanço da Laguna sobre os depósitos arenosos, com o conseqüente aumento do teor de umidade, impedindo assim a mobilidade dos grãos (figura 32).

Figura 29: O surgimento de lagoas interdunárias nas áreas de deflação eólica. Local: Alagadas.

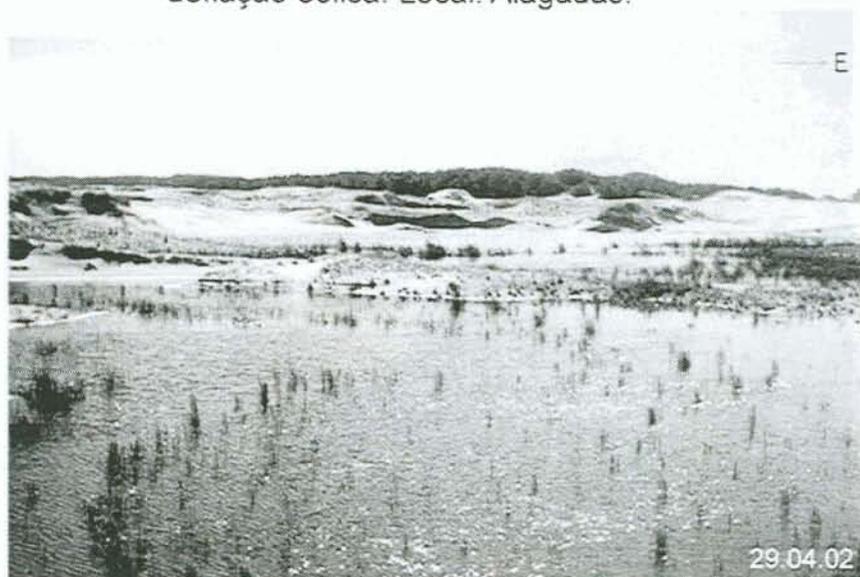


Figura 30: O comprometimento da vegetação dunária durante os períodos de estiagem.



Figura 31: A destruição e a reconstrução das dunas frontais.
Local: Praia de Fora.



Figuras 32 A e B: O aumento da umidade da areia devido a elevação do nível lagunar. Local: Cômoros.



4 A DINÂMICA EÓLICA DO PONTAL APÓS A INSTALAÇÃO DOS PINUS

4.1 A OBTENÇÃO DOS DADOS EÓLICOS E DE PRECIPITAÇÃO

Apesar da existência de dados referentes ao eólico, ao nível lagunar e a precipitação em Tapes, pareceu-nos pertinente durante a nossa pesquisa coletar estes valores. Para tal, foi montada uma estação temporária no Clube Náutico Tapense (CNT), distante aproximadamente sete quilômetros a oeste do Pontal (figura 33). A leitura dos dados foi gentilmente realizada pelos funcionários do referido clube.

A instalação de uma estação justificou-se pela possibilidade de realizarmos o cruzamento periódico das especificidades da dinâmica meteorológica com a movimentação de areia no Pontal.

Os períodos foram distribuídos conforme a acessibilidade dos pesquisadores ao campo. Por este motivo cada faixa, em um total de 12, terá diferentes números de dias.

Tabela 3: A segmentação de cada período.

Período	Intervalo	Período	Intervalo
1	05/06 a 28/07/2002	7	29/11 a 25/12/2002
2	29/07 a 17/08/2002	8	26/12 a 24/01/2003
3	18/08 a 20/09/2002	9	25/01 a 21/02/2003
4	21/09 a 22/10/2002	10	22/02 a 24/03/2003
5	23/10 a 10/11/2002	11	25/03 a 24/04/2003
6	11/11 a 28/11/2002	12	25/04 a 04/06/2003

4.1.1 Os ventos registrados

Sobre a torre de rádio do clube, a 10 metros de altitude do solo, foram instalados um anemômetro e uma biruta. O primeiro tratava-se de um equipamento analógico, cedido pelo Centro de Ecologia - UFRGS, e adaptado à leitura digital. Neste equipamento valores abaixo de 4km/h não foram registrados, sendo estes considerados "calmaria". Já a direção dos ventos foi obtida por uma biruta eletrônica, disponibilizando oito rumos (cardeais e colaterais). Optou-se pela unidade de velocidade em quilômetros/hora. A escolha deu-se pela facilidade na assimilação dos valores e a simples conversibilidade, caso haja necessidade, para metros por segundo. As leituras dos instrumentos foram realizadas pelos funcionários do CNT entre 05/6/2002 e 04/6/2003, às 9horas e 15horas locais,desconsiderando o horário de verão.

4.1.2 Os ventos potenciais

Conforme havíamos afirmado no item 3.3.1, os valores de vento registrados passaram a serem filtrados pela sua capacidade de mobilizar a areia. Assim, somente os valores registrados que superassem 18 km/h (**5 m/s**) e estivessem separados por dois dias da última precipitação, passaram a ser considerados ventos potenciais. Para o exame das dunas em campo, foram estes os valores considerados.

Na figura 34 apresentamos a distribuição dos ventos e a sua incidência em relação aos valores registrados. Na figura 35 encontramos as rosas-dos-ventos registradas e potenciais, elaboradas a partir dos dados coletados.

4.1.3 O acompanhamento da precipitação

No que se refere ao volume das chuvas, foi utilizado um pluviômetro de uso agrícola, sendo as leituras realizadas no início da manhã, uma vez ao dia. Os valores são encontrados na figura 36.

Figura 33: Biruta e anemômetro instalados no Clube Náutico Tapense.



Figura 34: Incidência dos ventos potenciais sobre os valores registrados durante os 12 períodos de observação.

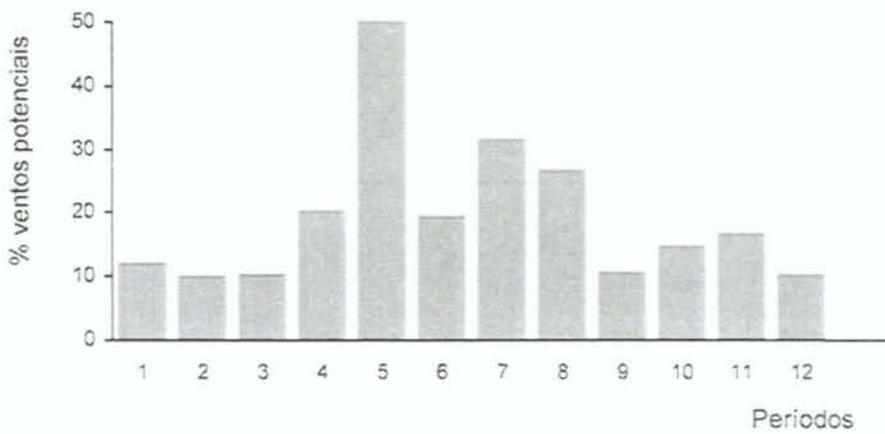
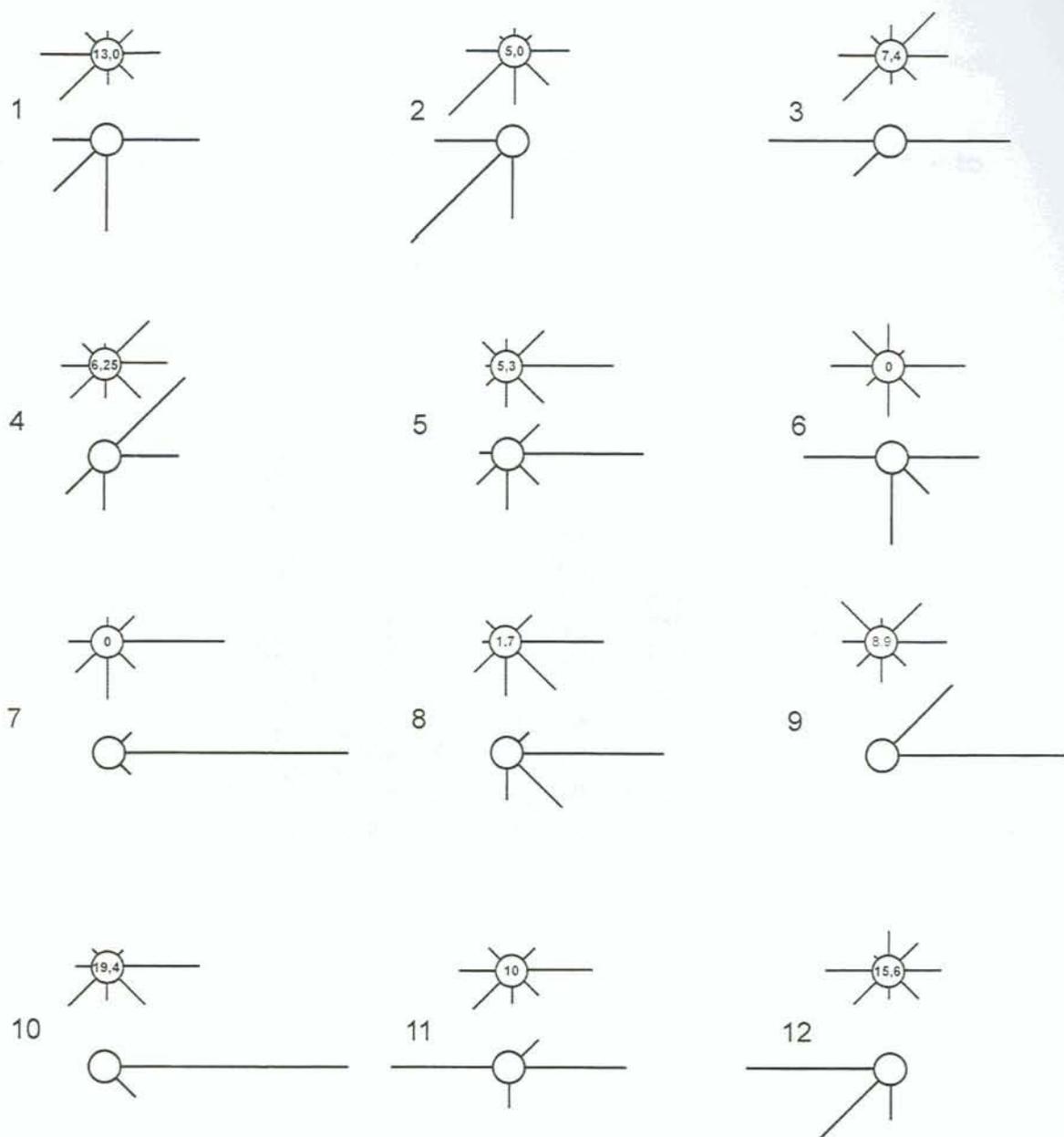


Figura 35 : A ocorrência dos ventos registrados e dos ventos potenciais (em %).



Períodos:

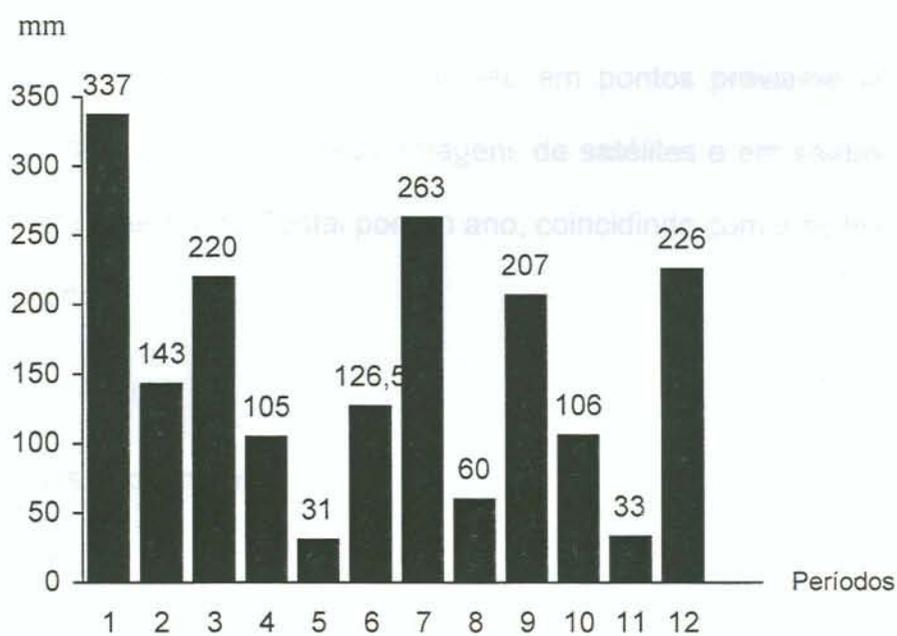
1-05/06 a 28/07/2002
 2-29/07 a 17/08/2002
 3-18/08 a 20/09/2002
 4-21/09 a 22/10/2002
 5-23/10 a 10/11/2002
 6-11/11 a 28/11/2002

7-29/11 a 25/12/2002
 8-26/12 a 24/01/2003
 9-25/01 a 21/02/2003
 10-22/02 a 24/03/2003
 11-25/03 a 24/04/2003
 12-25/04 a 05/06/2003

0% 25% 50%
 % de ocorrência

6.25 % de calmarias
 — Ventos registrados
 — Ventos potenciais

Figura 36: Quantidade de precipitação distribuída nos 12 períodos de observação.



4.2 O MONITORAMENTO DAS FEIÇÕES EÓLICAS DO PONTAL

Na intenção de monitorar o movimento da areia foram instalados em 05/6/2002 onze experimentos. Estes eram constituídos por conjuntos de balizas e tiveram por finalidade acompanhar o deslocamento lateral das dunas, fornecendo os dados para a montagem dos perfis.

A instalação dos experimentos deu-se em pontos previamente determinados pelo exame das fotos aéreas, imagens de satélites e em saídas de campo. Os mesmos ficaram no Pontal por um ano, coincidindo com a coleta de dados meteorológicos

4.2.1 A localização dos experimentos

Os experimentos foram nomeados por letras e estão indicados na figura 37. A localização de cada conjunto de balizas guiou-se pelos seguintes critérios:

- * Sob a influência dos pinus, na margem oeste do Pontal (A a F)
- * No interior do bosque (G)
- * Sob a influência dos pinus, na margem leste do Pontal (H e I)
- * Na área livre de pinus na margem oeste (J)

* Na área livre de pinus na margem leste (L)

Abaixo indicamos as coordenadas de cada experimento:

A-30°S40'56"

51°W18'56"

B-30°S40'50"

51°W18'55"

C-30°S40'50"

51°W18'56"

D-30°S40'59"

51°W18'52"

E-30°S40'56"

51°W18'55"

F-30°S42'28"

51°W18'36"

G- 30°S42'27"

51°W17'57"

H- 30°S42'29"

51°W17'40"

I- 30°S42'29"

51°W17'41"

J-30°S44'15"

51°W17'51"

L-30°S44'15"

51°W17'53"

4.2.2 As balizas subaéreas

Assim, nas dunas do Pontal foram instalados 11 experimentos, totalizando 46 balizas. Destas, quatro foram confeccionadas com guias de madeira com 5 X 5 X 150 cm. As demais com aço redondo de 0,6 cm usado na construção civil (figura 38). Estas possuíam 150 cm de comprimento e uma flecha de aço na ponta aterrada, visando dificultar atos de vandalismo, que apesar disso, acabou ocorrendo.

A colocação das balizas em campo foi feita com o auxílio de uma mangueira de nível. A escolha deste instrumento deu-se pela sua considerável precisão, simplicidade e baixo custo (figura 39). Na instalação das balizas, estabeleceu-se como referência o topo da baliza de maior cota (br).

A partir daí, mediu-se com a mangueira de nível a variação de uma baliza para outra (b), como iremos descrever mais adiante. Visando facilitar a leitura das balizas de aço, foi desenvolvido o que chamamos de "Metro Tubular". O mesmo possuía uma sapata adaptável a declividade da duna, capaz de compensar as possíveis perturbações na areia causadas pela ação do vento sobre a baliza.

As leituras foram realizadas com uma periodicidade aproximada de um mês. Os intervalos não foram fixos, devido em parte, à dificuldade de acesso a área. O mesmo deu-se por barco, o que causou uma dependência das condições meteorológicas e da disponibilidade dos pesquisadores.

Figura 37: Os locais onde foram instalados os experimentos.

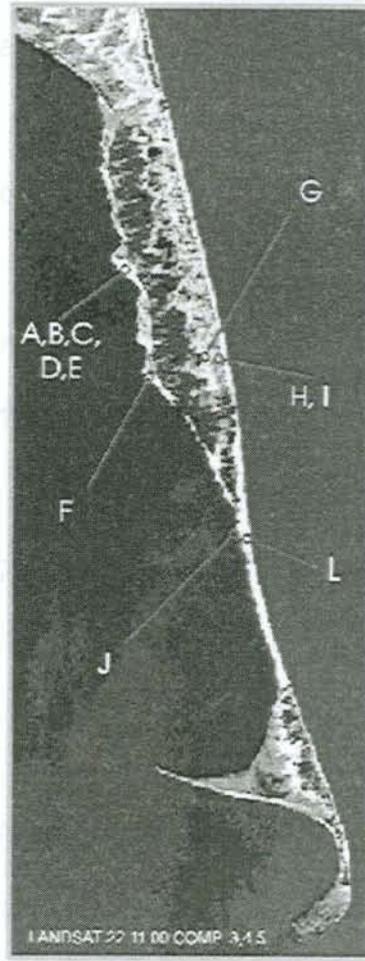


Figura 38: As balizas no campo. Experimento D localizado nos Cômoros.



Para realizar o tratamento matemático dos valores coletados nos experimentos, foram sondados métodos como os apresentados por Emmett & Leopold (1967), Hadley (1967) e Emery (1961 apud Muehe 1996). Optamos pelo trabalho deste último autor, porém, adaptando-o as nossas necessidades.

Na figura 40 apresentamos um esquema explicativo, onde (PH) é o plano horizontal criado a partir de uma referência aérea. A sigla (db) corresponde a distância entre as balizas. Para acharmos o valor da cota da baliza (C_b), utilizada na confecção do perfil, bastou subtrairmos do nível referência arbitrário (N_{ra}) do somatório da variação acumulada da baliza (Δb_{ra}) com o valor da altura da baliza (h_b) coletado em campo, ou seja:

$$C_b = N_{ra} - (\Delta b_{ra} + h_b)$$

sendo que o valor (Δb_{ra}) de cada baliza é dado pelo somatório da variação individual a contar da referência (br) até a baliza em questão (Δb), como segue:

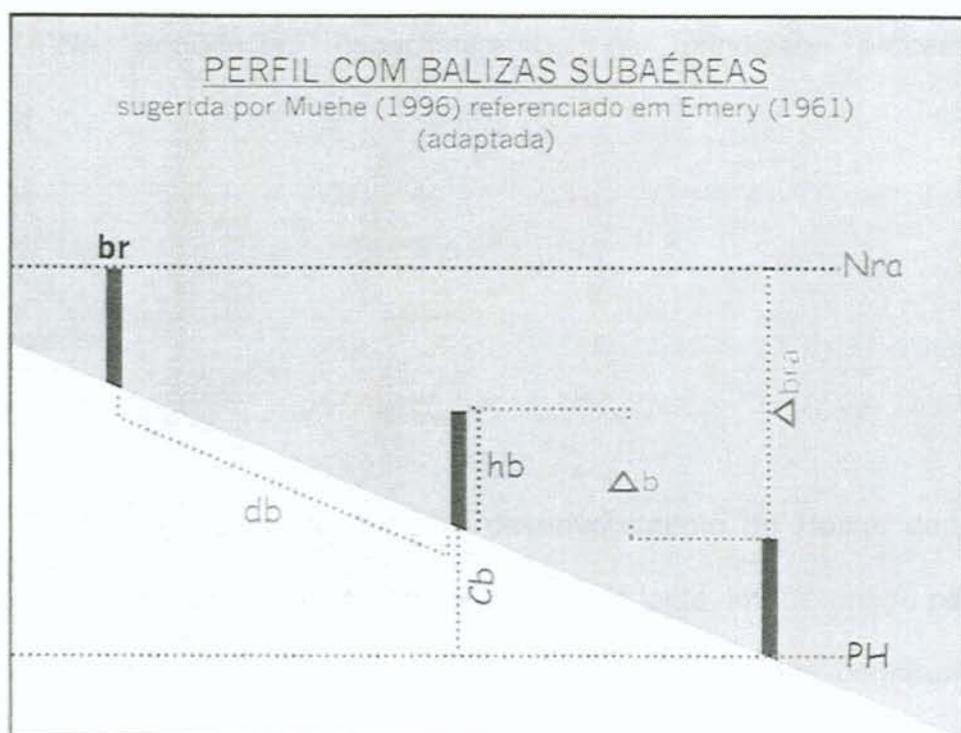
$$\Delta b_{ra} = \Delta b_1 + \Delta b_2 + \Delta b_3 \dots$$

Através desta metodologia foi possível confeccionar os perfis das dunas, que uma vez analisados, resultaram na elucidação de boa parte dos processos aos quais o Pontal ficou sujeito, após a instalação dos bosques de pinus.

Figura 39: A instalação das balizas em campo.



Figura 40: Esquematização do tratamento dado aos valores recolhidos em campo.



Onde: **Nra** é nível referência arbitrária; **PH** o nível referência para as cotas; **Db** a distância entre duas balizas próximas; **Cb** a cota da baliza em relação ao **Nra**; **hb** a altura da baliza; **br** a baliza referência; Δb a variação entre as balizas e Δbra a variação acumulada em relação a baliza referência.

4.3 A ALTERAÇÃO PROVOCADA PELOS PINUS NA DINÂMICA EÓLICA DO PONTAL

Uma vez coletados os dados de vento, precipitação e construído os perfis, passamos a cruzar estas informações. Este procedimento nos levou a elucidação de diversas questões referentes à dinâmica eólica e morfológica atuante no ambiente pós-pinus. Tomamos como subsídio autores como Spurr & Barnes (1966), que descrevem em seu trabalho o comportamento do eólico junto a bosques. Na dinâmica dunária, além dos autores anteriormente citados neste trabalho, usamos como referência Cook & Warren et al. (1993) e Leege & Murphy (1999).

Na seqüência, especificaremos os principais processos detectados.

4.3.1 O *traslado*

Como vimos no item 2.2, o desenvolvimento do Pontal deu-se pelos sucessivos depósitos praias ocorridos na costa leste. Impulsionado pelos ventos predominantes, este material mobilizou-se para o interior, construindo uma série de feições eólicas capazes de consolidar o crescimento do ambiente (item 3.3.2). Utilizamos então o termo *traslado* para definir a mobilidade da areia da costa leste para a costa oeste do Pontal. Na figura 41 apresentamos um croqui que ilustra este processo.

Antes da implantação dos pinus este processo era generalizado na área, como vimos no item 3.3.1. Hoje ele ainda ocorre nas áreas livres dos bosques exóticos, principalmente nas Alagadas. Pois, foi neste segmento que constatamos o *translado*.

Monitoramos esta área através dos experimentos J e L, que sob a influência dos ventos de NE-E-SE apresentaram, preponderantemente, o deslocamento da areia na direção oeste (figura 42). Esta dinâmica foi concordante com os estudos realizados na PCRS por diversos autores, como JUVÊNCIO (1958 E 1962), PUHL (1961), SUGUIO & TESSLER (1984), TOMAZELLI (1993 E 1994), ZOMER (1997), SEELIGER (2002) E TABAJARA (2000).

Na figura 43 podemos verificar que o experimento J, sob a ação dos ventos de S-SW-W ocorridos no período 2, apresentou um pequeno avanço para leste. Por outro lado no período 7, em que atuaram ventos potenciais de NE-E-SE, ocorreu um considerável avanço da areia para a direção oeste. No computo geral dos doze períodos, tanto no experimento J como em L, ocorreu não somente um avanço em direção ao Saco de Tapes, mas também um visível avantajamento na altura das dunas monitoradas.

Figura 41: Croqui representando o processo de *translado*.

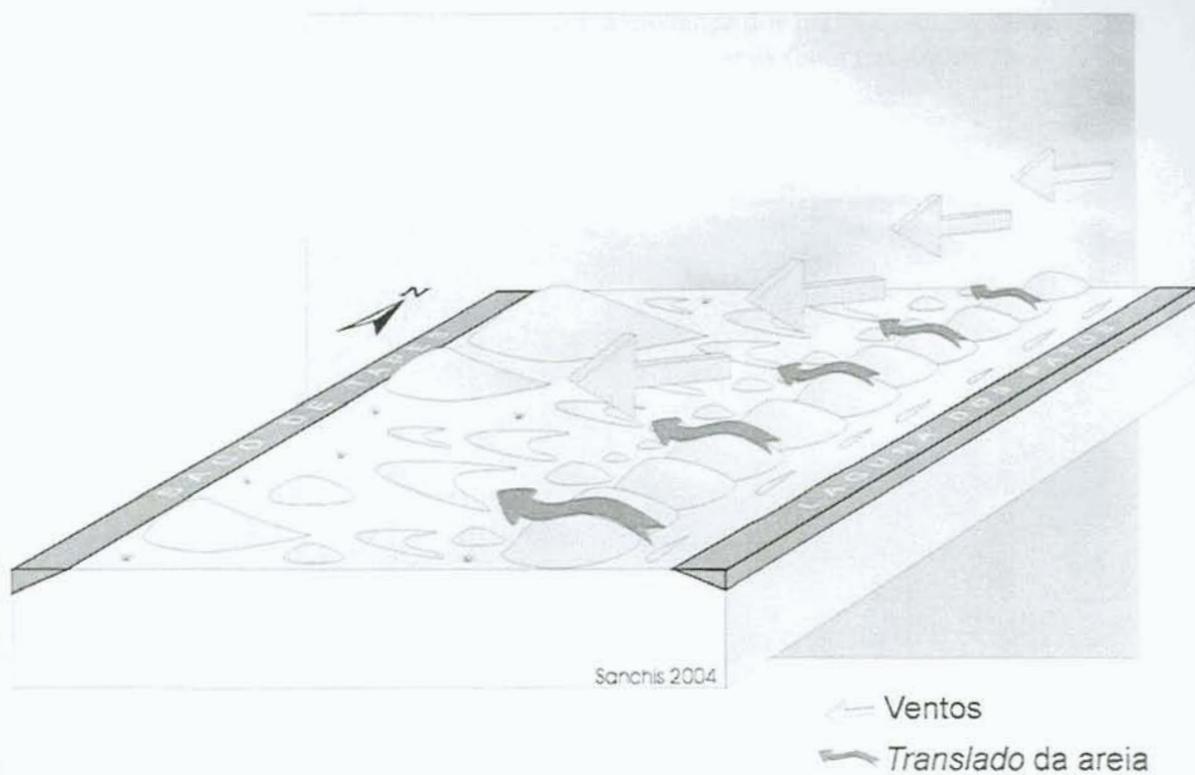


Figura 42 : O *translado* no segmento Alagadas. Experimento L.

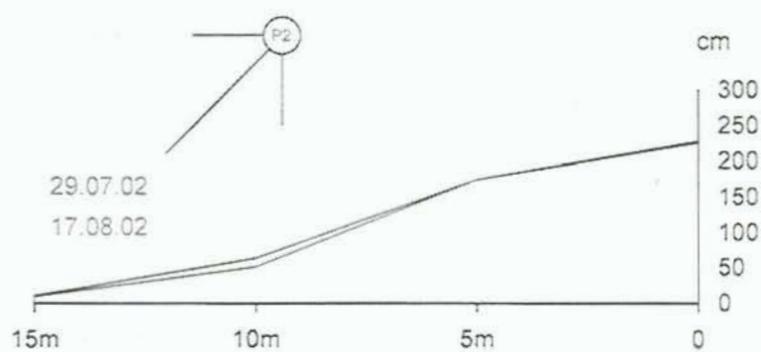


Figura 43: Em A o experimento J acusando o *translado* nas Alagadas. B e C indicam a mudança dos perfis deste experimento em relação aos ventos potenciais (cota em centímetros).

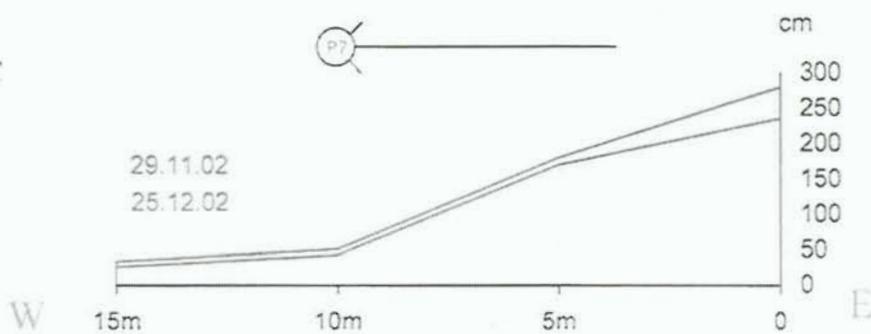
A



B



C



4.3.2 O bloqueio

Constitui-se num dos processos mais notórios após a instalação e desenvolvimento dos bosques, tendo levado o ambiente a uma drástica alteração de sua dinâmica.

O vento, que no ambiente referência era perturbado apenas pelas próprias feições eólicas e alguns capões isolados de mata nativa, tem no ambiente pós-pinus os seus padrões modificados. O resultado desta alteração foi à diminuição da capacidade do vento para transladar os sedimentos de uma costa a outra do Pontal. A areia, outrora relativamente livre, passa a ser em boa parte bloqueada pelos pinus, modificando assim os seus padrões de mobilidade e deposição. A este processo passamos a denominar *bloqueio* (figura 44)

Vimos no item 3.2.3 que a presença de um obstáculo em um fluxo de grãos é capaz de formar um acúmulo. Assim, obstáculos impermeáveis como entulhos e pedras, formam acúmulos a barlavento do mesmo. Os permeáveis, como a vegetação, tende a originar depósitos a sotavento.

Porém, no caso do Pontal ocorre um fato que chama a atenção: Os bosques de pinus, apesar de serem vegetais, devido a sua altura e densidade comportam-se como um obstáculo impermeável. Desta forma, a areia passa a formar agrupamentos a barlavento dos mesmos (figura 45).

Figura 44: O *bloqueio* da areia na costa leste do Pontal.

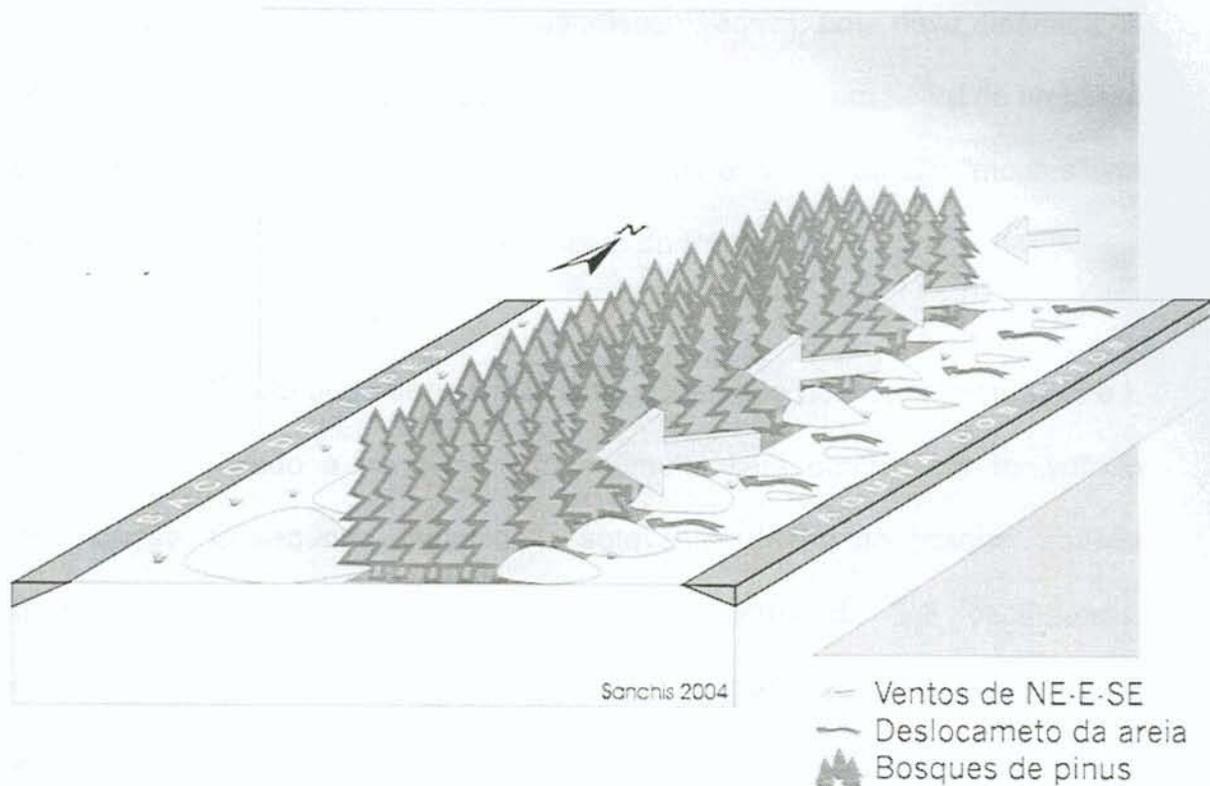


Figura 45: O *bloqueio* na Praia de Fora, próximo ao Birú.



A retenção dos sedimentos e a mudança do comportamento eólico provocadas pelos bosques estabelecem, assim, uma nova dinâmica. A principal característica deste processo é o surgimento de um déficit de areia em boa parte da costa oeste, contrastando com a formação de "montes" na periferia dos bosques junto à margem leste do Pontal.

O fato pode ser parcialmente observado nos experimentos H e I. O primeiro, situado a barlavento do acúmulo, será omitido por ter sofrido depredação. O segundo, instalado a sotavento (dentro do bosque) acusou durante toda pesquisa um soterramento máximo de 5,3 centímetros, demonstrando a sua relativa incomunicabilidade com a área fonte de sedimentos.

Uma vez formadas estas dunas marginais construídas pelo processo de *bloqueio*, as mesmas passam a ser guiadas por uma nova dinâmica.

4.3.3 A captura

Trata-se de um processo de relativa complexidade, onde há uma intrincada relação entre o eólico, o comportamento da carga arenosa e o obstáculo representado pelos bosques exóticos.

Para descrevermos o processo de *captura* é conveniente distinguirmos três situações distintas.

A **primeira** é aquela em que o ambiente está sujeito a ocorrência de ventos das direções NE-E-SE, quando temos a costa leste a barlavento e a costa oeste a sotavento.

Como afirmamos anteriormente, no ambiente referência o material disponibilizado pela Praia de Fora (costa leste) alimentava o campo de dunas que, por sua vez, supria de areia a costa oeste. Com os pinus este material, que outrora se interiorizava através do *translado*, passa a acumular-se na margem leste dos bosques, conseqüência do *bloqueio* provocado pelos pinus aos sedimentos liberados pelo ambiente praial.

Nesta situação tem-se na outra margem dos bosques (costa oeste), o surgimento de um déficit de areia. Ao mesmo tempo a atuação dos ventos provenientes da Laguna dos Patos passa a ser débil, dificultando sobremaneira a movimentação dos grãos remanescentes do *ambiente referência* (figura 46 e 47).

Uma **segunda** situação surge com a ocorrência dos ventos das direções W-SW que, embora não sejam predominantes, ocorrem freqüentemente no inverno e em eventos de tempestade. Nesta situação, o eólico não consegue mobilizar a areia acumulada na periferia dos bosques da costa leste que se encontra agora a sotavento dos mesmos.

Figura 46: O processo de *captura* da areia pelos bosques de pinus em situações de ventos vindo da Laguna dos Patos.

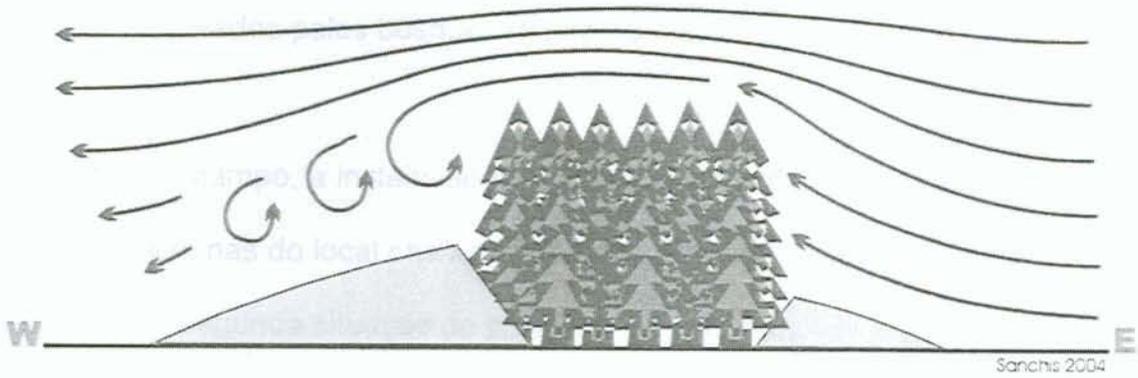


Figura 47: O processo de *captura* na margem dos bosques da Praia de Fora (costa leste).



Já os grãos localizados a margem oeste dos bosques, agora a barlavento, sob a ação dos ventos passam a galgar em direção aos pinus. Trata-se de um deslocamento sem volta, pois os ventos de NE-E-SE, como foi anteriormente colocado, não têm a capacidade de transportar os grãos, sendo desta forma *capturados* pelos bosques (figura 48 e 49).

Em campo, a instalação de cinco conjuntos de balizas (de A e E), localizados nas dunas do local chamado de Cômoros, permitiram comprovar de maneira cabal a segunda situação do processo de *captura*.

O experimento A, situado na duna principal, acusou durante a pesquisa um avanço de 8 metros na direção leste. Até 16.08.2004 a duna já havia avançado 18 metros na direção dos bosques (figura 50). Cabe lembrar que, tomando por base Tomazelli (1993), estes valores são aceitáveis. O diferencial está no sentido. Poderíamos dizer que, devido a *captura*, as dunas dos Cômoros passam a mover-se na contra-mão do deslocamento geral das dunas da PCRS.

Nesta mesma feição (experimento A) foi fixada uma baliza no topo. A mesma foi descoberta em 105,2 cm após os 12 períodos da pesquisa. Em 16.08.2004, totalizou 174 cm (figura 51). Estes valores não indicam obrigatoriamente a diminuição da altura desta duna, mas o deslocamento do seu cume para o leste, de encontro ao pinus, onde a *captura* irá reter a areia. Esta dinâmica também ficou comprovada nos conjuntos de balizas situados no revés destas dunas, junto aos pinus, como por exemplo o experimento B

Figura 48: O processo de *captura* da areia pelos bosques de pinus em situações de ventos de oeste.

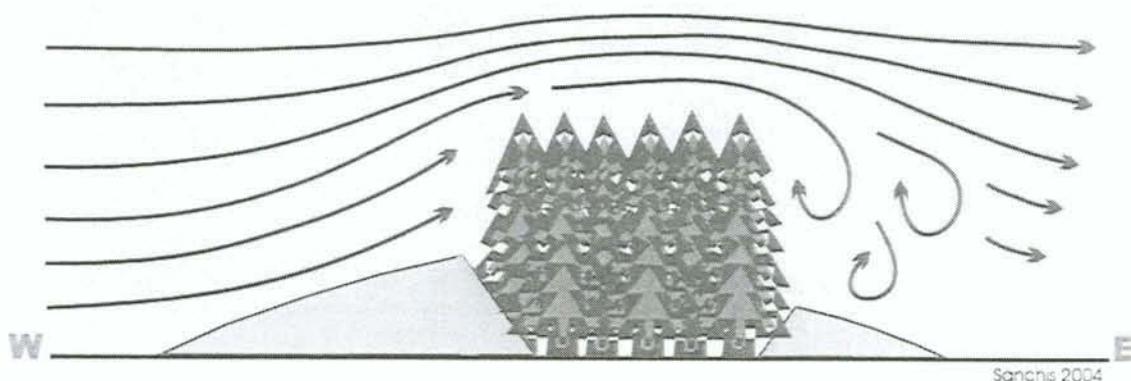


Figura 49: A e B ilustram o processo de *captura* nos Cômoros (costa oeste).



Figura 50: Área de deflação resultante do deslocamento da duna (Baliza 1, experimento A, Localizada nos Cômoros).

