



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

**Estrutura e estratégias de dispersão do componente arbóreo em
uma floresta estacional de encosta no Parque Estadual de Itapuã,
sul do Brasil**

Dissertação de Mestrado

Jair Gilberto Kray

Porto Alegre

2010



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

**Estrutura e estratégias de dispersão do componente arbóreo em
uma floresta estacional de encosta no Parque Estadual de Itapuã,
sul do Brasil**

Jair Gilberto Kray

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado
do Programa de Pós-Graduação em Botânica, da
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
(UFRGS, RS), como requisito parcial para a
obtenção do grau de **Mestre em Botânica**

Orientador: Prof. Dr. João André Jarenkow

Porto Alegre
2010

AGRADECIMENTOS

A todos os anônimos que de uma forma ou de outra sempre lutaram pela conservação da natureza.

Ao professor João André Jarenkow, a orientação e a paciência que sempre demonstrou ao longo desses anos de convívio.

Ao Eduardo Luís Hettwer Giehl, a ajuda incondicional em todos os momentos deste trabalho, e também as inúmeras ideias e conselhos.

Aos meus “escravos de campo”, Fernanda Regina Bresciani e Fábio Alves Rodrigues, que estiveram praticamente em todos os trabalhos de campo, e compartilharam as minhas angústias e apreensões durante este trabalho.

Ao Rafael Aguiar Barros, motorista do Instituto de Biociências, que participou de todas as saídas de campo, inclusive durante suas férias.

Aos inúmeros auxiliares de campo, Carlos “CB” Ferro, Ernestino Gaurino, Estevam Cruz, Fabiano Cassol, Felipe Rangel, Frediny Colla, Marc Emerim, Talita Camargo e Tórgan Flores de Siqueira.

Ao meu irmão, Cláudio, o auxílio nas análises de solo, e ao Laboratório de Solos da Faculdade de Agronomia /UFRGS, as análises.

A minha mãe Thereza, exemplo em tudo que faz e sempre disposta a ajudar todos.

A minha irmã Isolde, todo o apoio durante esses anos todos.

Aos meus amigos, anteriores à botânica e aos botânicos, que sempre estiveram presentes.

Ao Programa de Pós-Graduação em Botânica e seus coadjuvantes, que estiveram comigo durante esses anos, em especial: Roberson Setubal, Martin Grings, Tiago Alves e Gabriela Silveira

Ao Alexandre e Luisa Rücker, a amizade desde os áureos tempos da graduação, e os inúmeros incentivos.

Aos meus colegas de apartamento, Tórgan Flores de Siqueira e Fabiano Cassol, e o “quase morador e quarto elemento” Alexandro da Silva Santos, que suportaram a minha loucura durante estes dois anos.

Ao diretor do Parque Estadual de Itapuã, Marcelo Antunes, em nome da DUC/DEFAP-RS, que permitiu o desenvolvimento do trabalho no âmbito do parque.

À bibliotecária Dilma Nascente, o auxílio na revisão bibliográfica.

Aos funcionários do Herbário ICN, da Biblioteca da Botânica e da secretaria do Instituto de Biociências, os auxílios, cafezinhos e conversas, em especial ao Seu Alberto, e a Cleusa.

A CAPES, a concessão da bolsa que permitiu a realização deste trabalho.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

(...)

"Trago lembranças das grandes matarias
Das águas puras e das sangas sossegadas
Dos vales férteis das serras e dos campos
Da natureza que era ainda respeitada

E sinto cheiro de terra após a chuva
E tantas flores perfumando sem cobrar
Do pão de forno, do apoio e da canjica
Da pitanga, da tuna e do araçá"

(...)

João Chagas Leite

Estrutura e estratégias de dispersão do componente arbóreo em uma floresta estacional de encosta no Parque Estadual de Itapuã, sul do Brasil

Autor: Jair Gilberto Kray

Orientador: Prof. João André Jarenkow

Resumo

Os objetivos do presente trabalho foram realizar uma análise exploratória da estrutura do componente arbóreo de uma floresta estacional de encosta, relacionando-a a variáveis ambientais, e avaliar os padrões bióticos nas síndromes de dispersão e estratégias de estabelecimento. O estudo foi conduzido no Parque Estadual de Itapuã, Viamão (RS), nas encostas do morro do Campista (30°12'06"S e 51°02'45"O). A análise de correspondência canônica aplicada às relações entre espécies e seu ambiente mostrou que há forte relação entre vegetação, exposição solar das encostas e variações edáficas. Três grupos de unidades amostrais foram determinados relativamente às faces de exposição solar. Observou-se que entre os grupos há diferenças estruturais relacionadas à exposição, tais como aumento da diversidade nas áreas com maior exposição solar e diminuição da área basal média, devido ao menor porte dos indivíduos. As diferentes estratégias de dispersão ocuparam posições distintas ao longo do espaço vertical, e as estratégias de estabelecimento demonstraram as tendências adaptativas das espécies às condições disponíveis no ambiente. As diferenças entre as estruturas florestais e entre as estratégias de estabelecimento das diferentes faces de exposição indicam que a exposição solar, juntamente com fatores edáficos, atua seletivamente sobre as espécies desta formação florestal.

Palavras-chave: exposição solar, estratégias de dispersão, estratégias de estabelecimento, floresta estacional, Parque Estadual de Itapuã

Structure and dispersal strategies of the arboreal component in an hillside seasonal forest in Parque Estadual de Itapuã, southern of Brazil

Author: Jair Gilberto Kray

Advisor: Prof. João André Jarenkow

Abstract

In this study, we performed an exploratory analysis of the structure of the arboreal component of a hillside seasonal forest, in order to relate its structure to their environmental variables. In addition, we evaluated the biotic patterns of the dispersal syndromes and establishment strategies. We carried out the research at Parque Estadual de Itapuã, in the slopes of the Campista hill (30°12'06"S and 51°02'45"W). Canonical Correspondence Analysis was used to correlate the species to their environment. The results showed strong relationship among vegetation, solar exposure of the hillsides and edaphic variations. According to their solar exposure, three groups of sampling units were determined. Among these groups, we found structural differences related to solar exposure. In areas with higher exposure, a higher diversity was found, as well as individuals with lower mean basal area, due to their lower height. Different dispersal strategies occupied different positions along the vertical space, whereas the establishment strategies showed the species' adaptive tendencies to environmental available conditions. The differences in the forestry structure, as well as the ones in the species' establishment strategies due to solar exposure, demonstrate that solar exposure together with edaphic factors act selectively on the species in such forestry formations.

Keywords: solar exposure, dispersal strategies, establishment strategies, seasonal forest, Parque Estadual de Itapuã

SUMÁRIO

1. Apresentação	1
2. Introdução geral.....	2
MANUSCRITO 1.....	4
Diferenciação de comunidades arbóreas na floresta estacional de encosta no Parque Estadual de Itapuã, sul do Brasil	4
RESUMO	5
ABSTRACT	5
Introdução	6
Material e métodos	7
Resultados e Discussão	9
Conclusões	13
Referências bibliográficas	14
MANUSCRITO 2.....	26
Síndromes de dispersão e distribuição vertical de diásporos de espécies arbóreas em floresta estacional no Parque Estadual de Itapuã, sul do Brasil.....	26
ABSTRACT	28
RESUMO	29
Introdução	30
Material e métodos	31
Resultados e discussão	33
Considerações finais	38
Referências bibliográficas	39
3. Conclusões	51
4. Perspectivas futuras	51
5. Referências gerais.....	51

LISTA DE FIGURAS

MANUSCRITO 1

- Figura 1 – Localização do Parque Estadual de Itapuã, Viamão, Rio Grande do Sul 23
- Figura 2 - Número de indivíduos arbóreos amostrados por classes de diâmetro de 5 cm, em estudo no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, Rio Grande do Sul. A última classe comporta todos os indivíduos com diâmetro superior a 40 cm. 23
- Figura 3 - Distribuição vertical do componente arbóreo nas diferentes faces amostradas, considerando o número total de indivíduos para cada altura, em estudo no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, Rio Grande do Sul..... 24
- Figura 4 - Diagrama de ordenação para espécies com mais de 10 indivíduos e variáveis ambientais com associação significativa, em levantamento no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, Rio Grande do Sul 25

MANUSCRITO 2

- Figura 5. Localização do Parque Estadual de Itapuã, Viamão, Rio Grande do Sul; área de estudo em destaque. 48
- Figura 6. Distribuição dos indivíduos arbóreos em classes de altura, em uma floresta estacional, Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil. 48
- Figura 7. Distribuição relativa das estratégias de dispersão encontradas, de acordo com as classes de altura, de árvores em uma floresta estacional, Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil (Ane = anemocóricas, Aut = autocóricas, Zoo = zoocóricas)..... 49
- Figura 8. Distribuição de indivíduos arbóreos por estratégia de estabelecimento, em cada face de exposição solar, em uma floresta estacional, Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil (Pi = pioneira, DL = dependente de luz, TS = tolerante a sombra)..... 50

LISTA DE TABELAS

MANUSCRITO 1

- Tabela 1 - Médias e desvios-padrão (DP) das variáveis ambientais mensuradas e sua relação com a matriz de espécies, nas parcelas do componente arbóreo, em floresta estacional de encosta, Viamão, Rio Grande do Sul: V = variação da matriz de espécies explicada pela variável independentemente; VC = variação cumulativa da matriz de espécies explicada pela variável e aquelas anteriormente incluídas na ordenação. F e P resultantes de teste de permutação de Monte Carlo. 19
- Tabela 2 – Espécies, famílias, número total de indivíduos amostrados e valores de importância (VI) nas respectivas faces de exposição, correspondente à amostragem do componente arbóreo em floresta estacional de encosta, Viamão, Rio Grande do Sul. 20
- Tabela 3 - Medidas de parâmetros estruturais agrupadas de acordo com a face de exposição (valores médios), correspondentes à amostragem do componente arbóreo em floresta de encosta, Viamão, Rio Grande do Sul. DP = desvio-padrão, F = razão entre variâncias, P = probabilidade resultante do teste estatístico; letras diferentes indicam médias diferentes. 22

MANUSCRITO 2

- Tabela 4. Espécies e famílias amostradas e suas respectivas estratégia de estabelecimento, síndrome de dispersão e densidade absoluta, em mata de encosta, Parque Estadual de Itapuã, Rio Grande do Sul. Onde: EE = estratégia de estabelecimento; DL = dependente de luz; TS = tolerante à sombra; Pi = pioneira; ED = estratégia de dispersão; Ane = anemocórico; Aut = autocórica e Zoo= zoocórica. 44
- Tabela 5. Proporção de espécies e de abundância de indivíduos, nas estratégias de dispersão (Ane: anemocórico, Aut: autocórico e, Zoo: zoocórico), em diferentes florestas estacionais no sul do Brasil. 47
- Tabela 6. Número médio de indivíduos em cada síndrome de dispersão e estratégia de estabelecimento, agrupadas de acordo com a fase de exposição (valores médios), correspondente à amostragem do componente arbóreo de uma floresta estacional, Viamão, Rio Grande do Sul (DP = desvio-padrão, F = razão entre variâncias, P = probabilidade resultante do teste estatístico; letras diferentes significam médias distintas). 47

1. Apresentação

Em consonância com os objetivos do trabalho, os resultados alcançados são apresentados em duas partes, as quais correspondem às duas principais divisões do texto da dissertação. Visando a facilitar a publicação dos resultados, estas duas divisões foram redigidas na forma de manuscritos, cada um no formato próprio do periódico a que se destina. O primeiro manuscrito, que aborda os padrões estruturais e de diversidade do componente arbóreo, segue as normas do *Acta Botanica Brasilica*, enquanto que o segundo, que trata das estratégias de dispersão de diásporos e de distribuição vertical da vegetação em estudo, segue as normas da *Revista Brasileira de Botânica*.

As bases teóricas, comuns a todo o trabalho, são apresentadas no capítulo 2, Introdução Geral. O capítulo 3 sintetiza as principais conclusões derivadas deste trabalho, e o capítulo 4 assinala perspectivas de trabalhos futuros. Por fim, o capítulo 5 lista as referências bibliográficas referidas no capítulo 2.

2. Introdução geral

A principal ameaça à diversidade biológica é a perda de hábitat (Primack & Rodrigues 2002). A expansão das fronteiras agrícolas e o processo de urbanização causam danos cada vez maiores às florestas do país, implicando a extinção de espécies animais e vegetais (Barbosa 2000). No caso do Rio Grande do Sul, as florestas foram exploradas durante anos de maneira ecologicamente inadequada, precedidos pelos anos de devastação consequente da colonização ítalo-germânica iniciada no século XIX (Reitz *et al.* 1988).

Devido ao processo de degradação, as florestas remanescentes na Região Metropolitana de Porto Alegre estão localizadas em encostas de difícil acesso, nos morros graníticos ou, então, em áreas naturais protegidas. Estas áreas são, atualmente, o hábitat da maioria das espécies da flora e da fauna nativas, que foram expulsas de seus ambientes naturais pelos processos gerados por atividades humanas (Mirapalmete 2001).

Os morros graníticos da Região Metropolitana de Porto Alegre constituem a projeção mais setentrional do Escudo Cristalino Sul-Rio-Grandense (Rambo 1954). Estes morros abrigam um mosaico de diferentes formações vegetais (Brack *et al.* 1998), pois as alterações topográficas aliadas às variações edáficas podem gerar diferentes situações ambientais, resultando em variações na composição e na estrutura das formações florestais (Ricklefs 1996, Oliveira-Filho *et al.* 1994, Cardoso & