

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

“HENRIQUE LUIZ ROESSLER” – FEPAM/RS

**SISTEMATIZAÇÃO DOS CONHECIMENTOS EXISTENTES SOBRE AS
DUNAS MÓVEIS DO LITORAL NORTE DO RIO GRANDE DO SUL**

RELATÓRIO FINAL

Prof. Dr. Luiz José Tomazelli

NOVEMBRO / 2001

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO
2. CONCEITOS BÁSICOS SOBRE GÊNESE E EVOLUÇÃO DE DUNAS EÓLICAS COSTEIRAS
3. O REGIME DE VENTOS DO LITORAL NORTE DO RIO GRANDE DO SUL
4. A TAXA DE MIGRAÇÃO DAS DUNAS MÓVEIS DO LITORAL NORTE DO RIO GRANDE DO SUL
5. O SISTEMA DE DUNAS MÓVEIS DO LITORAL NORTE DO RIO GRANDE DO SUL: SITUAÇÃO ATUAL E DEFINIÇÃO DAS ÁREAS PRIORITÁRIAS À PRESERVAÇÃO
 - 5.1. CAMPO DE DUNAS MÓVEIS DE PINHAL
 - 5.2. CAMPO DE DUNAS MÓVEIS DE CIDREIRA
 - 5.3. CAMPO DE DUNAS MÓVEIS DE IMARA
 - 5.4. CAMPO DE DUNAS MÓVEIS DE ARROIO DO SAL
 - 5.5. CAMPO DE DUNAS MÓVEIS DE ITAPEVA (TORRES)
6. RECOMENDAÇÕES PARA ESTUDOS COMPLEMENTARES
7. CONCLUSÕES
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS
9. ANEXO: Mapa de localização dos principais campos de dunas móveis do Litoral Norte do Rio Grande do Sul (formato digital).

1. INTRODUÇÃO

O presente Relatório Final, encaminhado à Fundação Estadual de Proteção Ambiental – FEPAM/RS, trata da sistematização dos conhecimentos existentes sobre as dunas móveis do Litoral Norte do Rio Grande do Sul, em atendimento ao Termo de Referência Nº 040 do Programa Nacional de Meio Ambiente – PNMA II. Espera-se que as informações contidas neste Relatório propiciem importantes subsídios à implementação do Plano de Ação “Gestão pela Conservação das Dunas Móveis do Litoral Norte do RS”, a ser conduzido pela equipe técnica da FEPAM.

Este estudo analisa os campos de dunas móveis existentes no Litoral Norte do Estado, mais especificamente nos municípios de Pinhal, Cidreira, Tramandaí, Imbé, Arroio do Sal e Torres. O termo **duna móvel** é empregado neste relatório para designar os corpos de areia acumulados naturalmente pelo vento e que, devido à inexistência ou escassez de vegetação, continuamente migram impulsionados pelo vento dominante. Este mesmo tipo de duna é conhecido na literatura por várias outras denominações como: dunas livres, dunas ativas, dunas transgressivas. As dunas fixadas pela vegetação (dunas frontais, *nebkhas* e outros tipos de dunas vegetadas), embora integrantes do sistema eólico como um todo, não serão abordadas neste relatório.

A literatura disponível sobre dunas costeiras do Rio Grande do Sul é ainda bastante restrita. As principais fontes bibliográficas utilizadas neste trabalho de sistematização dos conhecimentos foram os estudos publicados por Martins (1967), Horn Fº (1988), Hasenack e Ferraro (1989), Tomazelli (1990), Tomazelli e Villwock (1992), Tomazelli (1993), Tomazelli (1994), Reginato (1996) e Zommer (1997).

2. CONCEITOS BÁSICOS SOBRE A GÊNESE E EVOLUÇÃO DAS DUNAS EÓLICAS COSTEIRAS

Para facilitar a compreensão das informações contidas neste relatório serão descritos, nesta seção, alguns princípios básicos sobre gênese e funcionamento dos sistemas de dunas costeiras.

A fonte de areia para o suprimento dos sistemas de dunas costeiras é a praia. A formação, as características morfológicas e a evolução dos sistemas de dunas dependem, em essência, dos processos pelos quais o vento, soprando sobre a praia supramarés (= pós-praia) consegue remover a areia de sua superfície, transportá-la em direção ao continente e depositá-la mais adiante, em locais propícios para tanto, normalmente sob a influência da vegetação.