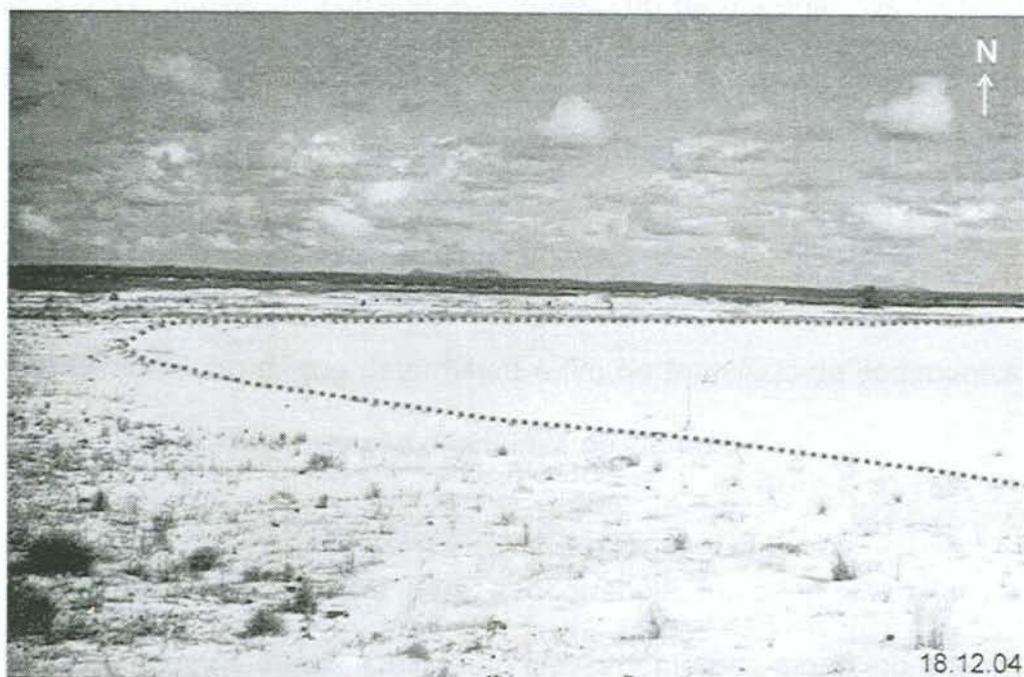
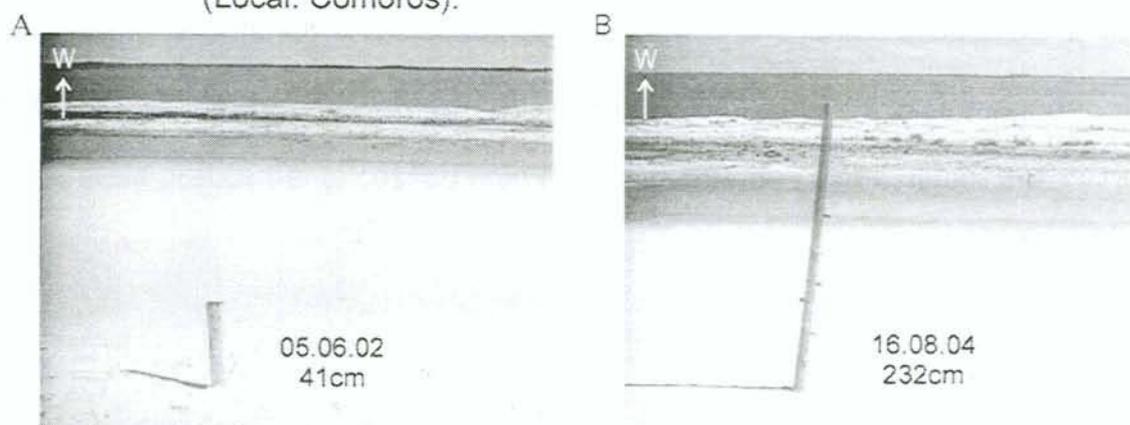


Figura 51: Baliza 4, experimento A, indicando a perda de material da duna (Local: Cômoros).



(figura 52). Em períodos com a ocorrência de ventos vindos da Laguna dos Patos, foi mínima a variação do perfil. No entanto, quando da ocorrência de ventos de SW-W, houve um considerável acréscimo de material. Os mesmos resultados foram obtidos nos conjuntos C, D e E, onde a *captura* somente permitiu o avanço dos grãos na direção dos pinus (figura 53).

Pelo exposto percebemos que este processo, associado ao *bloqueio* na alimentação e, que determinou o fim do *translado* de sedimentos, poderá levar a uma gradual extinção das dunas do Cômoros.

A **terceira** condição para a ocorrência da *captura* advém do insulamento de algumas dunas. Devido ao crescimento dos pinus, no entorno das feições interiorizadas ocorreu a suspensão de sua dinâmica original, pois as mesmas tiveram a sua alimentação cortada, ao mesmo tempo em que, aparentemente, passaram a sofrer uma mínima influência dos ventos.

O experimento G, situado no interior dos bosques e instalado em duna remanescente do *ambiente referência*, demonstrou-nos que o transporte eólico da areia praticamente cessou com o crescimento dos pinus (figura 54).

Figura 52: Em A ilustra-se a situação do "experimento B". B e C indicam a mudança dos perfis em relação aos ventos potenciais nos períodos 3 e 8 (cota em centímetros).

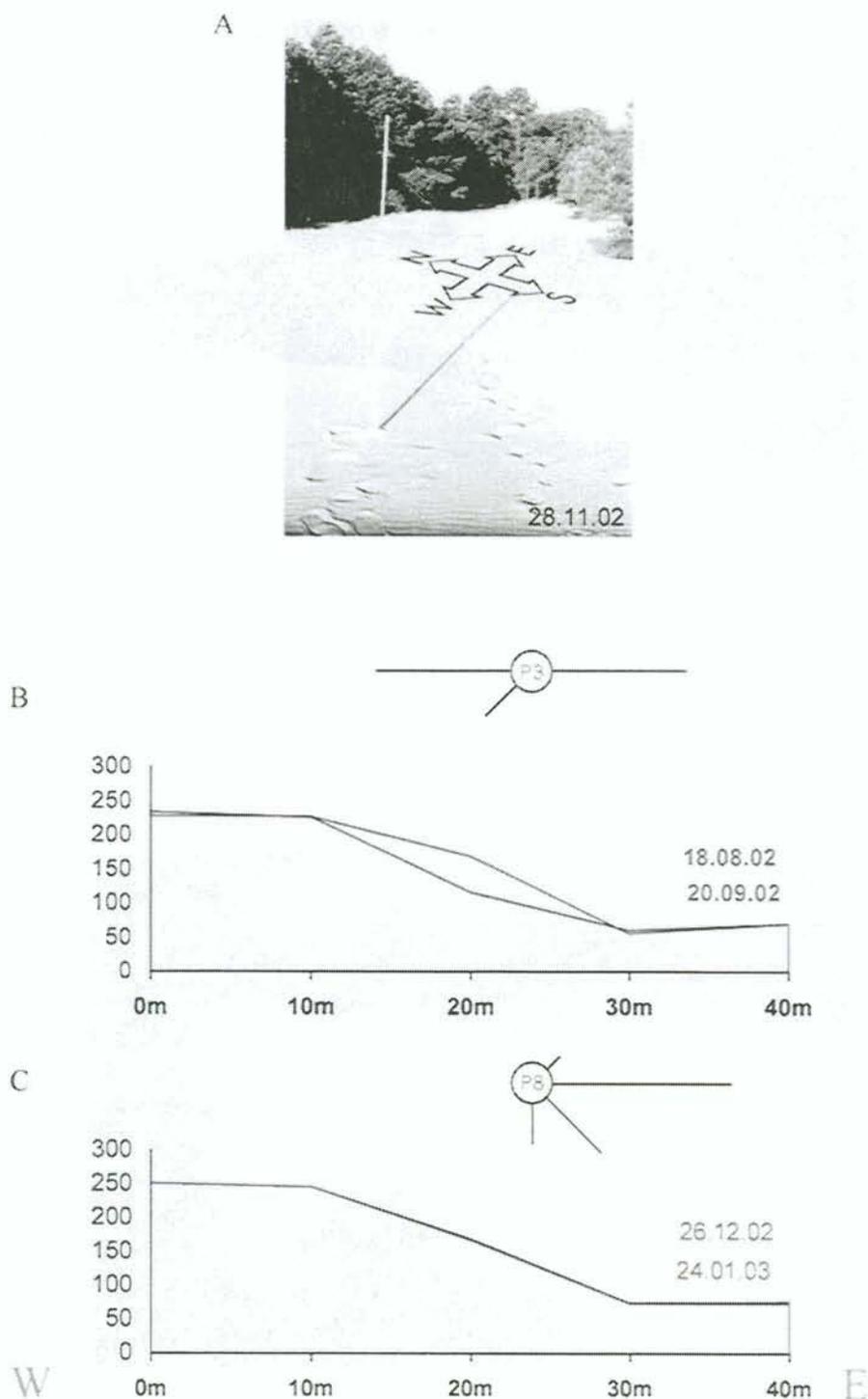


Figura 53 A e B: O avanço da areia em direção aos bosques de pinus onde houve *captura*. Local: Cômoros, próximo ao experimento E.

