

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA**

**ESTRUTURA E FENOLOGIA FLORAL DA VEGETAÇÃO HERBÁCEA
DE DUNAS FRONTAIS NO PARQUE ESTADUAL DE ITAPEVA,
TORRES, RIO GRANDE DO SUL**

Carla Beatriz Palma

Orientador: Prof. Dr. João André Jarenkow

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Botânica.

Porto Alegre

2006

AGRADECIMENTOS

À João André Jarenkow, pela paciência e confiança.

À colega e amiga Camila Inácio, por compartilharmos as tensões e inseguranças neste final de mestrado, pela amizade, e principalmente pelo exemplo de caráter que tens.

Aos demais colegas do laboratório de Fitogeografia, especialmente o Jean e o Eduardo que me ajudaram a esclarecer conceitos de estatística e pela ajuda nos gráficos.

À amiga Fernanda Caregnato, pela ajuda na parte mais cansativa do trabalho que foi a delimitação das unidades amostrais.

À CAPES pela bolsa concedida.

Ao professor Heinrich Hasenack, sempre disposto a atender e fornecer os mapas.

Aos professores e pesquisadores do CECO – Geociências, que sempre me atenderam e forneceram cópias e separatas dos seus trabalhos.

Ao Andréas Kindel, que me deu carona para as primeiras saídas ao local de estudo.

Aos colegas Luis Fernando Paiva Lima, Francisco Caporal, Adriana Guglieri, Ângelo Schneider, Rafael Trevisan e Raquel Ludtke, e aos professores Hilda Longhi-Wagner, Ilse Boldrini e Cláudio Mondin pela identificação de algumas espécies.

A todos os professores do Departamento de Botânica, que ministraram as disciplinas, as quais cursei ao longo desses dois anos, pelas dicas nos seminários e pelo conhecimento transmitido.

Aos funcionários do Herbário e da Biblioteca de Botânica.

Por fim, e não menos importante, agradeço a Luciano Baumbach, pelo apoio, pela companhia em TODAS as saídas de campo e por estar ao meu lado.

SUMÁRIO

Introdução.....	4
Referências bibliográficas	6
Artigo 1 – Estrutura de uma formação herbácea de dunas frontais no litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil	10
Artigo 2 – Fenologia floral da vegetação de dunas frontais no litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil	35
Considerações finais	58

INTRODUÇÃO

A Planície Costeira no Rio Grande do Sul é formada pela Bacia de Pelotas, tendo sua origem relacionada aos movimentos tectônicos que, a partir do Cretáceo (144-65 Ma), conduziram à abertura do Atlântico Sul (Willcock & Tomazelli 1995). Apresenta uma linha de costa regular, sem reentrâncias significativas, que se estende por cerca de 600 km, desde o rio Mampituba em Torres, ao norte, até a desembocadura do arroio Chuí, ao sul (Tomazelli *et al.* 1996).

A soma de fatores como a topografia de terras baixas, o regime de ventos atuante e o grande estoque de areia quartzosa fina exposta à ação das ondas propiciou a formação de um dos mais extensos campos de dunas eólicas do litoral brasileiro (Tomazelli *et al.* 2004). Grande parte da areia transportada pelos ventos, cuja predominância no litoral norte do Estado é o do quadrante nordeste, tem seu processo de deposição facilitada pela presença da vegetação, que representa um obstáculo à distância percorrida pelo sedimento (Tomazelli 1994).

A vegetação das dunas costeiras é dominada por espécies herbáceas, em geral rizomatosas ou estoloníferas, de rápido crescimento e grande capacidade de rebrotamento (Pfadenhauer 1978). Podem ser classificadas basicamente em dois grupos: as halófilas, que crescem nas dunas embrionárias e frontais, que sofrem, portanto, um maior efeito da salinidade (Falkenberg 1999), e para a qual apresentam eficientes mecanismos adaptativos como a auto-compartimentalização salina (Munns 2002); e as psamófilas, que crescem em regiões mais protegidas e úmidas, onde o sedimento apresenta maior estabilidade, tendo igualmente notáveis adaptações (Menezes & Araújo 1999). Além do fator salinidade, outros fatores abióticos também exercem grande influência na distribuição, germinação e crescimento dessa vegetação, tais como a restrição de umidade e nutrientes no solo, a alta exposição aos ventos, a mobilidade da areia (Wilson & Sykes 1999) e a distância do lençol freático, levando à formação de um gradiente

vegetacional no sentido mar-continente, com um significativo aumento na riqueza específica (Waechter 1985).

Na vegetação das dunas sul-rio-grandenses, são encontradas tanto espécies perenes quanto anuais de verão ou inverno (Seeliger 1998). Os padrões de floração e frutificação para cada espécie são fortemente controlados pelas condições locais de umidade de solo e pelos regimes regionais de temperatura e luz, conforme verificado por Cordazzo & Seeliger (1988), podendo ocorrer diferenças na duração desses episódios entre espécies dentro de um mesmo hábitat de dunas. As plantas tropicais, segundo Larcher (2000), respondem a estímulos fotoperiódicos extremamente fracos e a pequenas variações de temperatura e comprimento do dia, que podem alterar seu processo de desenvolvimento.

Uma das primeiras e mais completas listagens florísticas das restingas sul-rio-grandenses, que inclui a flora herbácea das dunas frontais, foi realizada por Rambo (1954). Mais recentemente, realizaram-se outros levantamentos pontuais como os Lindeman *et al.* (1975), Valls (1975) e Danilevicz (1989). Apresentando uma metodologia mais complexa, pesquisas como a de Pfadenhauer (1978, 1979a, 1979b) permanecem sendo referências para muitos estudos ecológicos no litoral brasileiro.

Na região de Tramandaí a Capão da Canoa (RS), Soares (1984) analisou quantitativamente o gradiente vegetacional de dunas frontais a baixadas úmidas ou dunas terciárias. No entanto, o extremo sul do Estado foi a região mais pesquisada, com trabalhos voltados à ecologia de populações (Costa *et al.* 1984, Bernardi *et al.* 1987, Costa *et al.* 1988, Costa *et al.* 1988b, Bernardi & Seeliger 1989, Costa & Seeliger 1990, Costa *et al.* 1991) e ecologia de comunidades (Cordazzo & Seeliger 1987, Cordazzo & Seeliger 1988, Seeliger 1992, Costa *et al.* 1996).

Os campos de dunas do extremo norte no litoral do Estado permanecem pouco estudados e constituem a região litorânea mais explorada pela indústria imobiliária e retirada clandestina de areia. Portanto estudos que contribuam para um maior conhecimento da ecologia desses

ambientes ameaçados são de fundamental importância para a conservação, gerenciamento e restauração de áreas litorâneas degradadas.

O presente estudo teve por objetivo a realização de um levantamento fitossociológico e o acompanhamento fenológico de uma formação herbácea de dunas frontais no Parque Estadual de Itapeva, município de Torres (RS). Foi determinada a composição florística, a estrutura, os possíveis padrões fenológicos e o estado de conservação das espécies e comparados a outros estudos realizados no sul e sudeste do País. As respostas estruturais frente às mudanças de estação (inverno e verão) foram igualmente estudadas, assim como o padrão fenológico das espécies a partir de uma latitude intermediária a outras regiões estudadas.

Referências Bibliográficas

- BERNARDI, H.; CORDAZZO, C.V. & COSTA, C.S.B. 1987. Efeito de ressacas sobre *Blutaparon portulacoides* (St. Hil.) Mears nas dunas costeiras do sul do Brasil. **Ciência e Cultura**, 39 (5/6): 545-547.
- BERNARDI, H. & SEELIGER, U. 1989. Population biology of *Blutaparon portulacoides* (St. Hil.) Mears on southern brazilian backshores. **Ciência e Cultura**, 41(11): 1110-1113.
- CORDAZZO, C.V. & SEELIGER, U. 1987. Composição e distribuição da vegetação nas dunas costeiras ao sul de Rio Grande (RS). **Ciência e Cultura**, 39 (3): 321-324.
- CORDAZZO, C.V. & SEELIGER, U. 1988. Phenological and biogeographical aspects of coastal dune plant communities in southern Brazil. **Vegetatio**, 75: 169-173.
- COSTA, C.S.B.; SEELIGER, U. & CORDAZZO, C.V. 1984. Aspectos da ecologia populacional do *Panicum racemosum* (Spreng) nas dunas costeiras do Rio Grande do Sul. In: Lacerda, L.D.; Araujo, D.S.; Cerqueira, R.; Turq, B. (eds.) **Restingas: origem, estrutura, processos**. UFF-RJ, Niteroi, pp: 395-411.

- COSTA, C.S.B.; SEELIGER, U. & CORDAZZO, C.V. 1988. Distribution and phenology of *Andropogon arenarius* Hackel on coastal dunes of Rio Grande do Sul, Brazil. **Rev. Bras. Biol.**, 48(3): 527-536.
- COSTA, C.S.B.; SEELIGER, U. & CORDAZZO, C.V. 1988b. Dinâmica populacional e distribuição do *Androthichum trigynum* (Spreng) (Cyperaceae) nos brejos e dunas costeiras do Rio Grande do Sul. **Acta Limnol. Brasil.**, 2: 813-842.
- COSTA, C.S.B. & SEELIGER, U. 1990. Quantitative phenology and horizontal distribution of the rhizomatous perennial herb *Hydrocotyle bonariensis* Lam. in coastal sand dunes. **Vida Silvestre Neotropical**, 2(2): 36-42.
- COSTA, C.S.B.; SEELIGER, U. & CORDAZZO, C.V. 1991. Leaf demography and decline of *Panicum racemosum* populations in coastal foredunes of southern Brazil. **Canadian Journal of Botany**, 69: 1593-1599.
- COSTA, C. S. B., & CORDAZZO, C. V. 1996. Shore disturbance and dune plant distribution. **Journal of Coastal Research** 12(1): 133-140
- DANILEVICZ, E. 1989. Flora e vegetação de restinga na barra da Laguna do Peixe, Tavares, Rio Grande do Sul: levantamento preliminar. **Iheringia**, Botânica 39: 69-79.
- FALKENBERG, D. B. 1999. Aspectos da flora e da vegetação secundária da restinga de Santa Catarina, Sul do Brasil. **Insula** 28: 1-30.
- LARCHER, W. 2000. **Ecofisiologia vegetal**. RIMA, São Carlos. 531p.
- LINDEMAN, J.; BAPTISTA, L.R.M.; IRGANG, B.; PORTO, M.L.; GIRARDI-DEIRO, A. M. & BAPTISTA, M.L.L. 1975. Estudos botânicos no Parque Estadual de Torres, Rio Grande do Sul, Brasil. II. Levantamento florístico da planície do curtume, da área de Itapeva e da área colonizada. **Iheringia**, Sér. Bot., 21: 15-52.
- MENEZES, L.F.T. & ARAÚJO, D.S.D. 1999. Estrutura de duas formações vegetais do cordão externo da restinga de Marambaia, RJ. **Acta Bot. Bras.** 13(2): 223-235.

- MUNNS, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, Cell and Environment** 25: 239-250.
- PFADENHAUER, J. 1978. Contribuição ao conhecimento da vegetação e de suas condições de crescimento nas dunas costeiras do Rio Grande do Sul, Brasil. **Rev. Bras. Biol.** 38: 827-836.
- PFADENHAUER, J. 1979a. Die ökologie einiger verbreiteter dünenpflanzen in Rio Grande do Sul (südbrasilien) im hinblick auf ihre eignung für den dünenbau. **Bot. Jahrb. Syst.** 100(3): 414-436.
- PFADENHAUER, J. & RAMOS, R.F. 1979b. Um complexo de vegetação entre dunas e pântanos próximo a Tramandaí – Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia**, Ser. Bot., 25: 17-26.
- RAMBO, B. 1954. História da flora do litoral riograndense. **Sellowia** 6.
- SEELIGER, U. 1992. Coastal foredunes of southern Brazil: physiography, habitats, and vegetation. In: Seeliger, U (ed.) **Coastal plant communities of Latin America**. Academic Press, San Diego. Pp: 367-381.
- SEELIGER, U. 1998. A flora das dunas costeiras. In: Seeliger, U.; Odebrecht, C. & Castello, J.P. (eds.). **Os ecossistemas costeiro e marinho do extremo sul do Brasil**. Editora Ecoscientia, Rio Grande, pp: 109-113.
- SOARES, J.J. 1984. Levantamento fitossociológico de uma faixa litorânea do Rio Grande do Sul entre Tramandaí e Praia do Barco. In: Lacerda, L.D., Araújo, D.S.D., Cerqueira, R. & Turcq, B (orgs.) **Restingas: origem, estrutura, processos**. UFF-RJ. Niterói. Pp. 381-394.
- TOMAZELLI, L.J. 1993. O regime de 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.; DILLENBURG, S.R.; BARBOZA, E.G. & STRIM, J. 2004. O sistema de dunas eólicas transgressivas do litoral norte do Rio Grande do Sul: situação atual e definição

- de áreas prioritárias a preservação. In: **IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário**, Recife.
- TOMAZELLI, L., WILLWOCK, J.A., DILLENBURG, S.R., BACHI, F.A. & DEHNHARDT, B.A. 1996. A erosão costeira e a transgressão marinha atual na costa do Rio Grande do Sul. In: **Anais do 39 Congresso Brasileiro de Geologia**. Salvador – Ba. V.5. p. 415-418.
- VALLS, J. F. M. 1975. Estudos botânicos no Parque Estadual de Torres, Rio Grande do Sul. I. Levantamento florístico da área da Guarita. **Iheringia Botânica** 20:35-58.
- VILLWOCK, J.A. & TOMAZELLI, J. L. 1995. Geologia costeira do Rio Grande do Sul. Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica. **Notas Técnicas**, 8.
- WAECHTER, J.L. 1985. Aspectos ecológicos da vegetação de restinga no Rio Grande do Sul, Brasil. **Comum. Mus. Ci. PUCRS, Ser. Bot.** 33: 49-68.
- WILSON, J.B. & SYKES, M.T. 1999. Is zonation on coastal sand dunes determined primarily by sand burial or by salt spray? A test in New Zealand dunes. **Ecology Letters** 2: 233-236.

ARTIGO 1

Estrutura de uma formação herbácea de dunas frontais no litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil

O primeiro artigo foi redigido segundo as normas de publicação da **Revista Hoehnea**, à qual será submetido logo após a defesa.

Estrutura de uma Formação Herbácea de Dunas Frontais no Litoral Norte do Rio Grande do Sul, Brasil

Carla Beatriz Palma^{1,2}

João André Jarenkow²

^{1,2} UFRGS, PPG-Departamento de Botânica, Av. Bento Gonçalves, 9500, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil.

¹ Autor para correspondência carlication@yahoo.com.br

Abstract – (Structure of foredune herbaceous formation in the Northern Coast of Rio Grande do Sul, Brazil). The foredune vegetal coverage is extremely variable. This study describes the floristic and structure of foredune herbaceous formation in Itapeva State Park, Torres (RS) (29°21' S, 49°45' W), in two distinct seasons. The phytosociological data were obtained in 34 units sample of 4 m² each. The species present in each unit were identified, and their heights and coverage degrees were determined. The floristic revealed the presence of 31 species, 28 genera and 11 families. Poaceae was the richest family, followed by Asteraceae and Cyperaceae. The phytosociologic survey resulted in 15 species distributed in five families. The most frequent and the ones with broader coverage species were *Panicum racemosum*, *Senecio crassiflorus* and *Hydrocotyle bonariensis*. Both summer and winter surveys revealed a significant difference in coverage, because the high vegetative propagation of *Panicum racemosum* and the occurrence of annual species.

Key words: halophyte vegetation, phytosociology, restinga, seasonality

Resumo – (Estrutura de uma formação herbácea de dunas frontais no litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil). A cobertura vegetal das dunas frontais é extremamente variável. Este estudo caracteriza a florística e a estrutura da formação herbácea de dunas frontais no Parque Estadual de Itapeva, Torres (RS) (29°21' S, 49°45' W) em duas estações distintas. Os dados fitossociológicos foram obtidos em 34 unidades amostrais de 4 m². Em cada unidade determinaram-se as espécies presentes, suas alturas e o grau de cobertura. A florística revelou a presença de 31 espécies, 28 gêneros e 11 famílias. Poaceae foi família com a maior riqueza específica, seguida de Asteraceae e Cyperaceae. A amostragem resultou em 15 espécies distribuídas em cinco famílias. As espécies mais frequentes e de maior cobertura foram *Panicum racemosum*, *Senecio crassiflorus* e *Hydrocotyle bonariensis*. As amostragens de verão e inverno revelaram diferenças significativas na cobertura vegetal principalmente devido à alta propagação vegetativa de *Panicum racemosum* e à ocorrência de espécies anuais.

Palavras chave: fitossociologia, restinga, sazonalidade, vegetação halófila

Introdução

A costa marítima no Rio Grande do Sul caracteriza-se por um extenso campo eólico de dunas transgressivas (Tomazelli 1994), e por um sistema único de retilíneos e largos cordões paralelos à linha de praia formados pelas dunas frontais (Hesp *et al.* 2005). Essas dunas podem ser livres e/ou vegetadas. Nas vegetadas, a variação na riqueza específica e a presença de pequenas áreas desprovidas de vegetação são determinadas, sobretudo, pela atuação de fatores abióticos como o transporte e a estabilidade do substrato (Barbour 1992), a distância do lençol freático (Ranwell 1959) e a salinidade (Wilson & Sykes 1999). À medida que a atuação desses fatores diminui, forma-se um gradiente vegetacional no sentido mar-continente, com um aumento significativo de espécies (Waechter 1985).

A carência de condições locais para o desenvolvimento de plantas restringe à ocorrência de espécies halófilas nesse ambiente. Mecanismos de auto-compartimentalização salina dentro dos vacúolos (Munns 2002), excreção por glândulas de sal, localizadas na epiderme foliar (Fahn 1979) e senescência foliar (Barbour 1992), além do rápido crescimento e grande capacidade de rebrotamento (Pfadenhauer 1978) são características que algumas dessas espécies apresentam e que explicam a sua alta adaptação às dunas frontais.

Algumas das primeiras listagens florísticas da vegetação costeira no Rio Grande do Sul que incluem a flora herbácea das dunas frontais foram realizadas por Rambo (1954), Lindeman *et al.* (1975), Valls (1975) e Danilevicz (1989). Utilizando uma metodologia mais complexa, pesquisas como as de Pfadenhauer (1978, 1979a, 1979b) permanecem sendo referências para muitos estudos ecológicos no litoral brasileiro.

Na região entre Tramandaí e Capão da Canoa (RS), Soares (1984) descreveu quantitativamente a comunidade das dunas, incluindo também espécies de baixadas úmidas ou dunas terciárias. Já no litoral sul do Estado, um grupo de pesquisadores realizou uma série de trabalhos com vegetação herbácea de dunas, sendo a maioria voltada à ecologia de populações (Costa *et al.* 1984, Bernardi *et al.* 1987, Costa *et al.* 1988a, Costa *et al.* 1988b, Bernardi &

Seeliger 1989, Costa & Seeliger 1990, Costa *et al.* 1991) e um menor número à ecologia de comunidades (Cordazzo & Seeliger 1987, Cordazzo & Seeliger 1988, Seeliger 1992, Costa & Cordazzo 1996).

Apesar de haver um regime pluviométrico caracterizado pela ausência de uma estação seca no Estado, diferenças acentuadas de temperatura são comuns na região, sobretudo entre o inverno e o verão. Somadas a outros elementos abióticos, as variações sazonais de temperatura e fotoperíodo evidentemente implicam alterações na estrutura da vegetação costeira.

O presente estudo teve como objetivo determinar a composição florística e a estrutura nas dunas frontais de uma restinga no sul do Brasil. Procurou-se investigar a influência da sazonalidade sobre a estrutura da vegetação dada a ausência de estudos nesse sentido e à importância dessa vegetação para a integridade desse sistema.

Material e métodos

Área de estudo

Situa-se nas dunas frontais do Parque Estadual de Itapeva, município de Torres, extremo norte da Planície Costeira do Rio Grande do Sul (29°21' S, 49°45' W) (Fig. 1). Criado em dezembro de 2002, o Parque Estadual de Itapeva constitui-se numa importante Unidade de Conservação de ecossistemas associados à Mata Atlântica, no Rio Grande do Sul.

O solo, na praia de Itapeva, é composto de areias quartzosas de granulação fina a muito fina, oriundas do pico transgressivo holocênico, há cerca de cinco mil anos AP, ou do sistema Laguna-Barreira IV (Vilwock & Tomazelli 1995). O clima da região costeira norte, segundo Moreno (1961), é mesotérmico brando, superúmido, sem estação seca. A temperatura média anual, segundo dados coletados na Estação Meteorológica de Torres (RS) para o período de 1961-1990, foi de 18,9° C. A média das temperaturas máximas e mínimas foi de 22,3° C e 15,7° C, respectivamente. A precipitação média anual foi de 1.386,9 mm (Brasil 2002).

No Parque ainda pode-se observar a presença de grandes dunas móveis e dunas fixadas com vegetação de restinga, uma paisagem que foi muito característica nessa região. Também se encontram um dos maiores remanescentes protegidos da floresta paludosa no Estado, além de outros ambientes diferenciados, como os campos úmidos, campos secos, turfeiras, florestas de restinga, banhados e vassourais, caracterizando todo o gradiente ambiental desde o mar até o fragmento de mata paludosa (Dobrovolski 2004).

Amostragem

O método utilizado foi o de parcelas (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974), demarcando-se 34 unidades amostrais de 4 m² (136 m²), alternadas (esquerda e direita) a cada 4 m, ao longo de quatro transecções paralelas entre si e perpendiculares à linha de costa, com 40 m cada e distanciadas entre si por 15 m. Os dados foram coletados nos meses de fevereiro e agosto de 2005. Em cada unidade amostral, foram inventariadas as espécies presentes, medidas as suas alturas e determinado o seu grau de cobertura, utilizando-se a escala de cobertura e abundância de Domin-Krajina (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974).

Paralelamente à coleta de dados estruturais nas unidades amostrais, foram realizadas caminhadas nos arredores do local de estudo para a realização de uma listagem florística, coletando-se exemplares férteis de cada espécie, que foram posteriormente incorporados ao acervo do Herbário ICN como material testemunho do estudo. A delimitação das famílias seguiu o sistema de APG-II (2003) e as espécies foram identificadas com base em literatura especializada, pela comparação com material botânico do herbário ICN da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e pela consulta pessoal com especialistas. As formas de vida e crescimento foram classificadas de acordo com Raunkier, modificadas por Mueller-Dombois & Ellenberg (1974). A listagem florística foi comparada a outros estudos realizados nas Regiões Sudeste e Sul do Brasil, em que se pôde delimitar a vegetação de dunas frontais. As floras comparadas a este estudo foram Tramandaí-Sul (Pfadenhauer 1978), Tramandaí a Capão da Canoa (Soares 1984) e Rio Grande (Cordazzo & Seeliger 1987), no Rio Grande do Sul, Garopaba, em Santa

Catarina (Cordazzo & Costa 1989) e a restinga de Marambaia (Menezes & Araújo 1999) e Maricá (Henriques *et al.* 1984), no Rio de Janeiro.

Análise dos dados

Os parâmetros fitossociológicos estimados foram os de cobertura e frequência, absolutas e relativas, e o valor de importância (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974). Na apresentação dos resultados, o valor de importância foi dividido por dois.

A diversidade específica foi determinada pelo índice de Shannon (H'), utilizando-se logaritmos naturais. A equabilidade foi estimada pelo índice de Pielou (J'), empregando-se dados de frequência (Magurran 1988).

As análises estatísticas foram realizadas em programas computacionais [MULTIV (Pillar 2005) e Past (Hammer *et al.* 2001)]. As diferenças quanto à cobertura da vegetação nas duas estações foram obtidas através da análise de variância com testes de aleatorização. O limite de confiança utilizado para a interpretação dos resultados foi $\alpha=0,05$. Neste caso, a hipótese nula é a de que a cobertura não difere entre o inverno e o verão.

A análise de agrupamento, em que foram comparadas a composição florística de alguns estudos no sul e sudeste brasileiros, foi obtida através do método Dice/Sorensen. A verificação de associações de espécies na área amostrada foi realizada pelo método de Ward, a fim de comparar unidades amostrais, com base nos dados de frequência e cobertura das espécies (Zar 1999).

Resultados e discussão

No levantamento florístico foram encontradas 31 espécies, distribuídas em 28 gêneros, pertencentes a onze famílias (Tab.1). A família com o maior número de espécies foi Poaceae (onze), seguida por Asteraceae (oito) e Cyperaceae (quatro). As demais famílias estiveram representadas por apenas uma espécie. A análise de semelhança entre estudos de floras de dunas frontais mostrou maior similaridade florística deste estudo com a região de Garopaba (SC), e

essas duas áreas com a região de Capão da Canoa e sul de Tramandaí (RS), indicando uma transição entre o sul temperado e o norte tropical. As floras das restingas de Marambaia e Maricá apresentaram as menores similaridades com a região de estudo, provavelmente devido à distância geográfica (Fig. 2).

Poaceae, Asteraceae e Cyperaceae são as famílias de maior riqueza específica em floras de dunas frontais citadas para o Rio Grande do Sul, assim como em outros trabalhos no Brasil, indicando a predominância desse grupo nesses ambientes. Essas três famílias apresentam polinização e dispersão facilitada pelo vento, que é constante e determinante na distribuição das espécies no ambiente de dunas frontais. Poaceae e Asteraceae também são famílias que contribuem com os maiores números de espécies nas dunas frontais na América do Norte (Barbour 1992).

Das 31 espécies registradas nas dunas frontais de Itapeva, algumas são consideradas cosmopolitas, mas, no entanto, a maioria apresenta ocorrência na costa sul do Atlântico e nenhuma espécie é endêmica do Rio Grande do Sul. A que apresenta menor área de distribuição é *Andropogon arenarius* [sul do Brasil e Uruguai (Rambo 1954, Selliger 1998)]. Uma espécie de *Mesembryanthemum*, introduzida, foi registrada na área estudada.