Quando o vento sopra sobre uma praia arenosa com uma velocidade acima de um valor crítico (para as areias praias do RS este valor situa-se em torno de 4,5 m/s) parte da areia seca da superfície da praia é removida e transportada pelo vento, basicamente, através do processo de saltação (Fig. 1). Esta “nuvem” de grãos em saltação pode se depositar próximo à praia sob a influência da vegetação, formando as “dunas frontais” ou outros tipos de dunas vegetadas. Na inexistência ou escassez de vegetação as areias em saltação podem se deslocar mais para o interior, acumulando-se em dunas móveis que, impulsionadas pelo vento, continuam migrando para o interior da região costeira.

Fica clara, assim, a relação genética direta entre as dunas móveis e sua fonte de suprimento de areia – a praia. A existência de qualquer barreira entre as dunas móveis e sua fonte de suprimento implica no cancelamento da alimentação com areia nova proveniente da praia. Tais barreiras podem ser naturais (representadas, por exemplo,



Figura 1 – A fonte de areia para o sistema de dunas costeiras. O vento, soprando sobre a superfície da praia, erode e transporta, por saltação, a areia que se deposita no sistema de dunas. Praia de Jardim do Édem.



Figura 2 – Fotografia aérea vertical mostrando o amplo campo de dunas móveis que existia ao norte de Imbé (proximidades do Balneário Santa Terezinha). As dunas eram alimentadas diretamente pela areia da praia. Data da foto: 1975.

pela presença de zonas de dunas vegetadas, de cursos de água) ou podem resultar da ação antrópica, nas regiões urbanizadas (presença de casas, muros, etc.).

A análise de fotografias aéreas antigas mostra que a região de estudo era, na sua maior parte, coberta por um amplo campo de dunas móveis alimentadas diretamente da praia oceânica ou através de “corredores de alimentação” existentes na zona de dunas vegetadas (Tomazelli, 1990). A rápida urbanização da região foi a principal responsável pelo cancelamento da alimentação destas dunas levando à extinção progressiva da maior parte deste campo eólico (Fig. 2).

3. O REGIME DE VENTOS DO LITORAL NORTE DO RS

Por ser o vento o principal agente envolvido no processo, qualquer estudo sobre origem e evolução de campos de dunas passa, necessariamente, por uma discussão sobre o regime de ventos superficiais. Os principais ventos que afetam a área de estudo resultam de dois sistemas de alta pressão que atuam na região: o Anticiclone do Atlântico Sul – mais ativo durante os meses de verão - e o Anticiclone Migratório Polar – mais influente durante os meses de inverno (Nimer, 1977; Hasenack e Ferraro, 1989). Os ventos provenientes das bordas destes anticiclones apresentam sentidos praticamente opostos: ventos do quadrante NE contra ventos do quadrante SW, respectivamente.

Tomazelli (1990, 1993) analisou os dados de velocidade (m/s) e direção de proveniência (8 setores direcionais) dos ventos superficiais registrados em duas estações meteorológicas existentes na área de estudo (Torres e Imbé). A partir dos registros disponíveis o autor analisou uma série de dados de 13 anos: de janeiro de 1970 a dezembro de 1982. A Tabela 1 sintetiza os dados de frequência percentual (direção e velocidade) registrados nas duas estações. Os gráficos da Figura 3 representam os dados referentes à frequência total para cada direção de proveniência.

Estação	Direção	Intervalos de Velocidade (m/s)					%	V média	Total de Observ.
		1 - 4	5 - 7	8 - 10	11 - 13	14			
TORRES	N	4.5	0.4	0.1	0.0	0.0	5.0	2.6	14036
	NE	11.4	7.9	4.0	0.7	0.1	24.1	4.9	
	E	6.3	3.7	1.2	0.1	0.1	11.4	4.2	
	SE	5.0	2.1	0.5	0.1	0.0	7.7	3.8	
	S	5.3	4.2	2.2	0.4	0.1	12.2	5.2	
	SW	4.6	3.1	1.6	0.2	0.1	9.5	5.1	
	W	3.0	0.7	0.4	0.1	0.1	4.3	3.7	
	NW	4.8	0.4	0.1	0.0	0.0	5.3	2.7	
Calma	—	—	—	—	—	18.5	0.0		
IMBÉ	N	2.4	0.2	0.1	0.0	0.0	2.6	2.7	14116
	NE	16.3	13.5	10.0	0.7	0.8	41.4	5.7	
	E	4.2	3.6	2.4	0.1	0.1	10.5	5.5	
	SE	4.5	2.2	0.6	0.1	0.0	7.4	4.3	
	S	3.8	2.5	0.6	0.1	0.0	7.0	4.4	
	SW	3.4	2.6	1.4	0.1	0.1	7.6	5.3	
	W	7.9	5.2	3.3	0.4	0.5	17.3	5.5	
	NW	1.2	0.1	0.0	0.0	0.0	1.4	2.9	
Calma	—	—	—	—	—	4.9	0.0		

Tabela 1 – Frequência percentual dos ventos (direção e velocidade) registrados nas estações meteorológicas de Torres e Imbé, no período de 1970 a 1982 (Tomazelli, 1990, 1993).

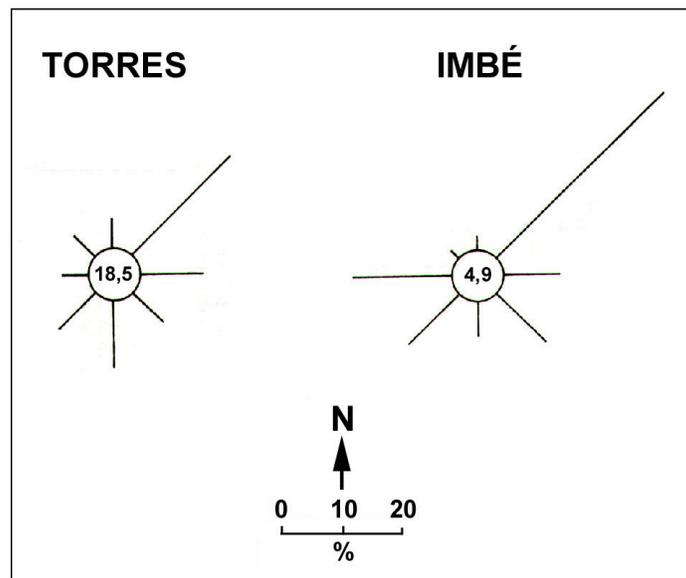


Figura 3 – Diagrama das frequências percentuais das direções de proveniência dos ventos nas estações meteorológicas de Torres e Imbé. Os números centrais representam percentuais de calma. Período de observação: 1970-1982 (Tomazelli, 1990, 1993).

A análise dos dados mostra claramente que, nas duas estações meteorológicas, o vento mais freqüente provém de NE. Embora exista uma boa consistência nos registros das duas estações, é possível de se observar algumas diferenças significativas que podem ser atribuídas principalmente a efeitos topográficos locais. Por exemplo, os ventos de W são raros em Torres (4,3 %) enquanto em Imbé são bem mais comuns (17,3 %). Já os ventos de NW são bem mais comuns em Torres (5,3 %) do que em Imbé (1,4 %). Estas diferenças refletem claramente a posição das estações com relação ao Planalto da Serra Geral e, conseqüentemente, com a influência que sua imponente topografia exerce no padrão de circulação dos ventos.

As variações no regime de ventos do Litoral Norte do RS ao longo do ano foram estudadas por Tomazelli (1990, 1993) a partir dos registros da estação de Imbé. Os dados mostram claramente que embora o vento NE seja o mais freqüente em todos os meses do ano – com exceção do mês de junho – existem, no entanto, importantes variações sazonais. Estas variações ficam bastante evidentes quando se observa o gráfico da Figura 4 no qual se considerou a soma dos ventos favoráveis à migração normal das dunas (ventos de N, NE e E) contra a soma dos ventos opostos a esta migração (ventos de S, SW e W). O gráfico mostra que as curvas se aproximam e até mesmo se interceptam nos meses de outono-inverno, enquanto se afastam nos meses de primavera-verão. Estes dados estão consistentes com as medidas das taxas de migração das dunas monitoradas no terreno.

3.1. O Potencial de Transporte de Areia Pelo Vento

Ao se considerar a quantidade de areia que o vento potencialmente pode transportar em uma determinada direção deve-se avaliar, basicamente, o tempo em que o vento soprou segundo esta direção (freqüência) bem como a velocidade desenvolvida.

Estes parâmetros se encontram nas fórmulas elaboradas por diversos autores e que se encontram disponíveis na literatura que trata de processos eólicos (veja-se, por exemplo, Sarre, 1988).

Tomazelli (1990, 1993) utilizou a metodologia desenvolvida por Fryberger (1979) para calcular o potencial de transporte de areia pelo vento a partir dos dados das estações de Torres e Imbé. A Figura 5 representa graficamente, sob a forma de “rosa de areia”, os dados correspondentes ao potencial de transporte de areia anual para estas estações. A análise dos gráficos mostra que a direção de transporte resultante (RDD) nas duas estações aponta para SW, concordando plenamente com a configuração morfológica e a migração dos campos de dunas móveis. De acordo com a classificação de Fryberger (1979) o regime de ventos do Litoral Norte do RS, conforme retratado nos dados das estações estudadas, caracteriza-se como um regime de alta energia, uma vez que o potencial de transporte (DP) é maior que 400 unidades vetoriais ($DP > 400 UV$). Quanto à variabilidade direcional, os baixos valores nas razões RDP/DP refletem principalmente o caráter bimodal obtuso na distribuição, devido à ação de ventos praticamente opostos, resultantes da ação dos dois centros de alta pressão que atuam na região.

A comparação do potencial de transporte de areia nas duas estações ao longo dos meses do ano (Fig. 6) mostra que as curvas possuem configurações semelhantes, embora se diferenciem significativamente nos valores absolutos. Em todos os meses do ano o potencial de transporte é superior em Imbé do que em Torres. Nas duas estações observa-se uma significativa variação sazonal no potencial de transporte de areia, com os meses de primavera-verão apresentando valores bem superiores aos meses de outono-inverno. Estas constatações são totalmente concordantes com as observações e medidas de campo sobre a taxa de migração das dunas.

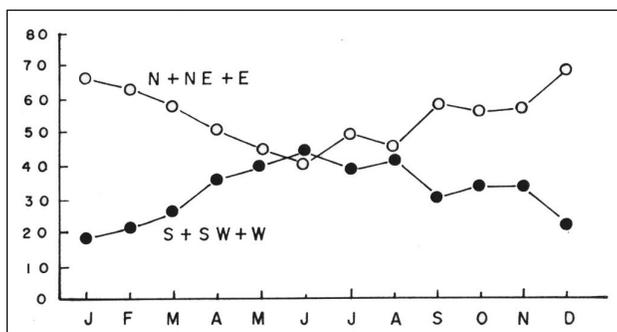


Figura 4 – Curvas representativas das variações mensais das freqüências dos ventos favoráveis à migração normal das dunas (N + NE + E) e dos ventos opostos a esta migração (S + SW + W). Dados da estação de Imbé. Período: 1970-1982 (Tomazelli, 1990, 1993).

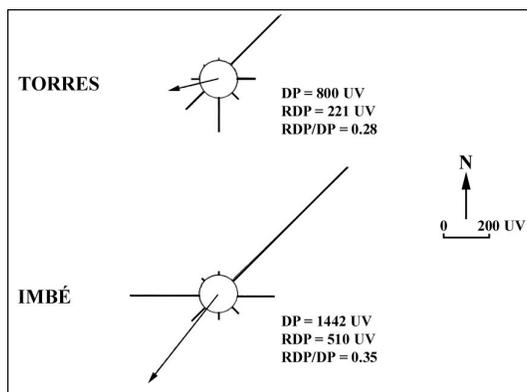


Figura 5 – Gráficos representativos dos potenciais de transporte anual de areia (DP) calculados com base nos registros das estações de Torres e Imbé. Período: 1970-1982 (Tomazelli, 1990, 1993).

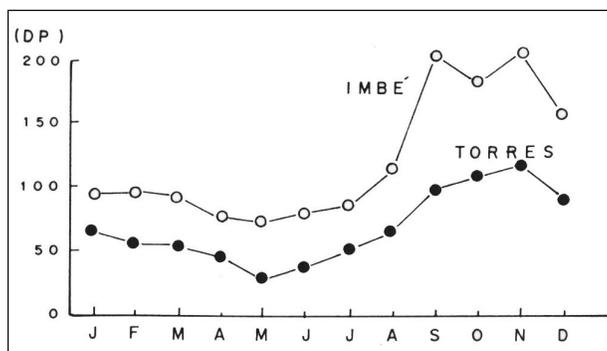


Figura 6 – Curvas mostrando as variações mensais nos potenciais de transporte de areia (DP) nas estações de Torres e Imbé. Período: 1970-1982 (Tomazelli, 1990, 1993).

4. A TAXA DE MIGRAÇÃO DAS DUNAS MÓVEIS DO LITORAL NORTE DO RIO GRANDE DO SUL

As taxas de migração das dunas eólicas do Litoral Norte do RS foram determinadas por Tomazelli (1990, 1993) através do emprego de dois métodos: (1) determinação com base na análise de fotografias aéreas de diversas datas de vôo e (2) o monitoramento direto no campo, a partir da fixação de marcos de controle.

Os resultados encontrados nos dois métodos foram consistentes entre si e com os dados de regime de ventos registrados nas estações meteorológicas. As determinações em fotografias aéreas, envolvendo períodos de tempo de até 27 anos, e feitas em diferentes tipos morfológicos de feições eólicas, revelaram taxas médias anuais variáveis entre 10 e 38 m/ano.

O monitoramento da taxa de migração de uma duna barcanóide, com 8 m de altura, do campo eólico de Pinhal ilustra bastante bem o comportamento das dunas móveis da área de estudo. O monitoramento envolveu um período de tempo de 3 anos: de setembro de 1986 a setembro de 1989. Os dados se encontram resumidos nos gráficos da Figura 7. Durante o período de monitoramento a duna avançou uma distância total de 79,19 m na direção SW ($Az = 230^\circ$) correspondendo a uma taxa média anual de cerca de 26 m/ano. Neste deslocamento a duna avançou por sobre um terreno vegetado, recobrando várias casas, cercas e árvores.

A análise dos gráficos revela claramente a importante variação que afeta a migração das dunas eólicas da área de estudo, concordando plenamente com os cálculos de potencial de transporte de areia realizados a partir dos dados de ventos da estação de Imbé. Durante os meses de outono-inverno (março a agosto) a duna monitorada avançou muito pouco, mantendo-se praticamente estabilizada. Este comportamento reflete a influência maior, durante estes meses, dos ventos provenientes de SW e W,

contrários ao deslocamento normal das dunas. De setembro em diante, em função do amplo predomínio dos ventos de NE e E, a duna alcançou suas mais altas taxas de migração.

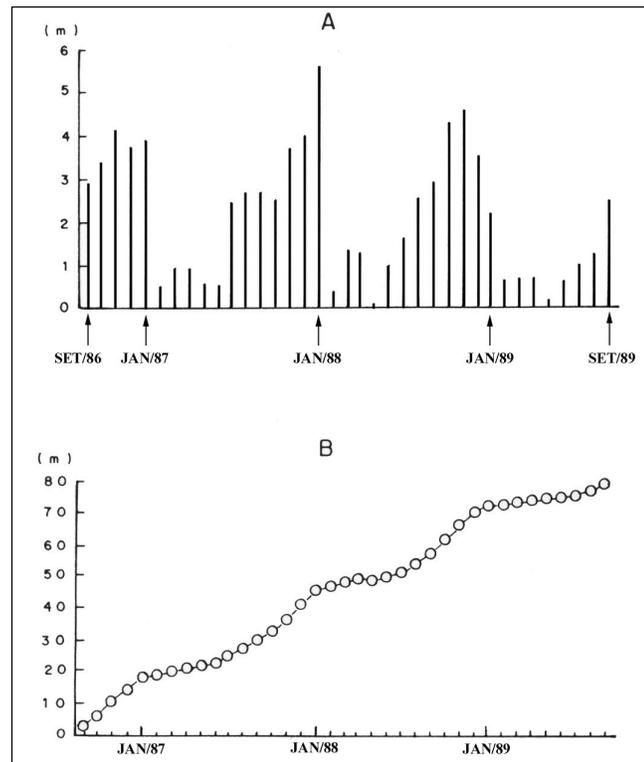


Figura 7 – Gráficos representativos da migração de duna barcanóide, próxima ao Balneário Pinhal, no período de SET/86 a SET/89. (A) migração mensal em metros, (B) migração acumulada no período de monitoramento. Observe-se, em ambos os gráficos, a importante variação sazonal na taxa de migração (Tomazelli, 1990, 1993).

5. O SISTEMA DE DUNAS MÓVEIS DO LITORAL NORTE DO RIO GRANDE DO SUL: SITUAÇÃO ATUAL E DEFINIÇÃO DAS ÁREAS PRIORITÁRIAS À PRESERVAÇÃO

A análise de uma série de fotografias aéreas verticais antigas (1947, 1949, 1953, 1966, 1975) revela que o segmento costeiro em estudo era, na sua maior parte, coberto por um amplo campo de dunas móveis que, com o tempo, foi progressivamente desaparecendo. As fotografias aéreas e imagens de satélite recentes mostram que, hoje em dia, muito pouco deste sistema natural ficou preservado. Em grande parte o desaparecimento das dunas móveis pode ser atribuído à rápida urbanização da região, seja através da ocupação direta do terreno anteriormente coberto pelas dunas, ou então, de forma indireta, pelo cancelamento da alimentação de areia proveniente da praia.

A análise das imagens de satélite e fotografias aéreas, complementadas com uma verificação de campo, permitiu identificar 5 locais mais importantes em que as características do sistema natural se encontram, em parte, mantidas. Estes locais, remanescentes do amplo campo de dunas móveis que cobria a região, podem ser indicados como áreas prioritárias para preservação. Estes campos de dunas, representados no mapa da Figura 8 (e no arquivo digital, em anexo), serão descritos a seguir, em ordem de posição geográfica (do sul para o norte).



Figura 8 – Mapa de localização dos principais campos de dunas móveis do Litoral Norte do RS.

5.1. Campo de Dunas Móveis de Pinhal (Fig. 9)

Limitado, a leste, pelas zonas urbanizadas de Pinhal e Cidreira e, a oeste, pelas Lagoas da Cidreira e Rondinha, este campo de dunas móveis cobre uma área de cerca de 17,4 km². É constituído principalmente por cadeias barcanóides e, secundariamente, por barcanas isoladas e cadeias transversais. As regiões de interdunas apresentam, geralmente, uma vegetação rala e, principalmente nos períodos de inverno, devido à presença próxima do lençol freático, abrigam corpos temporários de água. Em sua parte distal (limite sul) o campo de dunas avança sobre a principal via de acesso ao Balneário Pinhal (RS-040). Para permitir a trafegabilidade é necessário que a areia seja continuamente removida ou que as dunas situadas na parte terminal do campo sejam fixadas (através de técnicas como o uso de esteiras, cobertura com ramos e plantio de vegetação).

Atualmente este campo de dunas possui sua alimentação cancelada devido ao bloqueio exercido pela zona urbanizada adjacente. Como as dunas não recebem mais areia nova desde a fonte (a praia) a migração – na faixa de algumas dezenas de metros por ano - se dá às expensas das areias internas ao próprio campo. Com isto, o campo se encontra em gradativo processo de extinção, a qual se processa tanto pela dissipação das dunas como também pela migração ativa para dentro dos corpos lagunares adjacentes.

5.2. Campo de Dunas Móveis de Cidreira (Fig. 10)

Limitado, a leste, pela zona urbanizada de Cidreira e, em parte, pelo campo de dunas vegetadas e pela praia e, a oeste, pelas Lagoas do Manoel Nunes e Fortaleza este campo de dunas móveis cobre uma área de cerca de 31,4 km². As características das dunas e interdunas são semelhantes às descritas para o Campo de Pinhal.



Figura 9 – Campo de dunas móveis de Balneário Pinhal. Cadeia barcanóide migrando sobre terreno vegetado e alagado.



Figura 10 – Campo de dunas móveis de Cidreira. Cadeias barcanóides e interdunas não vegetadas, temporariamente alagadas após um período de chuvas.

O grande diferencial deste campo de dunas, em relação aos demais, é que sua alimentação, embora reduzida, não foi totalmente cancelada. A existência de vários “corredores de alimentação” (Tomazelli, 1990), cruzando a zona de dunas vegetadas, permite que o campo de dunas móveis continue recebendo areia nova proveniente da praia (Fig. 11). Assim, mantida a fonte alimentadora, este campo não se encontra em extinção, fato este que lhe confere prioridade máxima para preservação, como um segmento bastante representativo do sistema eólico natural da região. Para que esta situação tenha continuidade é fundamental evitar a urbanização da região de dunas vegetadas onde se encontram os “corredores de alimentação” que asseguram o suprimento de areia nova ao sistema.

5.3. Campo de Dunas Móveis de Imara (Fig. 12)

O campo de dunas móveis de Imara, situado no município de Imbé, cobre uma área de cerca de 0,34 km². Possui uma alimentação ainda ativa através de um corredor com cerca de 600 m de largura e que se projeta desde “blowouts” existentes nas dunas frontais, junto à praia. Este campo de dunas foi muito modificado pelo homem, especialmente através da retirada direta de areia. Na situação atual, encontra-se reduzido a duas grandes dunas transversais, com cerca de 10-15 m de altura e por um depósito eólico mantiforme (lençol de areia) que se prolonga na continuidade do corredor de alimentação. Pequenas dunas do tipo barcana, com menos de 1 m de altura, se desenvolvem sobre este lençol de areia.



Figura 11 – Campo de dunas móveis de Cidreira. Observe-se que as dunas ainda são supridas pela areia da praia, através de corredores de alimentação existentes na zona de dunas vegetadas.



Figura 12 – Campo de dunas móveis de Imara (município de Imbé). As alterações antrópicas reduziram o campo a, praticamente, duas grandes dunas transversais e a um lençol de areia com pequenas dunas.