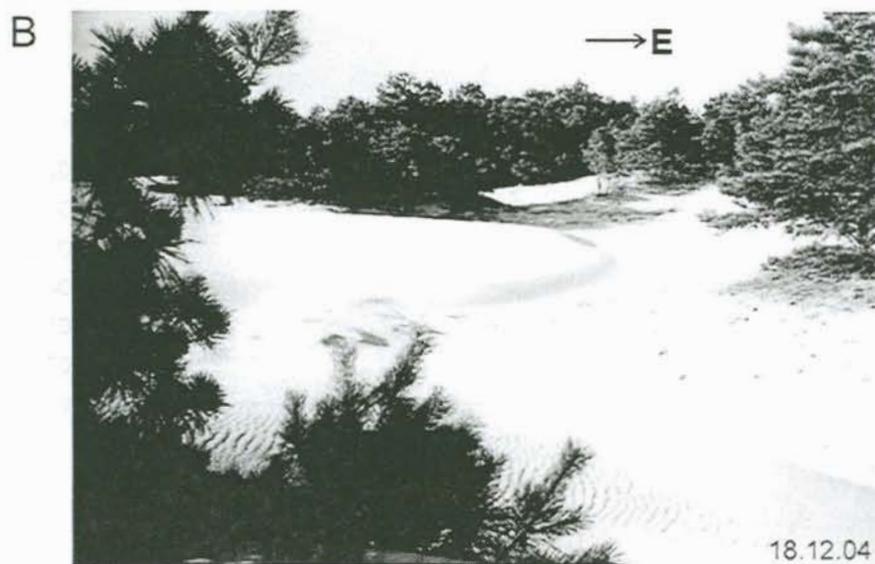
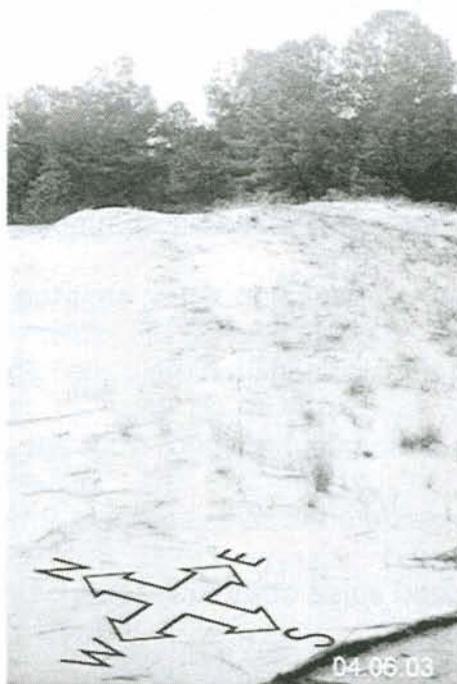
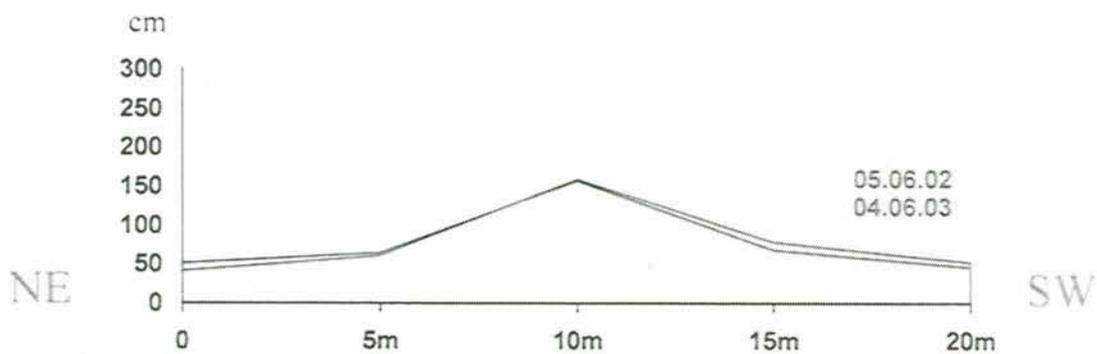


Figura 54: Em A o local do experimento G localizado no interior dos bosques. Em B, a evolução do perfil em um ano (cota em centímetros).

A



B



4.3.4 O *carreamento*

Este último processo identifica o movimento da areia provocado pelo vento ao correr da costa e tem a sua dinâmica guiada por duas situações distintas.

A **primeira** é encontrada na costa leste, onde os ventos de N-NE e S-SE incidem de maneira paralela (ou em alguns trechos levemente oblíqua) a linha de praia. Nestas condições, a areia disponibilizada pelo ambiente praial, através da deriva litorânea, percorre longitudinalmente a Praia de Fora. Nas oportunidades em que os vento perpendicular àquele trecho de costa voltam a atuar, este material tende então a ser *capturado* pelos bosques.

Nos segmentos livres de pinus, os grãos cumprem o papel de alimentar as dunas embrionárias, ou, a partir de corredores eólicos, as feições mais interiorizadas.

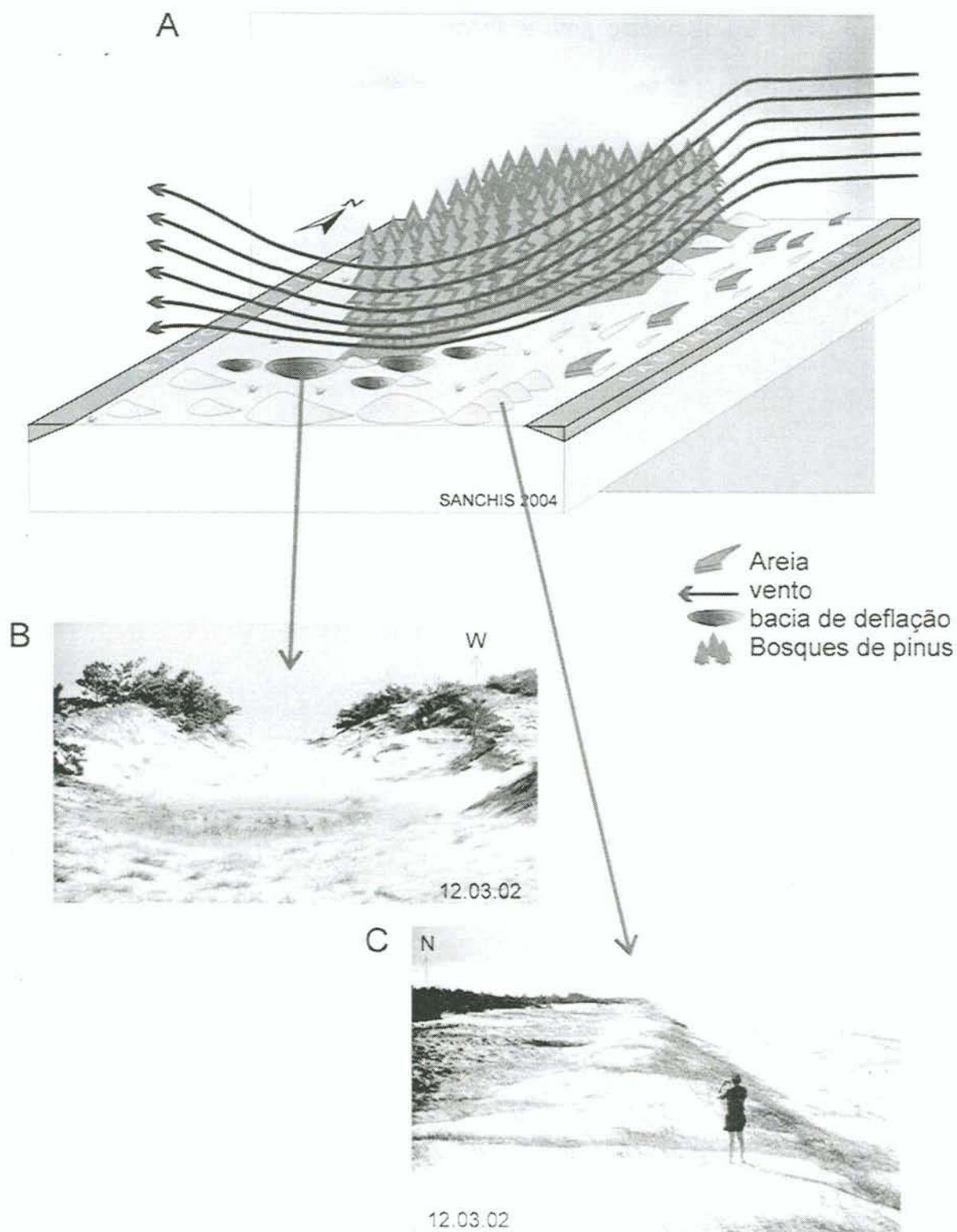
O fato é observado na Ponta do Pinus. Neste local o processo de *carreamento* conjuga-se com o de *translado* (figura 55A). Nesta situação, o *carreamento* propicia um fluxo de alimentação para o segmento Alagadas. Este, por estar isento de pinus, não mantém a areia refém do processo de *bloqueio* ou *captura*. Como resultado, forma-se uma área com superávit de material.

Soma-se a isso o fato de que neste local, provavelmente, ocorra um alívio da pressão que os pinus supostamente provocam aos ventos perpendiculares. A consequência disso pode ser o surgimento de uma "corrente de jato" marginal a extremidade final dos bosques. Tais correntes foram relatadas por Kimmins (1996) e podem facilmente ser percebidas em campo (figura 55B).

Por outro lado este alívio na energia do vento tende a depositar a areia carregada ao longo da costa, tanto ao sul como ao norte das Alagadas, visto que ambas são limitrofes dos bosques. Acreditamos que devido a este fenômeno, tenha se formado uma nova linha de praia, mais a leste, onde novas dunas frontais têm se desenvolvido (figura 55C).

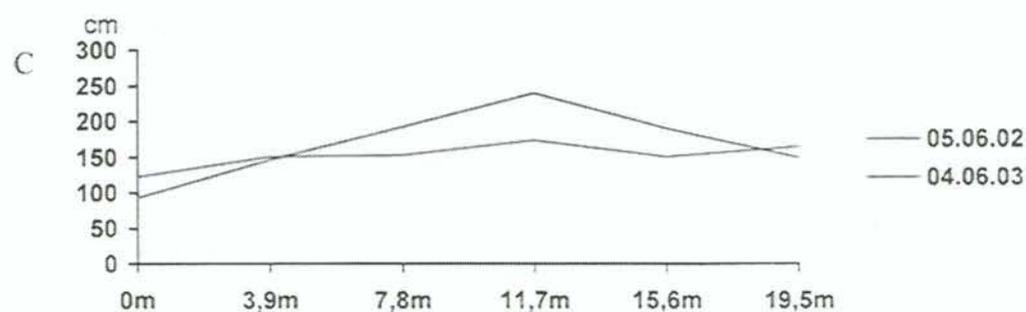
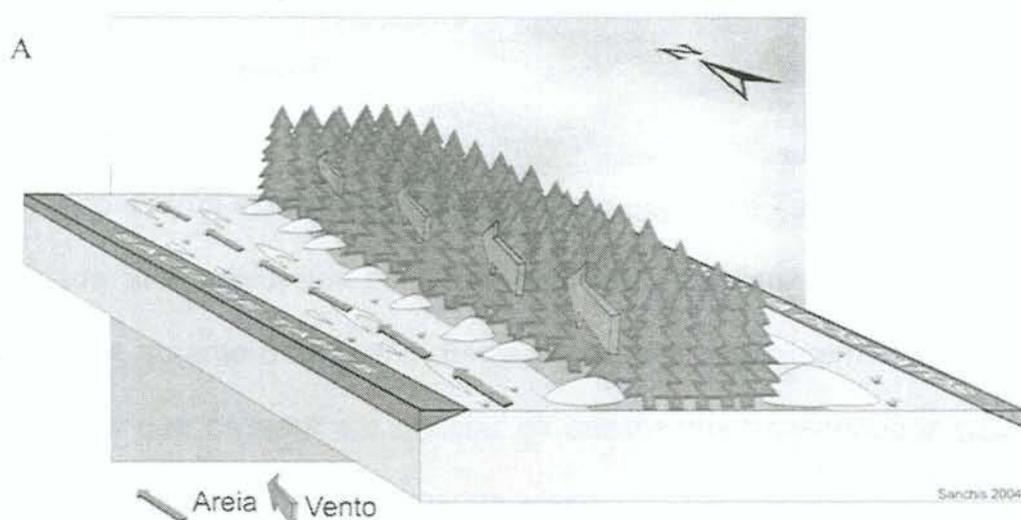
Enquanto que na costa leste o *carreamento* possui a capacidade de edificar novas feições eólicas, na costa oeste este processo tende a aplainar as feições estagnadas pelo *bloqueio* gerado pelos pinus. Esta segunda situação ocorre quando os ventos longitudinais carregam as areias das feições formadas pela dinâmica pretérita do *ambiente referência* (figura 56A). Nestes casos o *carreamento*, somado muitas vezes aos processos de *bloqueio* e *captura*, tem levado a progressiva diminuição no tamanho destas feições.