No levantamento fitossociológico foram amostradas quinze espécies, pertencentes a cinco famílias (Tab. 1 e 2). A espécie que obteve os maiores valores de frequência foi *Panicum racemosum* (91,18), seguida de *Senecio crassiflorus* (50,00), e *Hydrocotyle bonariensis* (47,06). A mesma hierarquia de espécies foi encontrada na ordem decrescente de cobertura absoluta, exceto *Hydrocotyle bonariensis*, que apresentou cobertura levemente inferior a *Spartina ciliata*, ficando abaixo desta. Conseqüentemente, a espécie que acumulou maior valor de importância (VI) foi *Panicum racemosum* (46,40), seguida de *Senecio crassiflorus* (14,86) e *Hydrocotyle bonariensis* (10,73), somando cerca de 72% do total do VI (Tab.2). *Panicum racemosum* apresentou os maiores VI devido aos altos valores de cobertura e frequência. Já *Senecio crassiflorus* teve o segundo maior VI por um maior valor de frequência em relação à cobertura, e

o mesmo, porém mais intensamente, verificado para *Hydrocotyle bonariensis*, cujo alto valor VI deveu-se ao fato da frequência relativa ser cerca de três vezes maior que a cobertura relativa. *Cyperus obtusatus*, *Gamochaeta americana*, *Paspalum vaginatum* e *Digitaria aequiglumis* foram registradas em apenas uma unidade amostral do levantamento. Do total de unidades amostrais utilizadas para o estudo, quatro não apresentaram cobertura vegetal ao longo do ano. A cobertura total das espécies foi de apenas 12,47% na área amostrada.

A espécie dominante, *Panicum racemosum*, ocorre no sudeste atlântico, entre o norte da Argentina (35° S) e o estado de Pernambuco (8°S) (Smith *et al.* 1982). Apesar de ser uma espécie fisionomicamente conspícua no litoral do Rio Grande do Sul, Soares (1984) registrou-a com baixa frequência e cobertura na região de Tramandaí a Capão da Canoa. Entretanto, Cordazzo & Costa (1989) registraram frequência relativa de aproximadamente 66% em Garopaba. Já na praia do Ferrugem, também em Garopaba, Danilevich *et al.* (1990) registraram um dos menores valores de frequência para essa espécie. Os critérios metodológicos utilizados nos estudos e a descrição diversa e confusa dos ambientes de dunas, onde foram feitos os levantamentos, devem ser considerados na interpretação dessas diferenças ou como fator limitante para o estabelecimento de relações entre as áreas. Nas dunas frontais das restingas no Rio de Janeiro, a mesma espécie ocorre com frequência alta (Hay *et al.* 1981, Henriques & Hay 1998) a intermediária (Menezes & Araújo 1999).

Panicum racemosum coloniza especialmente as regiões frontais das dunas. Nesse local, o substrato não é estável e há variação no acúmulo de areia, o que pode estimular ou não seu crescimento (Pfadenhauer 1978). Porém estudos como o de Costa *et al.* (1991) esclarecem que apenas o acúmulo de substrato não é fator determinante para o crescimento da espécie, mas sim a presença de nutrientes provindos dos borrifos da água do mar e absorvidos pela areia (Willis *et al.* 1959 *apud* Costa *et al.* 1990). As populações de *P. racemosum* são mantidas principalmente pelo crescimento vegetativo, pois apresentam pouca floração e baixa viabilidade das sementes

devido à dessecação pelo vento, altas temperaturas, abrasão da areia e predação dos propágulos por besouros (Costa *et al.* 1991).

Quanto às demais espécies dominantes, *Senecio crassiflorus* ocupa áreas em que o substrato arenoso encontra-se um pouco mais estabilizado, onde, segundo Pfadenhauer (1978), compete com *Panicum racemosum* por nutrientes do solo. Essa espécie ocorre desde Santa Catarina até a Argentina (Cabrera 1970) nos diferentes gradientes característicos da vegetação aberta de restinga. No entanto, desenvolve-se preferencialmente nas dunas frontais devido à menor competição por espaço com outras espécies (Cordazzo & Spanó 2002). Já *Hydrocotyle bonariensis* ocorre também em locais inundados e ou úmidos, onde apresenta folhas com pecíolos maiores (Costa & Seeliger 1990). Nas dunas frontais de Itapeva, observou-se que essa espécie apresenta forte queima das folhas nos meses de inverno, possivelmente devido às baixas temperaturas e às tempestades.

Às três espécies com maiores VI, seguem oito espécies que apresentaram valores intermediários para esse parâmetro (1,38% a 6,55%) e quatro com valores inferiores a um, estas acumulando menos de 3%. A alta dominância de poucas espécies caracteriza uma estrutura oligárquica para a comunidade em estudo, o que é comum para a vegetação em dunas frontais, como verificado em outros estudos (Cordazzo & Costa 1989, Henriques *et al.* 1984, Menezes & Araújo 1999).

O segundo levantamento realizado no mesmo local, porém no inverno, mostrou-se pouco diferente do primeiro. *Noticastrum psammophilum* foi agregada ao levantamento e *Ambrosia elatior*, anual de verão, que completa seu ciclo de vida entre a primavera e outono, desapareceu por completo nos meses mais frios do ano, voltando a aparecer na primavera. A análise estatística, com dados de variância entre grupos, resultou em uma probabilidade de $P=0,03$. Esse resultado comprova que há diferença significativa na cobertura das espécies entre fevereiro e agosto. A cobertura total das espécies por área no levantamento de agosto foi de 27,67%, um valor muito superior ao levantamento de verão (12,47%) e essa diferença está fortemente

relacionada à cobertura de *Panicum racemosum*, que aumentou de 7,65% no primeiro levantamento para 24% no segundo. Segundo Cordazzo & Davy (1999), *Panicum racemosum* apresenta propagação vegetativa mais freqüente no outono e no inverno, provavelmente devido à relação com a baixa deposição de areia, comum nesses meses por ocasião da diminuição dos ventos atuantes, o que propicia, dessa forma, um melhor aproveitamento dos nutrientes carreados com os novos grãos de areia depositados e estimula o alongamento dos internós pelo acúmulo gradual de sedimentos.

O índice de diversidade de Shannon (H') e equabilidade de Pielou (J') resultaram em 2,071 e 0,765, respectivamente. Os valores encontrados são baixos quando comparados ao estudo de Garopaba (SC) que foi de 2,878, diferindo estatisticamente. No entanto, essa diferença é esperada, visto que a riqueza de espécies aumenta gradativamente de acordo com a diminuição da latitude e o conseqüente aumento da tropicalidade. Além da carência de estudos estruturais em dunas frontais, índices de diversidade normalmente não são calculados em estudos com plantas herbáceas devido à dificuldade de delimitação dos indivíduos. Mas, segundo Magurran (1998), biomassa, cobertura e freqüência podem substituir o número de indivíduos nos cálculos de diversidade. Neste estudo, dados de freqüência foram utilizados em substituição aos dados de cobertura, pois os últimos ocasionariam uma diminuição na diversidade pela diminuição do valor da equabilidade, uma vez que espécies rizomatosas e estoloníferas seriam superestimadas devido ao seu alto grau de cobertura. Entre essas espécies é comum um único indivíduo colonizar uma grande área.

A comunidade estudada apresentou diversas formas de vida, com o predomínio de hemicriptófitas, seguidas de geófitas rizomatozas (Tab. 1). Esses caracteres justificam o sucesso no estabelecimento da vegetação em regiões abertas, contribuindo para a construção e estabilização das dunas frontais (Pfadenhauer 1978).

A altura das espécies foi relativamente baixa, sendo o maior número de indivíduos registrados entre 1 cm e 10 cm, indicando a forte predominância do hábito de vida estolonífero e

rastejante. Nenhum indivíduo apresentou alturas entre 90 cm e 100 cm e apenas um indivíduo de *Spartina ciliata* apresentou altura superior a 100 cm (Fig. 3).

A análise realizada para detectar variações entre as unidades amostrais apresentou a formação de dois grupos distintos, tanto para dados de cobertura quanto para dados de frequência das espécies. Utilizando-se os dados de cobertura, um grupo formou-se pelas unidades amostrais nas quais *Panicum racemosum* apresentou os maiores valores de cobertura, porém a distribuição espacial das unidades e associações com outras espécies não ficou evidente. Já com os dados de frequência (Fig. 5), o primeiro grupo constituiu-se por unidades em que *Panicum racemosum* ocorre isoladamente e com baixa associação com outras espécies, e as unidades amostrais desse grupo, em campo, localizaram-se em regiões onde a areia encontrava-se erodida. Esse resultado comprova a alta capacidade de propagação clonal dessa espécie, que se expande principalmente em áreas desprovidas de cobertura vegetal ou perturbadas, caracterizando uma vantagem adaptativa (Cordazzo & Davy 1999, Maun 1998)

O estudo realizado permite concluir que a composição específica nas dunas frontais de Itapeva apresenta um caráter intermediário entre os levantamentos no litoral centro-sul do Rio Grande do Sul, mais temperados, e os de Santa Catarina e Rio de Janeiro, mais tropicais. A cobertura vegetal apresentou-se baixa, com significativa diferença entre o inverno e verão devido à ocorrência de espécies anuais e a alta propagação vegetativa de *Panicum racemosum*, que é mais intensa nos meses de inverno, os quais antecedem o período de reprodução sexual. De uma maneira geral, houve baixa associação entre as espécies, não formando grupos evidentes como nas dunas frontais de Garopaba, em Santa Catarina (Cordazzo & Costa 1989) e na restinga de Maricá, no Rio de Janeiro (Henriques *et al*, 1984), e a ocorrência isolada de *Panicum racemosum* em algumas unidades amostrais indica a alta adaptação dessa espécie nas dunas frontais.

A vegetação apresenta-se em bom estado de conservação, porém a ação antrópica se faz sentir pelo registro de uma espécie exótica, pelo acúmulo de lixo e pelo tráfego de veículos na zona entre as dunas frontais e a linha de maré alta, afetando as dunas embrionárias, colonizadas

principalmente por *Blutaparon portulacoides*. A criação do Parque é um fato recente e, futuramente, espera-se que o impacto humano seja minimizado pelo desenvolvimento de atividades de monitoramento e de educação ambiental.

Referências Bibliográficas

- Angiosperm Phylogeny Group.** 2003. An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Botanical Journal of the Linnean Society* 141: 399-436.
- Barbour, M. C.** 1992. Life at the leading edge: the beach plant syndrome. *In:* Seeliger, U. Coastal plant communities of Latin America. San Diego: Academic Press. 392p.
- Bernardi, H., Cordazzo, C. V. & Costa, C. S. B.** 1987. Efeito de ressacas sobre *Blutaparon portulacoides* (St. Hil.) Mears nas dunas costeiras do sul do Brasil. *Ciência e Cultura*, 39 (5/6): 545-547.
- Bernardi, H. & Seeliger, U.** 1989. Population biology of *Blutaparon portulacoides* (St. Hil.) Mears on southern brazilian backshores. *Ciência e Cultura*, 41(11): 1110-1113.
- Brasil** (Ministério da Agricultura e Reforma Agrária). 1992. Normais Climatológicas (1961-1990). Departamento Nacional de Meteorologia, Brasília.
- Cabrera, A. L.** 1970. *Panicum* L. *In:* Cabrera, A. L. *et al.* (eds.). Flora de la província de Buenos Aires, parte II. Instituto Nacional de Tecnologia e Agronomia, Buenos Aires. Pp. 548-564.
- Cordazzo, C. V. & Davy, A. J.** 1999. Vegetative regeneration of *Panicum racemosum* from rhizome fragments on Southern Brazilian coastal dunes. *Journal of Coastal Research* 15(2): 520-525.
- Cordazzo, C. V. & Seeliger, U.** 1987. Composição e distribuição da vegetação nas dunas costeiras ao sul de Rio Grande (RS). *Ciência e Cultura*, 39 (3): 321-324.
- Cordazzo, C. V. & Seeliger, U.** 1988. Phenological and biogeographical aspects of coastal dune plant communities in southern Brazil. *Vegetatio*, 75: 169-173.
- Cordazzo, C. V. & Costa, C. S. B.** 1989. Associações vegetais das dunas frontais de Garopaba (SC). *Ciência e Cultura* 41(9): 906-910.

- Cordazzo, C. V. & Spanó, S.** 2002. Produção e germinação de sementes de *Senecio crassiflorus* (Poir.) DC. (Asteraceae), coletadas ao longo de um gradiente nas dunas costeiras do sul do Brasil. *Atlântica* 24(1): 11-15.
- Costa, C. S. B., Seeliger, U. & Cordazzo, C. V.** 1984. Aspectos da ecologia populacional do *Panicum racemosum* (Spreng) nas dunas costeiras do Rio Grande do Sul. *In*: Lacerda, L.D.; Araujo, D.S.; Cerqueira, R.; Turq, B. (eds.) Restingas: origem, estrutura, processos. UFF-RJ, Niterói. Pp: 395-411.
- Costa, C. S. B., Seeliger, U. & Cordazzo, C. V.** 1988a. Distribution and phenology of *Andropogon arenarius* Hackel on coastal dunes of Rio Grande do Sul, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia* 48(3): 527-536.
- Costa, C. S. B., Seeliger, U. & Cordazzo, C. V.** 1988b. Dinâmica populacional e distribuição do *Androthichum trigynum* (Spreng) (Cyperaceae) nos brejos e dunas costeiras do Rio Grande do Sul. *Acta Limnologica Brasílica* 2: 813-842.
- Costa, C. S. B. & Seeliger, U.** 1990. Quantitative phenology and horizontal distribution of the rhizomatous perennial herb *Hydrocotyle bonariensis* Lam. in coastal sand dunes. *Vida Silvestre Neotropical*, 2(2): 36-42.
- Costa, C. S. B., Seeliger, U. & Cordazzo, C. V.** 1991. Leaf demography and decline of *Panicum racemosum* populations in coastal foredunes of southern Brazil. *Canadian Journal of Botany*, 69: 1593-1599.
- Costa, C. S. B. & Cordazzo, C. V.** 1996. Shore disturbance and dune plant distribution. *Journal of Coastal Research* 12(1): 133-140.
- Danilevicz, E.** 1989. Flora e vegetação de restinga na barra da Laguna do Peixe, Tavares, Rio Grande do Sul: levantamento preliminar. *Iheringia Botânica* 39: 69-79.
- Danilevicz, E., Janke, H. & Pankowski, L. H. S.** 1990. Florística e estrutura da comunidade herbácea e arbustiva da Praia do Ferrugem, Garopaba, SC. *Acta Botanica Brasílica* 4 (2): 21-34.