5.4. Campo de Dunas Móveis de Arroio do Sal (Fig. 13)

Situado no Balneário Atlântico, município de Arroio do Sal, este campo de dunas possui uma área de cerca de 0,46 km². As dunas são principalmente do tipo barcanóide e reversas, podendo alcançar alturas expressivas (15-20 m). O campo é marcado pela presença de remanescentes de uma vegetação de grande porte sobre a qual as dunas migraram e migram. A maior parte desta vegetação, que aparece como núcleos isolados no meio das dunas e na borda oeste do campo, é composta por espécies não nativas (pinus, eucalipto) mostrando que o homem influenciou o desenvolvimento do sistema natural.

Hoje em dia a alimentação deste campo de dunas se encontra completamente cancelada devido à presença de uma zona de dunas vegetadas e da faixa urbanizada (Balneário Atlântico). Apesar da falta de suprimento de areia nova, é provável que este campo de dunas tenha ainda uma durabilidade significativa (décadas) se não sofrer retirada direta de areia pelo homem. Isto se deve às características do regime de ventos do local, como é retratado pela morfologia das dunas e também pelos registros da estação de Torres. A presença de dunas reversas indica que as mesmas estão submetidas à ação de ventos opostos. Como resultado, estas dunas, provavelmente, migram a taxas bem menores do que, por exemplo, as taxas apresentadas pelas dunas dos campos mais ao sul (Pinhal, Cidreira), cuja migração é controlada basicamente pelo vento NE. Este é um fator importante para se considerar quando da avaliação das prioridades de preservação dos campos de dunas móveis da área de estudo.



Figura 13 – Campo de dunas móveis de Arroio do Sal (Balneário Atlântico). O campo, formado principalmente por dunas transversais e reversas, avança sobre vegetação, em grande parte, não nativa (pinus, eucaliptos). Observe-se que a alimentação das dunas está totalmente cancelada.



Figura 14 – Campo de dunas móveis de Itapeva (Torres). As dunas avançam sobre terreno vegetado por espécies nativas.

5.5. Campo de Dunas Móveis de Itapeva (Fig. 14)

Situado próximo ao Camping de Itapeva, município de Torres, este campo de dunas cobre uma área de aproximadamente 2,1 km². Possui características muito semelhantes às apresentadas pelo campo de dunas de Arroio do Sal, acima descrito, com a diferença de que a vegetação envolvida é representada por espécies nativas. Portanto, neste aspecto, o sistema natural não foi afetado pelo homem. O campo de dunas é limitado em sua margem oeste por uma duna de precipitação que avança lentamente sobre a vegetação adjacente. A alimentação do sistema foi cancelada devido à presença, entre o campo de dunas e a praia, de uma zona de dunas vegetadas e de zona urbanizada.

A beleza natural do campo de dunas e a presença de vegetação nativa, são pontos fortes a serem considerados nas decisões a serem tomadas sobre a preservação dos campos de dunas móveis da área de estudo. Da mesma forma como foi descrito para o campo de dunas de Arroio do Sal, apesar do cancelamento na alimentação, é provável que o campo de dunas de Itapeva tenha uma boa durabilidade (várias décadas) em função da atuação de ventos opostos que determinam uma baixa taxa de migração para estas dunas.

6. RECOMENDAÇÕES PARA ESTUDOS COMPLEMENTARES

A análise dos conhecimentos já existentes e a situação atual dos campos de dunas móveis do Litoral Norte do RS sintetizadas neste trabalho permitem estabelecer algumas orientações para estudos complementares que supram lacunas neste conhecimento e, em conseqüência, otimizem os procedimentos a serem tomados para uma melhor gestão destes importantes ecossistemas:

6.1. Cobertura aero-fotográfica de baixa altitude dos campos de dunas

Uma cobertura aero-fotográfica de baixa altitude (permitindo a obtenção de fotos verticais na escala de 1:5000) representaria um excelente meio para delimitar mais precisamente os campos de dunas. Além disso, a repetição periódica do levantamento (anual ou a cada dois anos) representaria um meio rápido e eficaz para acompanhar e monitorar as mudanças ocorridas no sistema, sejam elas naturais ou produzidas pelo homem. De modo especial é recomendado este procedimento para o acompanhamento do campo de dunas móveis de Cidreira, tendo em vista a sua importância para preservação, pelas razões já apresentadas anteriormente.

6.2. Trabalhos de campo

Os campos de dunas selecionados para preservação devem ser estudados detalhadamente através de observações e medidas no terreno que permitam o registro de feições consideradas significativas. De modo especial recomenda-se que, logo após a obtenção das fotografias aéreas e de sua interpretação, seja realizada a etapa de campo para a observação destas feições no terreno (por exemplo, determinações morfométricas das dunas, presença de novas construções, pontos de retirada de areia, etc...).

Os trabalhos de campo nos diferentes campos de dunas móveis poderão também oferecer subsídios para o uso mais apropriado destes sistemas a ser considerado no programa de gestão (preservação ecológica, implementação de trilhas ecológicas, pesquisa científica, uso recreacional das dunas, etc...).

6.3 Educação Ambiental

É altamente recomendável que o projeto de gestão dos campos de dunas móveis do Litoral Norte do RS inclua um programa de educação ambiental das comunidades envolvidas, destacando a importância da preservação deste tipo de ecossistema (importância ecológica, paisagística e científica). O contato com prefeituras, escolas, ONGs e outras organizações locais podem ser fundamentais para a gestão apropriada destes ecossistemas.

7. CONCLUSÕES

O trabalho de sistematização dos conhecimentos sobre as dunas móveis do Litoral Norte do RS, complementado por novas observações de campo, permitiu reconhecer 5 principais campos de dunas, remanescentes do amplo sistema eólico que originalmente cobria a maior parte da área de estudo. Em função de vários parâmetros (alimentação ativa ou cancelada, previsão de durabilidade, área, morfologia interna, importância paisagística) é sugerida a seguinte ordem, em termos de prioridade para a preservação:

1. Campo de Dunas Móveis de Cidreira (prioridade máxima)
2. Campo de Dunas Móveis de Itapeva
3. Campo de Dunas Móveis de Pinhal
4. Campo de Dunas Móveis de Arroio do Sal
5. Campo de Dunas Móveis de Imara (prioridade mínima)

Recomenda-se que o Plano de Ação “Gestão Pela Conservação das Dunas Móveis do Litoral Norte do RS” considere a implementação de um monitoramento dos campos de dunas com base em fotografias aéreas de baixa altitude complementadas por

trabalhos de campo e o desenvolvimento de um programa de educação ambiental para as comunidades envolvidas.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Fryberger, S.G. 1979. Dune Forms and Wind Regime. In: McKee, E.D., ed., A Study of Global Sand Seas. *U.S. Geol. Survey Prof. Paper*, **1052**: 83-134.

Hasenack, H. & Ferraro, L.W. 1989. Considerações sobre o clima da região de Tramandaí. *Pesquisas*, **22**: 53-70.

Horn Fº, N.O. 1988. *Geologia das Folhas de Torres, Três Cachoeiras, Arroio Teixeira e Maquiné, Nordeste do Rio Grande do Sul*. Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado. 241 p.

Martins, L.R. 1967. Aspectos deposicionais e texturais dos sedimentos praias e eólicos da Planície Costeira do Rio Grande do Sul. *Publicação Especial da Escola de Geologia*, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. **13**, 102 p.

Nimer, E. 1977. Clima. In: *IBGE – Geografia do Brasil. Região Sul*. Rio de Janeiro, p. 35-79.

Reginato, P.A.R. 1996. *Geologia e evolução holocênica da região norte da Planície Costeira do Rio Grande do Sul*. Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado. 166 p.

Sarre, R.D. 1988. Evaluation of aeolian sand transport equations using intertidal zone measurements, Saunton Sands, England. *Sedimentology*, **35**(4): 671-821.

- Tomazelli, L.J. 1990. *Contribuição ao estudo dos sistemas deposicionais holocênicos do nordeste da Província Costeira do Rio Grande do Sul - Com ênfase no sistema eólico*. Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Tese de Doutorado. 270 p.
- Tomazelli, L.J. 1993. O Regime dos Ventos e a Taxa de Migração das Dunas Eólicas Costeiras do Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesquisas*, **20**(1): 18-26.
- Tomazelli, L.J. 1994. Morfologia, Organização e Evolução do Campo Eólico Costeiro do Litoral Norte do Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesquisas*, **21**(1): 64-71.
- Tomazelli, L.J. & Villwock, J.A. 1992. Considerações sobre o ambiente praial e a deriva litorânea de sedimentos ao longo do Litoral Norte do Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesquisas*, **19**(1):3-12.
- Zomer, S.L.C. 1997. *Uso de recobrimentos aerofotográficos verticais no estudo das alterações sobre a faixa de dunas frontais do Litoral Norte do RS*. Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado. 133 p.

Porto Alegre, Novembro de 2001

Prof. Dr. Luiz José Tomazelli

CECO / Instituto de Geociências / UFRGS