Figura 55: Em A, vemos croqui representando o *carreamento* conjugado ao *translado*. B ilustra a área de deflação eólica provocada pelas "correntes de jato". Em C temos a evolução das dunas frontais e o surgimento da nova linha de costa (Praia de Fora).



Este fenômeno torna-se visível no experimento F, instalado nas dunas do Roncador (figura 56B e 56C). Estas feições, de porte menos avantajado que as dunas do Cômoros, apesar de não sofrerem *captura* por estarem distantes dos bosques, tem no entanto a sua dinâmica atual guiada pelo *carreamento*. Isso levou estas feições a uma dispersão da areia, o que tem provocado o seu aplainamento e, conseqüentemente, a sua extinção.

Figura 56: Em A, vemos croqui representando o *carreamento*. B ilustra a ocorrência do processo em campo (experimento I, localizado no Roncador). Em C temos a evolução do perfil deste experimento em 12 meses (cota em centímetros).



CONCLUSÃO

Diante do que foi exposto, percebe-se que o Pontal de Tapes teve a sua evolução ligada aos sucessivos períodos regressivos-transgressivos do nível do mar ocorridos durante o holoceno. Estas oscilações propiciaram uma série de feixes praias que passaram a ancorar os sedimentos transportados pelo Guaíba e pela Laguna dos Patos, formando assim o Pontal.

A predominância dos ventos de NE-E viabilizou no ambiente o surgimento de um sistema dunário, cujos padrões assemelham-se aos demais campos de dunas encontrados na Planície Costeira do Rio Grande do Sul.

A ocupação humana deste ambiente, segundo vestígios líticos encontrados no Pontal e que ainda carecem de estudo, provavelmente tenha ocorrido antes da colonização européia.

Com o estabelecimento das sesmarias no início do século XIX, a área passou a ser utilizada na criação de gado. Destaca-se neste período o surgimento da Fazenda Santo Antônio, na qual o Pontal estava inserido.

Durante o século XX tiveram início as inserções mais significativas no ambiente. Uma delas foi o projeto que previa a abertura de um canal na base do Pontal, visando encurtar a distância entre Tapes e Porto Alegre. A obra nunca foi realizada.

Foi porém na década de 70 que o ambiente passou a sofrer a sua maior interferência. Beneficiada por incentivos fiscais, a empresa PINVEST S.A. implanta sobre o sistema dunário do Pontal extensos bosques de pinus.

O crescimento desta vegetação exótica nas últimas três décadas, coincidiu com as profundas modificações observadas pela população tapense nas dunas do Pontal.

Para acompanhar a relação existente entre a presença dos bosques e as alterações nas feições eólicas do ambiente, tomou-se como ponto de partida a caracterização do que passamos a denominar *ambiente referência*, ou seja, a reconstituição da morfologia dunária anterior ao empreendimento. Para tal utilizamos fotos aéreas de 1975 na escala 1:100.000, momento em que iniciava a instalação dos pinus.

Uma vez caracterizado o ambiente pré-pinus, passamos a monitorar onze experimentos instalados na área durante o período de 05.06.02 a 04.06.03. Cada um deles estava composto por um conjunto de balizas, confeccionadas a partir de varas de aço usadas na construção civil e instaladas com o uso de "mangueira de nível". As balizas tiveram a função de gerar os

dados para a construção de perfis, cujos resultados possibilitaram o acompanhamento da movimentação da areia nas dunas. A técnica mostrou-se plenamente satisfatória, visto ter permitido uma precisão na ordem de milímetros, além de otimizar os gastos com as atividades de campo.

Simultaneamente a obtenção dos perfis, acompanhou-se através de uma estação meteorológica temporária, instalada no Clube Náutico Tapense, o comportamento pluviométrico e eólico.

Cabe aqui destacar a parceria com esta instituição, bem como a ONG Associação Ecológica Aguapé, cuja importância na coleta de dados, na obtenção de fotos “antigas” do Pontal e no acesso a área foram de fundamental importância. Ao mesmo tempo estes convênios criaram a possibilidade de interação com a comunidade local, que assim pode acompanhar os objetivos e as conclusões da pesquisa.

A partir dos dados meteorológicos coletados pela estação temporária, estabeleceu-se uma relação entre os perfis das dunas, a precipitação e a velocidade dos ventos. O resultado foi à construção do conceito de **vento potencial**, que se constituiu na adoção de parâmetros que propiciaram a filtragem dos dados eólicos. Por este critério somente os ventos superiores a 18 km/h, distanciados pelo período mínimo de dois dias da última precipitação, foram considerados capazes de mobilizar a areia.

Após a aplicação dos procedimentos acima expostos, foi possível distinguir a ocorrência de quatro processos na dinâmica eólica do Pontal, os quais passamos a denominar: *translado*, *carreamento*, *bloqueio*, *captura*.

Translado: observamos que na dinâmica geomorfológica do ambiente a Laguna dos Patos constitui-se na área fonte de sedimentos. Inicialmente a areia atinge a margem leste do Pontal. A partir daí a areia passa a ser transportada pelos ventos predominantes de leste e nordeste. Como consequência ocorre a interiorização do material que alimentará as feições eólicas, podendo o mesmo atingir a costa oeste do Pontal.

Carreamento: em ocasiões distintas, os ventos de sudeste, sul e sudoeste transportam a areia ao longo do Pontal, provocando a reorganização das feições eólicas. Em alguns pontos pode ocorrer até mesmo o aplainamento do material acumulado durante o *translado*.

Bloqueio: com a introdução dos pinus ocorreu uma ruptura na dinâmica dominada pelo *translado* e pelo *carreamento*. Os bosques passaram a representar um obstáculo capaz de reter os sedimentos depositados na costa leste, impedindo o *translado* e a consequente alimentação do campo dunário.

Captura: trata-se da retenção da areia junto aos pinus. Isso ocorre devido à existência de uma zona a sotavento dos bosques, onde temos a estagnação do vento. Quando da ocorrência de ventos de sentido oposto, ou seja, a margem dos bosques a barlavento, a areia tende a ser introduzida para

o interior dos pinus. Neste processo uma considerável quantidade de material é retirada do sistema dunário, agravando o déficit de areia provocado pelo Bloqueio.

A partir da elucidação destes processos foi possível então concluir que no ambiente pré-pinus (*ambiente referencia*) predominaram os processos de *translado* e *carreamento*, sendo estes os principais responsáveis pela construção dos campos de dunas do Pontal, cujos padrões são coincidentes com outras áreas da PCRS.

Com a instalação dos bosques, estes processos perderam espaço para o *bloqueio* e a *captura*, os quais passaram a redefinir boa parte das feições eólicas.

Podemos constatar esta nova dinâmica na Praia de Fora, nos segmentos em que os bosques acompanham a costa leste do Pontal. Nestes locais a construção das dunas frontais dá-se entremeada à margem dos bosques, impossibilitando a alimentação das feições interiorizadas. O resultado disso é o surgimento de áreas com um déficit de areia no interior e na margem oeste do Pontal, o que tem impedido a manutenção das feições eólicas interiorizadas. Em algumas áreas mais críticas, a influência dos pinus tem levado inclusive a progressiva extinção de diversas dunas. O fato é notório nos Cômoros, onde os resultados de uma série de experimentos permitiu-nos projetar o desaparecimento, em curto prazo, de algumas dunas do ambiente.

O conjunto de evidências permite concluir que teremos provavelmente como tendência nos segmentos Base e Extremidade, a gradativa extinção das feições remanescentes do *ambiente referência*. O fato é notório nas dunas dos Cômoros e Roncador.

Um quadro distinto foi encontrado no segmento Alagadas, onde a inexistência de bosques exóticos preservou processos eólicos de transporte e deposição de areia característicos do *ambiente referência*. Acreditamos que qualquer plano visando a recuperação e manejo das dunas do Pontal deva tomar a dinâmica eólica deste segmento como ponto de partida.

Por fim, cabe citar que nas últimas três décadas intensificou-se a instalação de bosques exóticos, como o pinus e o eucalipto, na PCRS. Estes investimentos têm levado a descaracterização de uma quantidade considerável de ambientes dunários de nosso litoral, cujos prejuízos ecológicos e turísticos (logo, econômicos) necessitam uma melhor avaliação. Assim, desejamos que este estudo sirva de estímulo a realização de outros trabalhos, que permitam avaliar previamente as conseqüências da instalação destes empreendimentos no nosso ambiente costeiro. Para os casos em que o ambiente já está tomado pelos bosques exóticos, que estes estudos possam sugerir atitudes que minimizem (ou até revertam) os seus impactos sobre a Planície Costeira do Rio Grande do Sul.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

A INFORMAÇÃO. Jornal publicado em Tapes em 09/08/1936.

BAGNOLD, R. A. (1941) **The Physics of Blown Sand and Desert Dunes.** London: Ed Methuen; 1954. 265 p

BAKER, J. B; LANGDON, O. G. **Pinus Taeda L. Lablolly Pine.** www.na.fs.fed.us/spfo/pubs/silvicsmanual/volume1/pinus/taeda.htm. Acesso em 23 set. 2002.