- Dobrovolski, R.** 2004. Análise da paisagem do Parque Estadual de Itapeva, Torres (RS). Monografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 36 p.
- Fahn, A.** 1979. Secretory tissues in plants. Academic Press, New York. 302p.
- Hammer, Ø; Harper, D.A.T. & Ryan, P.D.** 2001. PAST: Palaeontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp. Disponível em <http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm>. Acesso em 15 dez 2005.
- Hay, J. D., Henriques, R. P. B. & Lima, D. M.** 1981. Quantitative comparisons of dune and foredune vegetation in restinga ecosystems in the State of Rio de Janeiro, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia* 41(3): 655-662.
- Henriques, R. P. B., Meirelles, M. L. & Hay, J. D.** 1984. Ordenação e distribuição de espécies das comunidades vegetais na praia da restinga de Barra de Marica, Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Botânica* 7:27-36.
- Henriques, R. P. B. & Hay, J. D.** 1998. The plant communities of a foredune in southeastern Brazil. *Canadian Journal of Botany* 76: 1323-1330.
- Hesp, P. A., Dillenburg, S. R., Barboza, E. G., Tomazelli, L. J., Ayup-Zouain, R. N., Esteves, L. S., Gruber, N. L. S., Toldo-Jr., E. E., Tabajara, L.C. de A., Clerot, L. C. P.** 2005. Beach ridges, foredunes or transgressive dunefields? Definitions and an examination of the Torres to Tramandaí barrier sistem, Southern Brazil. *Annais da Academia Brasileira de Ciências* 77 (3): 493-508.
- Lindeman, J., Baptista, L. R. M.; Irgang, B., Porto, M. L., Girardi-Deiro, A. M. & Baptista, M. L. L.** 1975. Estudos botânicos no Parque Estadual de Torres, Rio Grande do Sul, Brasil. II. Levantamento florístico da planície do curtume, da área de Itapeva e da área colonizada. *Iheringia Botânica* 21: 15-52.
- Magurran, A. E.** 1988. Ecological diversity and its measurement. Croom Helm. London.
- Maun, M. A.** 1998. Adaptations of plants to burial in coastal sand dunes. *Canadian Journal of Botany* 76: 713-738.

- Menezes, L. F. T. & Araújo, D. S. D.** 1999. Estrutura de duas formações vegetais do cordão externo da restinga de Marambaia, RJ. *Acta Botanica Brasilica* 13(2): 223-235.
- Moreno, J. A.** 1961. Clima do Rio Grande do Sul. Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.
- Mueller-Dombois, D. & Ellenberg, H.** 1974. Aims and methods of vegetation ecology. Wiley. New York.
- Munns, R.** 2002. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, Cell and Environment* 25: 239-250.
- Pfadenhauer, J.** 1978. Contribuição ao conhecimento da vegetação e de suas condições de crescimento nas dunas costeiras do Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Biologia* 38: 827-836.
- Pfadenhauer, J.** 1979a. Die ökologie einiger verbreiteter dünenpflanzen in Rio Grande do Sul (südbrasilien) im hinblick auf ihre eignung für den dünenbau. *Bot. Jahrb. Syst.* 100(3): 414-436.
- Pfadenhauer, J. & Ramos, R. F.** 1979b. Um complexo de vegetação entre dunas e pântanos próximo a Tramandaí – Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia Botânica* 25: 17-26.
- Pillar, V. D.** 2005. MULTIV: aplicativo para análise multivariada e teste de hipóteses. Departamento de Ecologia da UFRGS. Porto Alegre.
- Rambo, B.** 1954. História da flora do litoral riograndense. *Sellowia* 6:113-172.
- Ranwell, D.** 1959. Newborough Warren Anglesey. I the dune sistem and dune slack habitat. *Journal of Ecology* 47 (3): 571-601.
- Seeliger, U.** 1992. Coastal foredunes of southern Brazil: physiography, habitats, and vegetation. *In: Seeliger, U. (ed.) Coastal plant communities of Latin America.* Academic Press, San Diego. Pp: 367-381.

- Seeliger, U.** 1998. A flora das dunas costeiras. *In*: Seeliger, U.; Odebrecht, C. & Castello, J.P. (eds.). Os ecossistemas costeiro e marinho do extremo sul do Brasil. Editora Ecoscientia, Rio Grande. Pp: 109-113.
- Smith, L. B., Wasshausen, D. C. & Klein, R. M.** 1982. *Panicum racemosum* Spr. *In*: Flora Ilustrada Catarinense. Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí. Pp.687-690.
- Soares, J. J.** 1984. Levantamento fitossociológico de uma faixa litorânea do Rio Grande do Sul entre Tramandaí e Praia do Barco. *In*: Lacerda, L.D., Araújo, D.S.D., Cerqueira, R. & Turcq, B (orgs.) Restingas: origem, estrutura, processos. UFF-RJ. Niterói. Pp. 381-394.
- 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.
- Valls, J. F. M.** 1975. Estudos botânicos no Parque Estadual de Torres, Rio Grande do Sul. I. Levantamento florístico da área da Guarita. *Iheringia Botânica* 20:35-58.
- Villwock, J. A. & Tomazelli, J. L.** 1995. Geologia costeira do Rio Grande do Sul. Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica. Notas Técnicas, 8.
- Waechter, J. L.** 1985. Aspectos ecológicos da vegetação de restinga no Rio Grande do Sul, Brasil. *Comunicações do Museu de Ciência da PUCRS, Série Botânica* 33: 49-68.
- Wilson, J. B. & Sykes, M. T.** 1999. Is zonation on coastal sand dunes determined primarily by sand burial or by salt spray? A test in New Zealand dunes. *Ecology Letters* 2: 233-236.
- Zar, J. H.** 1999. Biostatistical analysis. Prentice-Hale, New Jersey.

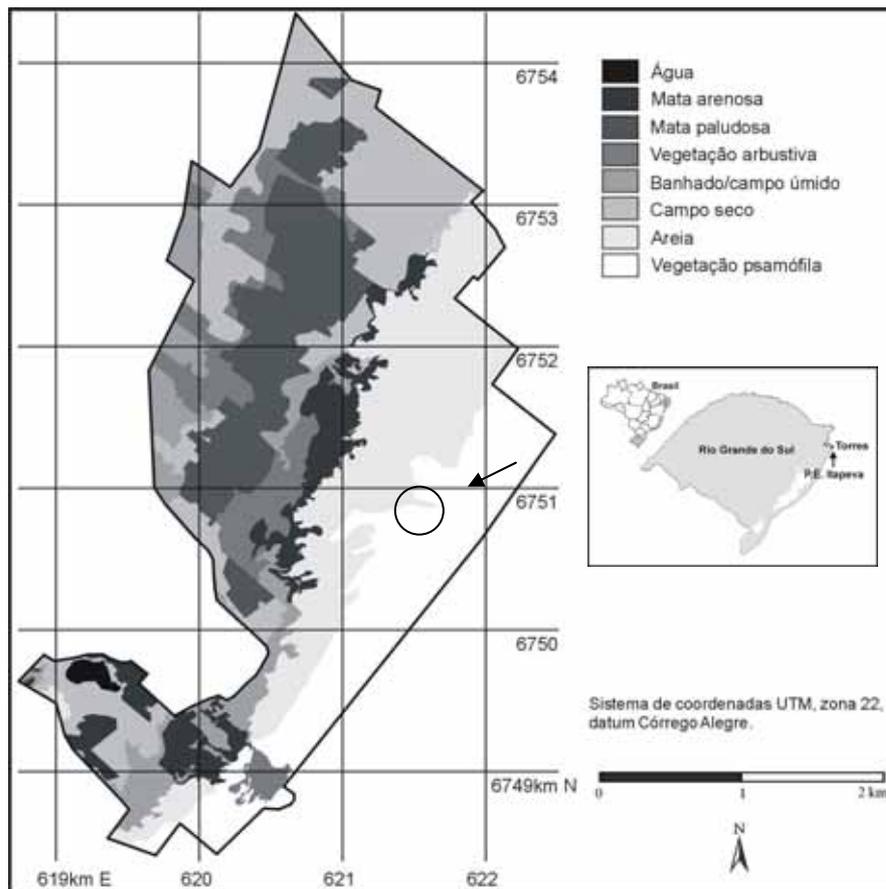


Figura 1. Área do Parque Estadual de Itapeva, Torres (RS), indicando a localização da área de estudo, nas dunas frontais (Fonte: Laboratório de Geoprocessamento, Dpto. Ecologia / UFRGS).

Tabela 1. Famílias, espécies, formas de vida e número do coletor para as espécies ocorrentes nas dunas frontais no Parque Estadual de Itapeva, Torres (RS), onde Ch=caméfitas, Gbul=geófitas bulbosas, Gr=geófitas rizomatozas, Hc=hemicriptófitas cespitosas, He=hemicriptófitas estoloníferas, Hr= hemicriptófitas rosuladas e Ter= terófitas.

Famílias	Espécies	Forma de vida	Coletor
Aizoaceae	<i>Mesembryanthemum</i> sp.	He	01
Amaranthaceae	<i>Blutaparon portulacoides</i> Mears	He	02
Apocynaceae	<i>Oxypetalum tomentosum</i> Wight ex Hook. & Arn.*	He	04
Araliaceae	<i>Hydrocotyle bonariensis</i> Lam.*	Gr	03
Asteraceae	<i>Achyrocline satuireioides</i> (Lam.) DC.	Chi	12
Asteraceae	<i>Acmella decumbens</i> (Sm.) R.K. Jansen	Hr	09
Asteraceae	<i>Ambrosia elatior</i> L.*	Ter	11
Asteraceae	<i>Baccharis radicans</i> DC.*	Ch	07
Asteraceae	<i>Gamochaeta americana</i> (Mill.) Wedd.*	Ch	08
Asteraceae	<i>Noticastrum psammophilum</i> (Klatt) Cuatrec**	Hr	10
Asteraceae	<i>Pterocaulon lorentzii</i> Malme	Ter	05
Asteraceae	<i>Senecio crassiflorus</i> (Poir.) DC.*	He	06
Boraginaceae	<i>Cordia curassavica</i> (Jacq.) Roem. & Schult	Ch	13
Cyperaceae	<i>Androtrichum triginum</i> (Spreng) Pfeiff.*	Gr, Hid	17
Cyperaceae	<i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl.	Gr	16
Cyperaceae	<i>Cyperus obtusatus</i> (Presl) Mattf. & Kuk.*	Gr	14
Cyperaceae	<i>Pycreus polystachyos</i> (Rottb.) P. Beauv.	Hc	15
Onagraceae	<i>Oenothera mollissima</i> L.	Ch	18
Orchidaceae	<i>Epidendrum fulgens</i> Brongn.	Gbul.	19
Poaceae	<i>Andropogon arenarius</i> Hack.*	Hc	24
Poaceae	<i>Cenchrus pauciflorus</i> Benth.*	He	23
Poaceae	<i>Dichanthelium sabulorum</i> (Lam.) Gould & C.A. Clark	Hc	26
Poaceae	<i>Digitaria aequiglumis</i> (Hack. & Arech.) Parodi*	Hc	27
Poaceae	<i>Eragrostis cataclasta</i> Nicora	Gr	21
Poaceae	<i>Eragrostis trichocolea</i> Hack. & Arech*	Hc	22
Poaceae	<i>Imperata brasiliensis</i> Trin.	Gr, Hc	28
Poaceae	<i>Paspalum arenarium</i> Shrad.	He	29
Poaceae	<i>Paspalum vaginatum</i> Sw.*	Gr, He	30
Poaceae	<i>Panicum racemosum</i> Spreng*	Hc	20
Poaceae	<i>Spartina ciliata</i> Kunth*	Hc	24
Polygalaceae	<i>Polygala cyparissias</i> A. St.–Hil. & Moquin	Ch	31

* Espécies amostradas no levantamento fitossociológico

** Espécie amostrada unicamente no levantamento de inverno

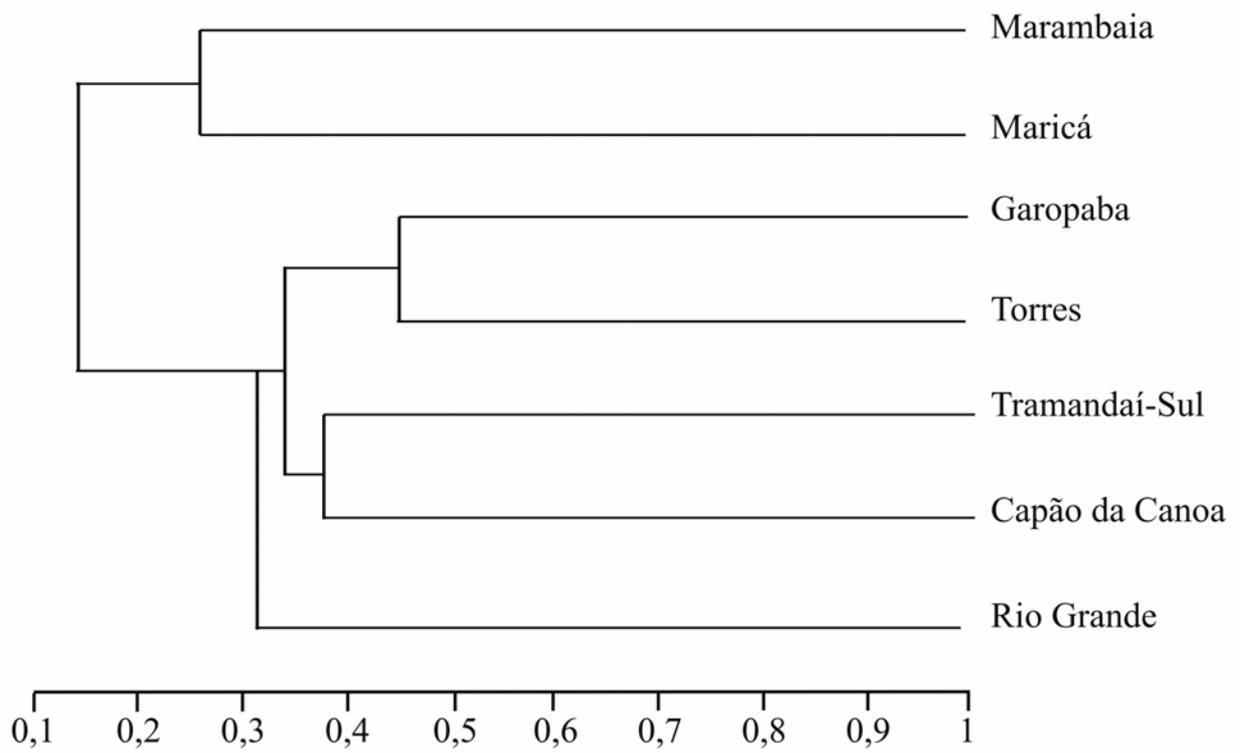


Figura 2. Análise de agrupamento entre as áreas de dunas frontais estudadas no Sul e Sudeste brasileiros, utilizando-se o índice de similaridade de Dice/Sorensen.

Tabela 2. Parâmetros estimados para as espécies herbáceas de dunas frontais no Parque Estadual de Itapeva, Torres (RS). FAi = frequência absoluta; FRi = frequência relativa; CAi = cobertura absoluta; CRi = cobertura relativa e VI = valor de importância.

Espécies	FAi	FRi (%)	CAi	CRi (%)	VI (%)
<i>Panicum racemosum</i>	91,18	30,70	277,00	62,11	46,40
<i>Senecio crassiflorus</i>	50,00	16,83	57,50	12,89	14,86
<i>Hydrocotyle bonariensis</i>	47,06	15,84	25,00	5,61	10,73
<i>Spartina ciliata</i>	20,59	6,93	27,50	6,17	6,55
<i>Eragrostis trichocolea</i>	20,59	6,93	13,50	3,03	4,98
<i>Oxypetalum tomentosum</i>	11,76	3,96	13,50	3,03	3,49
<i>Androtrichum triginum</i>	11,76	3,96	7,50	1,68	2,82
<i>Andropogon arenarius</i>	8,82	2,97	7,50	1,68	2,33
<i>Ambrosia elatior</i>	8,82	2,97	4,00	0,90	1,93
<i>Cenchrus pauciflorus</i>	8,82	2,97	3,00	0,67	1,82
<i>Baccharis radicans</i>	5,88	1,98	3,50	0,78	1,38
<i>Cyperus obtusatus</i>	2,94	0,99	2,50	0,56	0,78
<i>Gamochoaeta americana</i>	2,94	0,99	2,00	0,45	0,72
<i>Paspalum vaginatum</i>	2,94	0,99	1,00	0,22	0,61
<i>Digitaria aequiglumis</i>	2,94	0,99	1,00	0,22	0,61

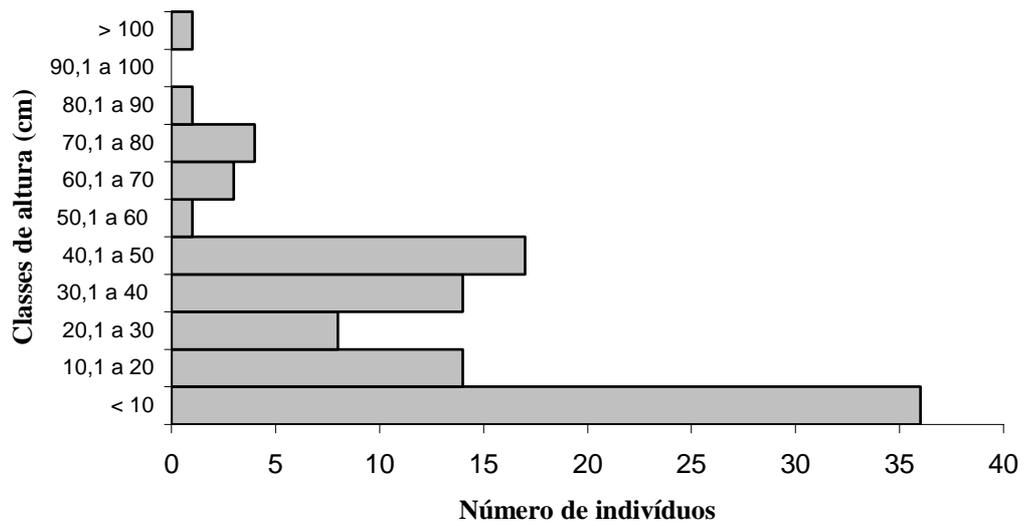


Figura 3. Número de indivíduos das espécies herbáceas amostradas, em intervalos de classe de 10 cm de altura, nas dunas frontais do Parque Estadual de Itapeva, Torres (RS).

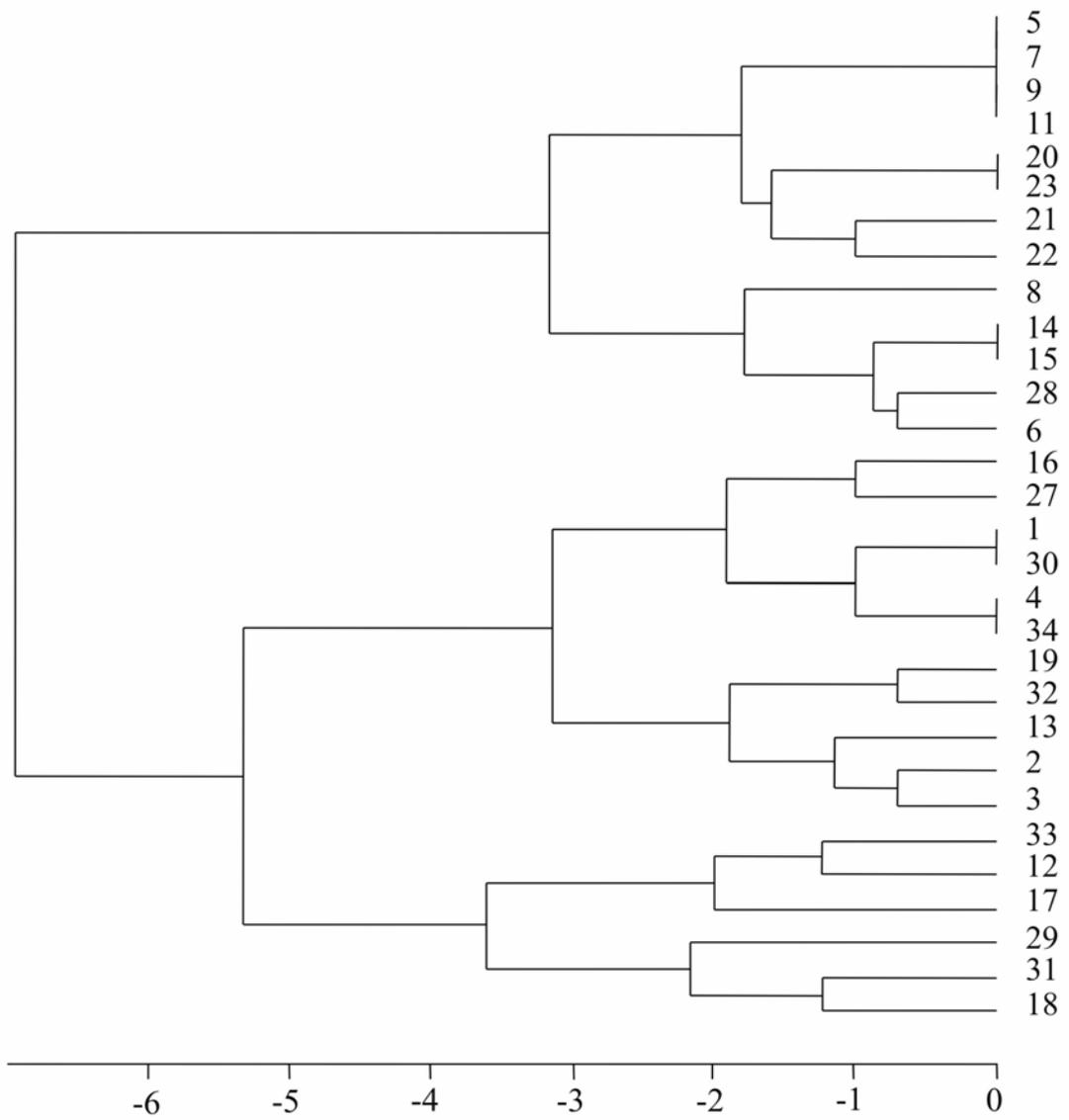


Figura 4. Análise de agrupamento mostrando a similaridade entre as unidades amostrais do levantamento fitossociológico, no Parque Estadual de Itapeva, Torres (RS), através do método Ward's, com dados de frequência das espécies.

ARTIGO 2

Fenologia floral da vegetação de dunas frontais no litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil

O segundo artigo foi redigido segundo as normas da **Revista Brasileira de Botânica**, à qual será submetido logo após a defesa.

**Fenologia floral da vegetação de dunas frontais no litoral norte do Rio Grande do Sul,
Brasil**

Carla Beatriz Palma^{1,2}

João André Jarenkow²

^{1,2} UFRGS, PPG-Botânica, Av. Bento Gonçalves, 9500, 91501-970. Porto Alegre, RS, Brasil.

¹ Autor para correspondência carlication@yahoo.com.br

Abstract – (Flowering phenology of foredune vegetation in the Northern Coast of Rio Grande do Sul, Brazil). Biological events of flowering plant were affected by environmental biotic and abiotic factors. The phenology of foredune herbaceous formation was assessed for twelve months in Itapeva State Park, city of Torres (RS) (29°21' S, 49°45' W). The presence of flower-bud, flower anthesis and fruits were observed for thirteen species present in 34 sample units of 4 m² each. All species presented flowering and fruiting periods. The first period was more intense in early spring and late summer, and the second in early summer and autumn. A lack of synchronism in species flowering patterns, which presented two peaks, may indicate a lower competition for pollinators and favorable periods for development according with characteristics of each one. Flowering activity seems to be more related to temperature and fruiting seems to be related to both temperature and photoperiod. The fruiting on May may indicate a favorable period to germination, when the sandy substrate is more stable owing to wind diminution. The severe drought observed in late summer did not affect apparently the flowering activity pattern of species, because the most species presented the same pattern of other foredune communities in southern Brazil.

Key-words - flowering, fruiting, halophyte communities, phenology activity, restinga

Resumo - (Fenologia floral da vegetação de dunas frontais no litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil). Os eventos biológicos das plantas com flores são afetados por mudanças bióticas e abióticas do meio. A fenologia da formação herbácea de dunas frontais foi avaliada por doze meses no Parque Estadual de Itapeva, município de Torres (RS) (29°21' S, 49°45' W). A presença de botões florais, antese das flores e frutos foram observados para treze espécies presentes em 34 unidades amostrais de 4 m². Todas as espécies apresentaram períodos de floração e frutificação, o primeiro evento mais intenso no início da primavera e final do verão e o segundo no início do verão e no outono. A falta de sincronia no padrão de floração das espécies,

com a presença de dois picos, pode indicar a baixa competição por polinizadores e períodos favoráveis ao desenvolvimento de acordo com as características de cada uma. A atividade de floração parece estar mais relacionada à temperatura e a frutificação à temperatura e ao fotoperíodo. A frutificação em maio pode indicar período favorável à germinação, quando o substrato arenoso encontra-se mais estável devido à diminuição dos ventos. A forte estiagem registrada no final do verão aparentemente não interferiu no padrão da atividade de floração das espécies, visto que a maioria apresentou o mesmo padrão verificado em outras comunidades de dunas frontais no sul do Brasil.