BITENCOURT, A. L. V. (1994). **Estudo do ambiente quaternário na região do Banhado do Colégio Camaquã-RS.** In: Pesquisas n°21. Instituto de Geociências, UFRGS, Porto Alegre. 1994. 40-46.

CIBILS, L. A. (1959). **Tapes, Camaquã, Guaíba e Barra do Ribeiro. Contribuição para o estudo do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre. Editora Champagnat. 441p.

_____ (1993). **A revolução de 1893, às margens da Lagoa dos Patos.** In: Revista do Instituto Histórico e Geográfico do Rio Grande do Sul. N. ° 129. Porto Alegre. P. 42-69.

COOK, R; WARREN, A; GOUDIE, A. (1993). **Desert Geomorphology.** London: Ed. Clays. 1953. 526p.

COPSTEIN, G; (1973). **Tapes e a sua economia urbana.** In: Geografia Urbana 13.. Instituto de Geografia- USP. São Paulo. 27p.

DELANEY, P. J. V. (1965). **Fisiografia e geologia de superfície da planície Costeira do Rio Grande do Sul.** Publicação especial n. ° 6. Universidade do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 105p.

EMMETT, W. W.; LEOPOLD, L. B. (1967). **Slopes Processes, Rates and Amounts**. In: Field Methods for Study of Slope and Fluvial Processes. Geomorphology International Geographical Union. October, 1967. p157-158

Ev, L. F. (1990). **Geologia da região de Tapes-RS**. Tese de mestrado. Pós-Graduação em Geociências. UFRGS. Porto Alegre. 83p.

GUERRA, T. (1988) **Estudo sedimentológico como critério para avaliação ecológica do Saco de Tapes**. Dissertação de Mestrado em Ecologia UFRGS. Porto Alegre.

GONÇALVES, M. T. (2000). **A política florestal e seus impactos socioambientais**. In: Os Danos Socioambientais da Monocultura do Eucalipto no Espírito Santo e na Bahia (seminário). Junho de 2000. UFES. P.31-37.

HADLEY, R. F. (1967). **Colored Sand, Marbles, Rods, and Holes**. In: Field Methods for Study of Slope and Fluvial Processes. Geomorphology International Geographical Union. October, 1967. p158-159p.

HASENACK, H.; FERRARO, L. W. (1989). **Considerações sobre o clima de Tramandaí, RS**. In: Pesquisas, 22. Porto Alegre. Instituto de Geociências, UFRGS. p.53-70.

JUVÊNCIO, IR. (1958). **Fixação de dunas In: Veritas**. Vol. III, PUCRS. Porto Alegre, 1958. 84-93p.

_____ (1962). **A vegetação da faixa costeira Sul-Rio-Grandense**. In: Veritas Vol. VII, PUCRS. Porto Alegre 1962. 74-86p.

KERN, A; (1997). **Paleopaisagens e povoamento pré-histórico do Rio Grande do Sul**. In: KERN, A. (org) Arqueologia pré-histórica do Rio Grande do Sul. Mercado Aberto, Porto Alegre.13-62.

KIMMINS, J. P. (1996). **Forest ecology**. N. Jersey, 1996. 596p.

LEEGE, L. M; MURPHY, P. G. (1999). **Growth of the Non-Native Pinus Nigra in Four Habitats on the Sand Dunes of Lake Michigan**. In: Forest Ecology and Management 126, 2000. P.191-200.

LEHUGEUR, L. G. O. (1991). **Mecanismos de transporte e deposição em leques aluvionais da Província Costeira do Rio Grande do Sul, situados a Oeste da Laguna dos Patos**. In: Revista de Geologia 1991, vol 4: p.43 -49.

LOVERA, M. (2000). **A política florestal e seus impactos socioambientais**. In: Os Danos Socioambientais da Monocultura do Eucalipto no Espírito Santo e na Bahia (seminário). Junho de 2000. UFES. P.42-44.

MARTINS, L. C. (1971). **Últimas crônicas**. Vol. 6. Edição do autor. Tapes. 99p.

MARTINS, L. R. (1967). **Aspectos texturais e deposicionais dos sedimentos praias e eólicos da Planície Costeira do Rio Grande do Sul**. Publicação especial n. ° 13. Universidade do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 102p.

MORENO, J. A. (1961). **Clima do Rio Grande do Sul**. Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 42p.

MUEHE, D. (1996). **Geomorfologia costeira**. In: CUNHA, S. B; GUERRA, A. J. T. (orgs.) Geomorfologia: Exercícios, Técnicas e Aplicações. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro.

MÜLLER I. L. (1970). **Notas para o estudo da geomorfologia do Rio Grande do Sul, Brasil**. Publicação especial n. ° 1. UFSM. Santa Maria, RS. 32p.

NIMER, E. (1977) Clima. In: **Geografia do Brasil**. Região Sul. IBGE. Rio de Janeiro. P. 35-79.

PESAVENTO, S. J; (1992) **História do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre. Mercado Aberto. 142p.

PETHICK, J. (1969). **Na Introduction to Coastal Geomorphology**. Edward Arnold, London, 260p.

SANCHIS, M. A. Z; (2003). **Lugares do Saco de Tapes. Topônimos horizontalizados de um mundo vivido**. In: Boletim Gaúcho de Geografia. Vol. 29, nº 1. JAN-JUN. 2003.agb. Porto Alegre. 103-106p.

SANTOS, M. (1997). **A natureza do espaço. Técnica e tempo, razão e emoção**. 2. ed. São Paulo: Editora Hucitec,

SCHMITZ,P, I; (1997). **Os aterros dos campos do sul e sudeste do Rio Grande do Sul**. In: KERN, A. (org) Arqueologia pré-histórica do Rio Grande do Sul. Mercado Aberto, Porto Alegre.13-62.

SCHWARZBOLD, A.; FONSECA, O.J.M.; GUERRA, T. (1986). **Aspectos limnológicos do Saco de Tapes, Laguna dos Patos**. In: Acta Limnológica do Brasil, vol. I, 1986. 89-102p.

SEELIGER, U; CORDAZZO C. V; OLIVEIRA C. P. L; SEELIGER, M. (1999). **Long-term Changes of Coastal Fore dunes in the Southwest Atlantic.** In: Journal of Coastal Research, West Palm Beach, Florida, vol. 16, n.º 4, p.1068-1072.

_____ (2002). **Response of Southern Brazilian Coastal Furedunes to Natural and Human-Induced Disturbance.** Departamento de Oceanografia da Fundação Universidade do Rio Grande. Rio Grande. 8p.

SILVA, A. R. P; CALLIARI, L. J. (2001). **Evolução geomorfológica do Pontal arenoso localizado no Extremo Sul da Lagoa dos Patos.** In: Boletim de Resumos do VIII Congresso da ABEQUA. Imbé, RS. P.73 - 74.

SUGUIO, K; TESSLER, M. G. (1984). **Planícies de Cordões Litorâneos Quaternários do Brasil: Origem e Nomenclatura.** In: Restingas: Origem, Estruturas, Processos. Lacerda, L. D; Araújo D. S. D; Cerqueira, R. (org). CEUFF, Niterói, 1984.15-25.

SPURR, S. H; BARNES, B.V. (1992). **Forest Ecology.** Ed Krieger. Florida, 1992. 689p.

TABAJARA. L. L; MARTINS, L. R; FERREIRA, E. R. (2000). **Efetividade dos métodos estruturais na Construção de Dunas Frontais.** Porto Alegre. In: Pesquisas nº27. Instituto de Geociências, UFRGS, Porto Alegre. 97-109.

TABAJARA. L. L; ALMEIDA L. E. S. B. (2001). **Efeito dos ciclones extratropicais sobre as dunas frontais das praias de Osório.** In: Boletim de Resumos do VIII Congresso da ABEQUA. Imbé, RS. 53 - 54.

TOLDO Jr, E. E. (1989). **Os efeitos do transporte sedimentar na distribuição dos tamanhos de grão e morfodinâmica da Lagoa dos Patos.** Curso de pós-graduação em Geociências da UFRGS. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre 1989. 143p.

_____ (1991). **Morfodinâmica da Laguna dos Patos, Rio Grande do Sul.** In: Pesquisas nº18. Instituto de Geociências, UFRGS. Porto Alegre. P.58-63.

_____ (1994). **Sedimentação, predição do padrão de ondas, e dinâmica da praia e antepraia e zona de surfe do sistema lagunar, da Lagoa dos Patos. RS.** Curso de pós-graduação em Geociências da UFRGS. Tese de Doutorado. Porto Alegre 1994. 189p.

TOMAZELLI L. J; (1993). **O regime de ventos e a taxa de migração das dunas eólicas costeiras do Rio Grande do Sul, Brasil.** Porto Alegre. In: Pesquisas, 20. 1993. Instituto de Geociências, UFRGS. P.18-26.

_____ (1994). **Morfologia, organização e evolução do campo eólico costeiro do Litoral Norte do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.** In: Pesquisas n.º 21, Instituto de Geociências, UFRGS, p.64-71.

US. ARMY CORPS OF ENGINEERS. (1984). **Shore Protection Manual.** Ed Vicksburg. P.36-52.

VERLANGIERI, G.N. (1989). **Caraterização ecológica das margens do saco de Tapes-Lagoa dos Patos (RS) com Ênfase no levantamento da densidade de Scirpus Californicus.** Dissertação de Mestrado em Ecologia na UFRGS. Porto Alegre 1989. 112p.

VILLWOCK, J. A. (1984). **Geology of the Coastal Province of Rio Grande do Sul, Southern Brazil. A Synthesis.** Porto Alegre. In: Pesquisas, nº16. Instituto de Geociências, UFRGS. Porto Alegre. P.5-49.

VILLWOCK, J. A; TOMAZELLI L. J. (1992). **Considerações sobre o ambiente praiar e a deriva litorânea de sedimentos ao longo do Litoral Norte do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre. In: Pesquisas, nº19 (1). Instituto de Geociências, UFRGS. Porto Alegre. P.3-12

WENDROTH, HERRMANN RUDOLF. **O Rio Grande do Sul em 1852.** Aquarelas. Publicação do Governo do Estado do Rio Grande do Sul. Sem data.

ZOMER, S. L. C; (1997). **Uso de recobrimentos aerofotográficos verticais no estudo das alterações sobre a faixa de dunas frontais do Litoral Norte do Rio Grande do Sul.** Instituto de Geociências, UFRGS, Tese de Mestrado.