Palavras-chave – atividade fenológica, comunidades halófilas, floração, frutificação, restinga

Introdução

A fenologia de plantas floríferas busca esclarecer as relações entre a sazonalidade dos eventos biológicos das plantas com as mudanças bióticas e abióticas do meio (Lieth 1974).

Os estudos fenológicos são de extrema importância para a manutenção da agricultura (Hopp 1974). Porém a fenologia em ambientes naturais, envolvendo espécies de uma ou mais sinúcias ou comunidades, são, em geral, escassos, embora forneçam subsídios para a compreensão acerca das interações biológicas em comunidades e ecossistemas. Os ciclos de reprodução das plantas de uma comunidade não somente refletem as relações intraespecíficas como também as interespecíficas entre plantas e entre animais e plantas (Frankie *et al.* 1974).

A atividade de florescimento também pode agir como um mecanismo isolado no processo de especiação, uma vez que a atividade do polinizador e dispersor podem limitar o alcance das espécies vegetais (Newstrom & Frankie 1994).

No sul do Brasil, são poucos os estudos fenológicos em comunidades herbáceas de dunas frontais, restringindo-se aos de Cordazzo & Seeliger (1988), em Rio Grande (RS), e Castellani *et al.* (1999), na praia de Joaquina, em Florianópolis (SC). Nesse ambiente, são encontradas tanto formas de vida perene quanto anuais e os padrões de floração e frutificação para cada espécie são fortemente controlados pelas condições locais de umidade do solo e pelos regimes regionais de temperatura e luz (Cordazzo & Seeliger 1988).

Fatores abióticos como o transporte e a estabilidade do substrato (Barbour 1992), a distância do lençol freático (Ranwell 1959) e a salinidade (Wilson & Sykes 1999) limitam fortemente o desenvolvimento vegetal. Além de restringirem a composição florística, esses fatores também podem ser determinantes nos eventos de floração e frutificação das espécies. Avaliar, dentre alguns fatores, qual ou quais prepondera nas suas estratégias reprodutivas constitui o objetivo primordial deste estudo.

Material e métodos

Área de estudo – O estudo foi realizado no Parque Estadual de Itapeva, município de Torres, extremo norte do litoral do Rio Grande do Sul (29°21' S, 49°45' W) (Fig. 1), O Parque apresenta um gradiente vegetacional no sentido mar-continente, típico das regiões litorâneas. As dunas frontais são definidas por Hesp (2005) como regiões formadas pela deposição eólica de areia na zona de pós-praia, que na região formam planícies ou campos de dunas fixadas ou não pela vegetação. A vegetação desse trecho, quando presente, é predominantemente herbácea, com alguns indivíduos arbustivos em ambientes mais protegidos do vento. São espécies extremamente adaptadas às condições inóspitas locais e apresentam uma alta capacidade de propagação vegetativa.

O clima da região costeira norte é mesotérmico brando, superúmido, sem estação seca Nimer (1977). Segundo os dados de Normais Climatológicas para o município de Torres (1961 a 1990), a temperatura média anual foi de 18,9° C e temperaturas médias de mínimas e de máximas foram 15,7° C e 22,3° C, respectivamente. A precipitação média anual foi de 1.386,9 mm (Brasil 2002). Durante o ano de estudo, uma forte estiagem foi registrada durante os meses de verão, com distribuições irregulares das chuvas. A precipitação total durante os doze meses de estudo foi de 1.407,3 mm e os meses mais chuvosos foram os de março, agosto, setembro e outubro e o mês de menor precipitação foi janeiro com apenas 16,2 mm registrados. A temperatura média anual foi de 19,7° C (Fig. 2).

O solo da praia de Itapeva é composto de areias quartzosas de granulação fina a muito fina, oriundas do pico transgressivo holocênico, há cerca de 5 mil anos AP, ou o sistema Laguna-Barreira IV (Vilwock & Tomazelli, 1995).

Amostragem e acompanhamento fenológico – Foram demarcadas 34 unidades amostrais de 4 m² alternadas (esquerda e direita) a cada 4 m ao longo de quatro transecções paralelas entre si e perpendiculares à linha de costa, medindo cerca de 40 m cada e distanciadas entre si por 15 m, totalizando uma área de 136 m². Foram mapeadas todas as espécies herbáceas encontradas no

interior das unidades amostrais. De cada espécie foi coletado um indivíduo fértil, nas proximidades, e depositado no Herbário ICN da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como material testemunho.

As observações fenológicas foram realizadas mensalmente, de fevereiro de 2005 a janeiro de 2006, procurando-se determinar a presença das seguintes fenofases para cada espécie: 1) botão floral; 2) antese de flores; 3) frutos.

Análise dos dados – Foram calculadas as frequências de ocorrência da espécies nos quadrados amostrais e suas frequências de ocorrência em diferentes fenofases para cada mês do ano de estudo, segundo as seguintes fórmulas (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974) :

$$\text{Frequência de ocorrência da } sp_i = \frac{\text{número de quadrados com a } sp_i}{\text{total de quadrados amostrais (34)}} \times 100$$

$$\text{Frequência de ocorrência da } sp_i \text{ na fenofase } k = \frac{\text{número de quadrados com a } sp_i \text{ na fenofase } k}{\text{total de quadrados amostrais (34)}} \times 100$$

A duração da atividade da fenofase para as populações de cada espécie foi avaliada segundo a classificação de Newstron & Frankie (1994). Portanto, a atividade de fenofase foi classificada como 1) duração breve (< 1 mês); 2) duração intermediária (= 1 a < 5 meses) e 3) duração longa (= 5 ou mais meses).

Correlação entre fenofases e fatores abióticos – Foi utilizada a análise de correlação de Spearman (r_s) (Zar 1999) entre o número de espécies na atividade de floração e frutificação e as variáveis climáticas (médias das temperaturas mínimas, médias e máximas, pluviosidade e total de insolação para o período de 1960 a 1991) e meteorológicas do ano de estudo (média mensal das temperaturas mínimas, médias e máximas e pluviosidade para o ano de 2005), assim como a correlação entre as duas variáveis (climáticas e meteorológicas), segundo dados coletados na Estação Meteorológica de Torres.

Resultados

Os dados meteorológicos registrados durante o ano de estudo não apresentaram correlação com as médias climáticas (1960 – 1991), para a região de Torres (RS), tanto para as temperaturas mínimas, médias e máximas quanto para a pluviosidade.

Treze espécies foram registradas e acompanhadas nas 34 unidades amostrais. Todas apresentaram períodos de floração e frutificação ao longo do ano de observação. Cinco espécies apresentaram alta frequência relativa, superiores a 20%, sete apresentaram frequências intermediárias a baixas e duas foram registradas em apenas uma unidade amostral cada (Tab. 1). Das 34 unidades amostrais demarcadas, quatro não apresentaram cobertura vegetal ao longo do ano.

As espécies, de uma maneira geral, apresentaram alta frequência de floração, na maioria dos casos atingindo a 100%, com exceção de *Panicum racemosum*. Essa espécie obteve o maior valor de frequência relativa nas unidades amostrais (91%), porém apresentou uma baixa porcentagem de floração (Fig. 3) e conseqüentemente de frutificação (17%). *Cenchrus pauciflorus* foi registrada apenas no período de frutificação (Fig. 4).

O maior número de espécies em antese ocorreu em fevereiro e outubro, períodos quente e seco e ameno e úmido, respectivamente. Ambos os picos apresentaram sete espécies. Houve uma grande redução da floração nos meses de inverno, chegando a apenas um registro de antese para *Oxypetalum tomentosum* em julho, período frio e seco. Os picos de frutificação ocorreram nos meses de março e dezembro, igualmente com sete espécies cada, períodos esses caracterizados por temperaturas altas, sendo que março apresentou alta pluviosidade, após o período de estiagem, e dezembro, baixa pluviosidade. Houve igualmente uma redução no período de frutificação nos meses de inverno e primavera, entre agosto e outubro. Esses meses foram marcadamente chuvosos durante o ano de estudo (Fig. 2).

A duração dos episódios das fenofases foram, na maioria, de intermediária a longa (Tab. 2). Para a floração, nenhuma espécie apresentou período breve. Nove espécies tiveram períodos

intermediários, a maioria com antese nos meses de primavera e verão, com exceção de *Baccharis radicans* e *Eragrostis trichocolea* que apresentaram flores durante o outono. Três espécies exibiram períodos longos de floração. Períodos breves para frutificação ocorreram para *Andropogon arenarium*, que frutificou no final do verão e *Ambrosia elatior*, no outono. Sete espécies mostraram períodos intermediários, sendo que a maioria frutificou durante o final da primavera e verão. Seis apresentaram eventos de longa duração para essa fenofase. De uma maneira geral, as espécies que apresentaram eventos de longa duração, tanto para floração quanto para frutificação, não tiveram suas atividades vinculadas a alguma estação específica (Tab.2, Fig.4)

Os eventos de floração e frutificação ocorreram ao longo de todo o ano. Mas para um maior número de espécies, esses eventos foram registrados nos meses mais quentes, com dois picos de atividade proeminentes (Fig. 5).

O teste de correlação de Spearman entre os eventos de floração e as variáveis abióticas avaliadas diferiu em alguns pontos: não houve correlação entre essa fenofase com a pluviosidade média mensal do ano de estudo e com a pluviosidade média registrada para trinta anos. Não houve correlação também entre a floração e a insolação média dos 30 anos. Entretanto, essa fenofase correlacionou-se com todas as medidas de temperatura mínimas ($r_s = 0,64$, $p < 0,02$), médias ($r_s = 0,61$, $p < 0,03$) e máximas ($r_s = 0,63$, $p < 0,02$) registradas durante o ano de estudo e para os 30 anos.

Os eventos de frutificação para a comunidade estudada foram semelhantes aos resultados de floração quanto à falta de correlação entre o evento e a pluviosidade média mensal do ano de estudo e a média de 30 anos e a correlação com as temperaturas mínimas ($r_s = 0,70$, $p < 0,01$), médias ($r_s = 0,75$, $p < 0,004$) e máximas ($r_s = 0,81$, $p < 0,001$) registradas no ano de estudo e também para a média dos 30 anos. Porém, diferentemente do evento de floração, a média de insolação (dos 30 anos) esteve correlacionada com o evento de frutificação ($r_s = 0,65$, $p < 0,02$).

Discussão

A comunidade estudada apresentou poucas espécies nas unidades amostrais. Porém, para todas as espécies, foram registrados episódios de floração e/ou frutificação. *Panicum racemosum* foi a única que apresentou uma baixa frequência de floração e conseqüente frutificação em relação à frequência total, indicando que o principal mecanismo de manutenção ou ampliação das populações dessa espécie é, conforme publicado em outros estudos, através da propagação vegetativa, evidenciado também pela baixa viabilidade de suas sementes (Costa *et al.* 1984).

As maiores frequências em determinada fenofase para cada espécie evidenciaram somente os picos de atividade de floração e frutificação, ou seja, o maior número de indivíduos em determinada fenofase. Porém o volume de flores e frutos (que determina a intensidade dos eventos) não foi avaliado. Os picos de atividade estão mais relacionados aos processos endógenos das plantas e com fatores abióticos que determinam o período de ocorrência das fenofases (Benke & Morellato 2002).

Os dois picos de floração ocorreram no início da primavera e no final do verão. Segundo Jackson (1966), o florescimento no final do verão estaria condicionado ao fotoperíodo, enquanto que a floração de primavera e início de verão estariam estreitamente relacionadas à temperatura. Castellani *et al.* (1999) registraram o período de maior floração para a flora das dunas da Praia de Joaquina, em Florianópolis (SC), no final do verão, e baixa floração no início da primavera. Já Cordazzo & Selliger (1988), na Praia do Cassino em Rio Grande (RS), observaram a floração de espécies anuais em maior número no final da primavera e verão e de perenes no verão e início do outono. A resposta de algumas espécies à elevação da temperatura após um período de frio pode estar relacionada às baixas temperaturas que normalmente ocorrem durante o inverno no Estado. A correlação dos picos de floração da comunidade estudada com a temperatura e a não correlação dessa fenofase com a insolação, evidenciaram a predominância do primeiro fator para a vegetação das dunas frontais de Itapeva.

Os episódios de frutificação ocorreram mais acentuadamente em março e dezembro. O pico registrado em março pode indicar uma estratégia de algumas espécies em obter sucesso no estabelecimento das sementes em períodos de maior estabilidade do substrato, pois a ação dos ventos do quadrante nordeste é menor durante o inverno e a taxa de migração das dunas é muito baixa (Tomazelli 1993). Muitas espécies de dunas podem não ter suas sementes viabilizadas se estiverem soterradas a uma certa profundidade, principalmente devido à dificuldade das plântulas emergirem na falta de luz (Sykes & Wilson 1990), e pela ação de microorganismos na sua decomposição (Maun 1998). Além disso, a diminuição do vento impediria a dispersão das sementes para zonas impróprias ao seu desenvolvimento. Já o pico de frutificação em dezembro pode estar relacionado a um efeito oposto, o da necessidade de algumas espécies, principalmente as anuais, em formar um banco de sementes, mecanismo esse facilitado pelo soterramento através do acúmulo de areia deslocada pelos ventos constantes no verão. A ausência de um banco de sementes persistente para essas espécies poderia levá-las ao desaparecimento nesses locais. Cordazzo e Selliger (1998) observaram um alto florescimento das anuais na primavera e verão, o que sugere a frutificação próxima a esse período. Portanto, o vento pode atuar indiretamente como meio de dispersão das espécies da comunidade estudada, visto que é a movimentação da areia o principal fator que afeta a sobrevivência e a distribuição das plântulas em um sistema de dunas (Maun 1998). Castellani *et al.* (1999) verificaram maior frutificação no período quente e superúmido e relacionam o outono e o inverno como estações de maior atuação dos ventos na costa.

Durante o estudo, os meses em que houve atividade de floração apresentaram uma baixa pluviosidade, incomum para o período. Mas há registro de algumas espécies que florescem após restrição de umidade e exposição a altas temperaturas e fotoperíodo (Larcher 2000). Castellani *et al.* (1999) registraram um pico de floração para o final do verão, período quente, porém sob condições mais úmidas, o que seria esperado também para a região de Torres, e não ocorrido por ocasião da estiagem registrada em 2005. Entretanto, tanto os eventos de floração quanto de

frutificação não apresentaram correlação com os índices de pluviosidade durante o ano de estudo e também com médias históricas. Apesar de muitos autores relacionarem esses eventos biológicos ao fator umidade, possivelmente em regiões como o litoral norte do Rio Grande do Sul, que não apresentam uma sazonalidade marcante, a umidade pode estar mais relacionada aos eventos de germinação e crescimento vegetativo, períodos em que a disponibilidade hídrica se torna mais necessária (Larcher 2000).

A ocorrência de eventos de floração e frutificação ao longo de todo o ano de estudo, e com picos bem distribuídos nas estações mais quentes, indicam a baixa sincronicidade para o período sexualmente reprodutivo entre as espécies das dunas frontais de Itapeva, estratégia que garante um melhor aproveitamento dos recursos ambientais disponíveis, como nutrição mineral e a atividade dos polinizadores (Frankie *et al.* 1974, Pemadasa & Lovell 1974). Variações interespecíficas no período de florescimento e a produção constante de flores são comuns em plantas adaptadas ao ambiente de dunas (Pemadasa & Lovell 1974).

A maioria das espécies encontradas comumente em outras duas regiões, apresentou o mesmo padrão de floração e frutificação comparando-se com Rio Grande (Cordazzo & Selliger 1988), ao sul, e Praia da Joaquina (Castellani *et al.* 1999), ao norte, com algumas exceções. *Cyperus obtusatus* apresentou botões, flores e frutos em quase todo o ano de estudo, porém em Rio Grande, essa espécie apresentou flores somente na primavera e verão. *Androtrichum triginum* e *Spartina ciliata* iniciaram mais cedo os seus processos de reprodução sexual em relação ao observado por Castellani *et al.* (1999) na praia de Joaquina, onde essas fenofases ocorreram no final do verão. *Androtrichum triginum* comumente floresce durante toda a primavera e verão (Costa *et al.* 1988). Já *Spartina ciliata* apresenta um curto período de floração, que ocorre normalmente entre setembro e dezembro, e são raros os casos em que essa fase ocorre em março e muito raro em maio (Cordazzo 2003). Segundo Pemadasa & Lovell (1974), os processos de emergência de inflorescências podem variar de ano para ano, dependendo das

condições hídricas durante a primavera. A pluviosidade acima da média registrada nos meses de agosto a outubro na área de estudo corrobora para essa afirmação.

Os resultados deste estudo mostram que há padrões de atividade no ciclo de vida de espécies em dunas frontais no sul do Brasil. De uma maneira geral, as espécies em comum com outras regiões apresentaram grandes semelhanças em seus períodos de atividade fenológica. A temperatura e o fotoperíodo parecem ser os fatores mais importantes para a atividade de floração da maioria das espécies e o fator temperatura parece exercer maior importância para a flora de dunas no Rio Grande do Sul, quando comparada à flora em Santa Catarina. Já a atividade de frutificação também pode estar relacionada aos índices de insolação e temperatura, assim como a atuação dos ventos predominantes no local. A relação dos eventos reprodutivos com a pluviosidade não ficou bem evidenciada neste estudo, em parte devido à oscilação nos períodos de chuvas que ocorreram durante o ano, apresentando um padrão irregular no período e também pela falta de correlação dos eventos fenológicos com esse fator, mesmo relacionando-os às médias históricas.

A comunidade estudada apresentou uma baixa sincronia de floração e frutificação, porém os eventos concentraram-se nas estações mais quentes. Um período de estudo mais longo seria necessário para avaliar os possíveis efeitos da distribuição irregular das chuvas, incluindo a forte estiagem ocorrida no verão de 2005, nas atividades fenológicas e na baixa sincronia verificada para as plantas desta comunidade.

Referências Bibliográficas

- BARBOUR, M. C. 1992. Life at the leading edge: the beach plant syndrome. *In*: Seeliger, U. Coastal plant communities of Latin America. San Diego: Academic Press. 392p.
- BENCKE, C. S. C. & MORELLATO, L. P. C. 2002. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. *Revista Brasileira de Botânica* 25 (3): 269-275.
- BRASIL (Ministério da Agricultura e Reforma Agrária). 1992. Normais Climatológicas (1961-1990). Departamento Nacional de Meteorologia, Brasília.
- CASTELLANI, T. T., CAUS, C. A. & VIEIRA, S. 1999. Fenologia de uma comunidade de duna frontal no sul do Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 13(1): 99-114.
- CORDAZZO, C. V. 2003. *Spartina ciliata* Brong. (Poaceae) nas dunas da costa sudoeste Atlântica: uma síntese. *Iheringia Botânica* 58 (2): 251-272.
- CORDAZZO, C. V. & SEELIGER, U. 1988. Phenological and biogeographical aspects of coastal dune plant communities in southern Brazil. *Vegetatio* 75: 169-173.
- COSTA, C. S. B.; SEELIGER, U. & CORDAZZO, C. V. 1984. Aspectos da ecologia populacional do *Panicum racemosum* (Spreng) nas dunas costeiras do Rio Grande do Sul. *In*: Restingas: origem, estrutura, processos (L.D. Lacerda, D.S. Araújo, R. Cerqueira, & B. Turq., eds.). UFF-RJ, Niterói. Pp: 395-411.
- COSTA, C. S. B.; SEELIGER, U. & CORDAZZO, C. V. 1988. Dinâmica populacional e distribuição do *Androthichum trigynum* (Spreng) (Cyperaceae) nos brejos e dunas costeiras do Rio Grande do Sul. *Acta Limnologica Brasilica* 2: 813-842.
- DOBROVOLSKI, R. 2004. Análise da paisagem do Parque Estadual de Itapeva, Torres (RS). Monografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 36 p.
- FRANKIE, G. W.; BAKER, H. G & OPLER, P. A. 1974. Tropical plant phenology: applications for studies in community ecology. *In*: Phenology and seasonality modeling (H. Lieth, ed.). Springer-Verlan, Berlin. Pp: 287-296.

- HESP, P. A., DILLENBURG, S. R., BARBOZA, E. G., TOMAZELLI, L. J., AYUP-ZOUZIN, R. N., ESTEVES, L. S., GRUBER, N. L. S., TOLDO-Jr., E. E., TABAJARA, L. C. de A., CLEROT, L. C. P. 2005. Beach ridges, foredunes or transgressive dunefields? Definitions and an examination of the Torres to Tramandaí barrier sistem, Southern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 77 (3): 493-508.
- HOPP, R. J. 1974. Plant phenology observation networks. *In: Phenology and seazonality modeling* (H. Lieth, ed.). Springer-Verlan, Berlin. Pp:30-36.
- JACKSON, M. T. 1966. Effects of microclimate on spring flowering phenology. *Ecology* 47: 407-415.
- LARCHER, W. 2000. *Ecofisiologia vegetal*. RIMA, São Carlos. 531p.
- LIETH, H. 1974. Introduction to phenology and the modeling of seasonality. *Phenology and seasonality modeling*. Springer Verlag, Berlin. *Ecological Studies* 8: 3-19.
- MARTÍNEZ, M. L., VALVERDE, T. & MORENO-CASASOLA, P. 1992. Germination response to temperature, salinity, light and depth of sowing of ten tropical dune species. *Oecologia* 92: 343-353.
- MAUN, M. A. 1998. Adaptations of plants to burial in coastal sand dunes. *Canadian Journal of Botany* 76:713-738.
- NEWSTROM, L. E. & FRANKIE, G. W. 1994. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. *Biotropica* 26(2): 141-159.
- NIMER, E. 1977. Clima. *In: IBGE – Geografia do Brasil, região sul*. SERGRAF-IBGE, Rio de Janeiro. Pp: 35-79.
- PEMADASA, M. A. & LOVELL, P. H. 1974. Factors controlling the flowering time of some dune annuals. *Journal of Ecology* 62: 869-880.
- RANWELL, D. 1959. Newborough Warren Anglesey. I The dune sistem and dune slack habitat. *Journal of Ecology* 47 (3): 571-601.

- SYKES, M. T. & WILSON, J. B. 1990. Dark tolerance in plants of dunes. *Functional Ecology* 4: 799-805.
- TOMAZELLI, L. J. 1993. O regime de ventos e a taxa de migração das dunas eólicas costeiras do Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesquisas* 20(1): 18-26.
- VILWOCK, J. A. & TOMAZELLI, J. L. 1995. Geologia costeira do Rio Grande do Sul. Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica. *Notas Técnicas*, 8.
- WILSON, J. B. & SYKES, M. T. 1999. Is zonation on coastal sand dunes determined primarily by sand burial or by salt spray? A test in New Zealand dunes. *Ecology Letters* 2: 233-236.
- ZAR, J. H. 1999. *Biostatistical analysis*. Prentice-Hall, New Jersey.

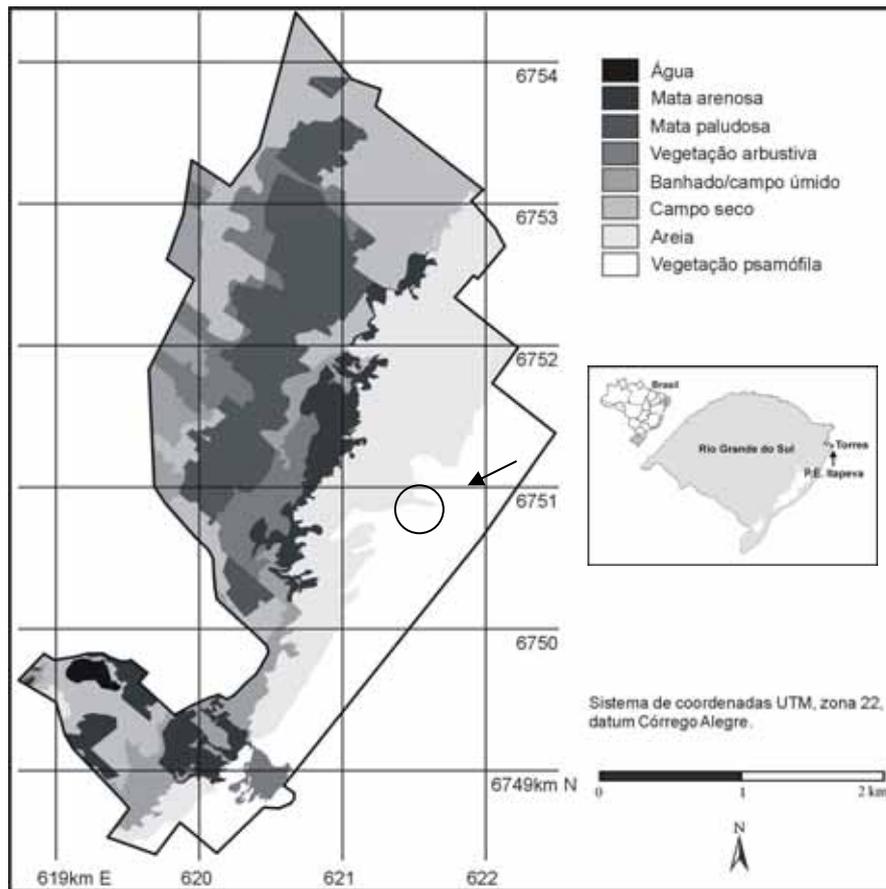


Figura 1. Mapa da área do Parque Estadual de Itapeva, Torres (RS), indicando a localização da área de estudo, nas dunas frontais. (Fonte: Laboratório de Geoprocessamento, Depto Ecologia / UFRGS).

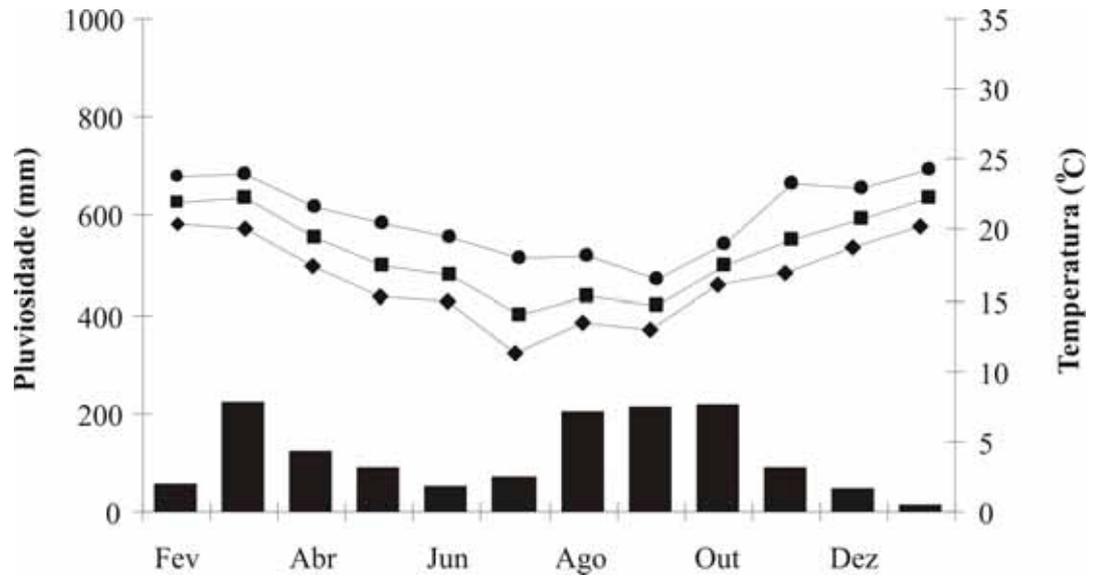


Figura 2. Distribuição das médias mensais de precipitação (barras), das temperaturas média (■), média das máximas (●) e média das mínimas (◆) para o Município de Torres (RS), para o ano de estudo. Fonte: 8º Distrito de Meteorologia.

Tabela 1. Espécies, famílias, frequências e número do coletor (N.C.) das espécies amostradas nas dunas frontais no Parque Estadual de Itapeva, Torres (RS), que tiveram a fenologia acompanhada de fevereiro de 2005 a janeiro de 2006.

Espécies	Famílias	Frequências	N.C.
<i>Ambrosia elatior</i> L.	Asteraceae	8,82	11
<i>Andropogon arenarius</i> Hack.	Poaceae	8,82	24
<i>Androtrichum triginum</i> (Spreng.) Pfeiff.	Cyperaceae	11,76	17
<i>Baccharis radicans</i> DC.	Asteraceae	5,88	07
<i>Cenchrus pauciflorus</i> Benth.	Poaceae	8,82	23
<i>Cyperus obtusatus</i> (Presl) Mattf. & Kuk.	Cyperaceae	2,94	14
<i>Eragrostis trichocolea</i> Hack. & Arech	Poaceae	29,41	22
<i>Gamochaeta americana</i> (Mill.) Wedd.	Asteraceae	2,94	08
<i>Hydrocotyle bonariensis</i> Lam.	Apiaceae	47,06	03
<i>Oxypetalum tomentosum</i> Wight ex Hook. & Arn.	Apocynaceae	14,70	04
<i>Panicum racemosum</i> Spreng.	Poaceae	91,18	20
<i>Senecio crassiflorus</i> (Poir.) DC.	Asteraceae	52,94	06
<i>Spartina ciliata</i> Kunth	Poaceae	26,47	24

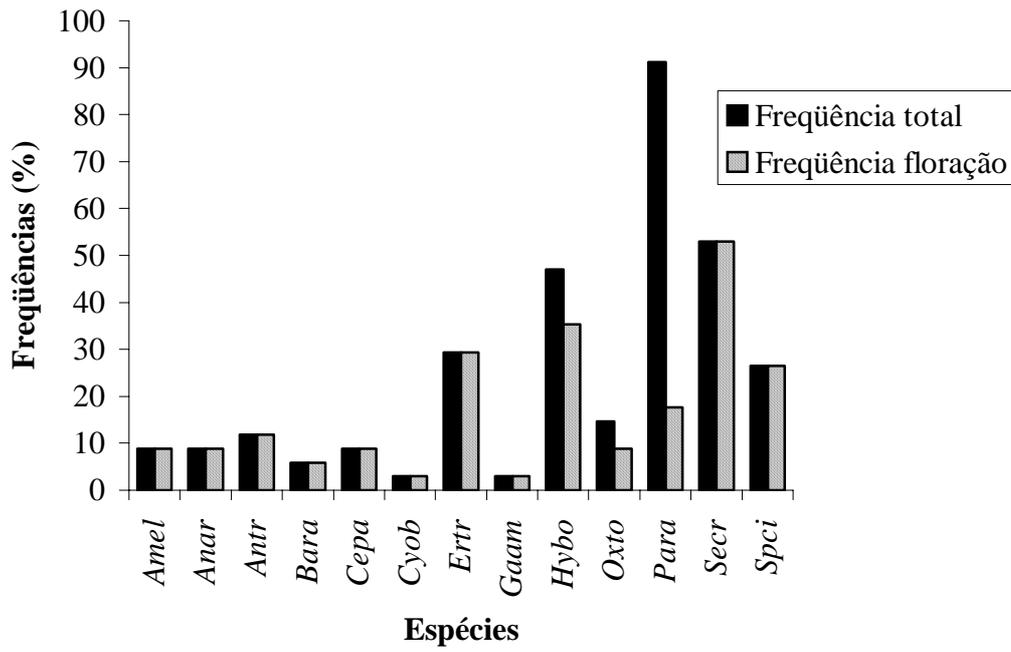


Figura 3. Frequência total e frequência de atividade de floração para as treze espécies fenologicamente estudadas, na comunidade de dunas frontais de Itapeva, Torres (RS). As espécies estão abreviadas pelas duas letras iniciais do gênero de duas iniciais da espécie.

Tabela 2. Duração e mês de maior atividade das fenofases de floração e frutificação registradas para as treze espécies fenologicamente acompanhadas (fevereiro de 2005 a janeiro de 2006), nas dunas frontais de Itapeva, Torres (RS).

Espécie	Floração		Frutificação	
	Duração do período	Pico de atividade	Duração do período	Pico de atividade
<i>Ambrosia elatior</i>	Intermediária	Fevereiro	Intermediária	Março
<i>Andropogon arenarius</i>	Intermediária	Fevereiro	Breve	Fevereiro
<i>Androtrichum triginum</i>	Intermediária	Dezembro	Intermediária	Janeiro
<i>Baccharis radicans</i>	Intermediária	Abril	Longa	Maio
<i>Cenchrus pauciflorus</i>	-	-	Longa	Março
<i>Cyperus obtusatus</i>	Longa	*	Longa	*
<i>Eragrostis trichocolea</i>	Intermediária	Abril	Longa	Maio
<i>Gamochaeta americana</i>	Intermediária	Nov./Dez.	Intermediária	Dez./Jan.
<i>Hydrocotyle bonariensis</i>	Longa	Março	Longa	Abril
<i>Oxypetalum tomentosum</i>	Longa	*	Intermediária	Dezembro
<i>Panicum racemosum</i>	Intermediária	Novembro	Intermediária	Dezembro
<i>Senecio crassiflorus</i>	Intermediária	Setembro	Intermediária	Dezembro
<i>Spartina ciliata</i>	Intermediária	Setembro	Longa	Novembro

* Espécies que apresentaram mais de quatro meses de maior atividade

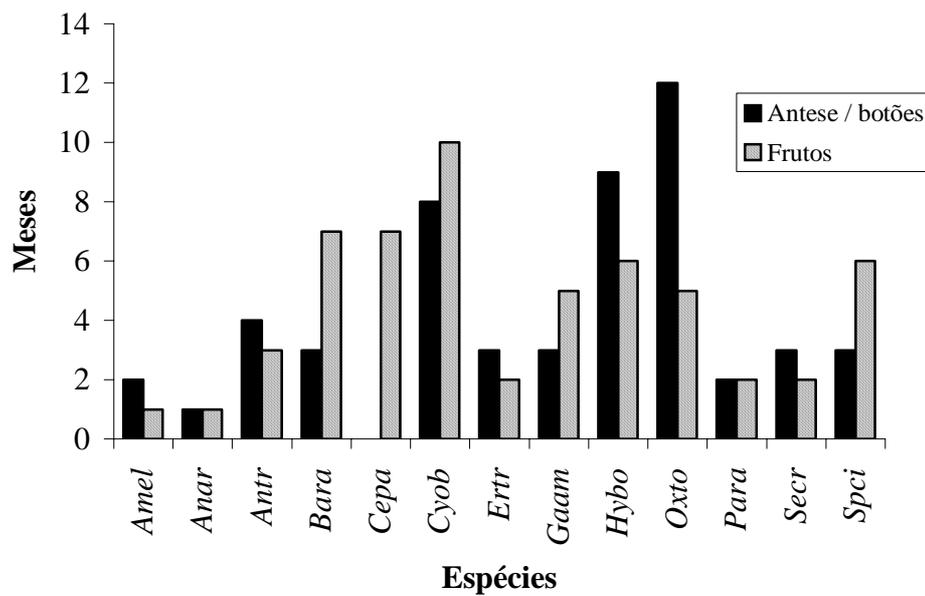


Figura 4. Número de meses de atividade de floração e frutificação para cada espécie fenologicamente estudada (fevereiro de 2005 a janeiro de 2006), nas dunas frontais de Itapeva, Torres (RS). As espécies estão abreviadas pelas duas letras iniciais do gênero e duas da espécie.

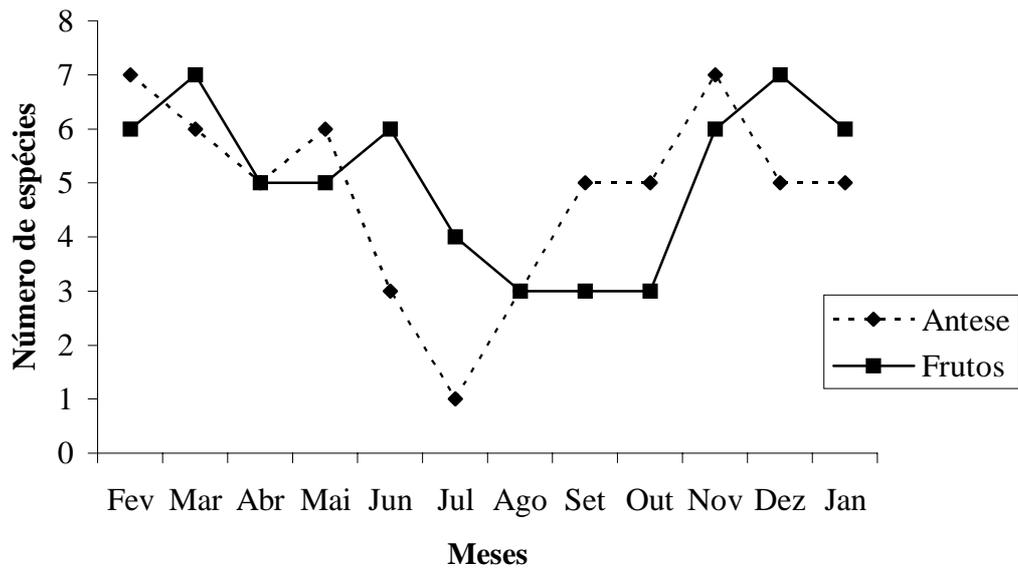


Figura 5. Número de espécies em atividade reprodutiva nos meses do ano de estudo (fevereiro de 2005 a janeiro de 2006), na comunidade herbácea de dunas frontais do Parque Estadual de Itapeva, Torres (RS).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As dunas frontais do Parque Estadual de Itapeva apresentam uma baixa riqueza específica devido ao reduzido número de espécies que se adaptaram a esse ambiente altamente inóspito e dinâmico. A constatação das diferenças nos parâmetros estruturais da comunidade estudada, entre duas estações distintas, comprova esse dinamismo, principalmente pelo rápido crescimento vegetativo de algumas espécies.

O estudo do padrão fenológico desta formação levou em consideração outros aspectos abióticos, como os ventos e a instabilidade no substrato, que até então não haviam sido mencionados com maior ênfase em outros trabalhos realizados em dunas frontais. A pluviosidade é outro fator que é comumente mencionada em estudos fenológicos, porém em regiões sem uma estação seca definida, esse fator pode não ser determinante para a atividade reprodutiva dessas espécies. Outros trabalhos, inclusive em nível populacional, seriam necessários para uma melhor compreensão desses fatores na atividade reprodutiva e no estabelecimento das espécies.

De uma maneira geral, poucas pesquisas são realizadas nas restingas litorâneas, sobretudo devido à fragilidade desses ambientes aos impactos humanos, e, também, pela atração por parte dos pesquisadores frente à exuberância e à complexidade das formações florestais. A região estudada, apesar de estar localizada em uma área de Parque, não impede a circulação de veículos e a interferência de pessoas na região da praia, o que acaba por danificar os experimentos, prejudicando e atrasando o andamento da pesquisa.

Apesar do impacto humano ser verificado em todo litoral norte, alguns remanescentes de dunas eólicas necessitam de uma urgente atenção, como as dunas de Cidreira e de Arroio do Sal. Como medidas preservacionistas, prioritariamente deveriam ser proibidas as construções próximas à praia, determinando-se faixas de dunas intocáveis, de acordo com os ventos predominantes que alimentam de diferentes formas essas formações.

Enfim, como em todos os ambientes naturais, faz-se urgente a necessidade de preservação das dunas frontais, não somente pelo ponto de vista botânico, mas geológico, zoológico, histórico e de beleza cênica, pois, apesar de ser pouco apreciado visualmente, o litoral do Rio Grande do Sul apresenta registros históricos dos quatro eventos glaciais que ocorreram durante o período Quaternário e suas características geológicas e de morfogênese diferem do resto do litoral brasileiro.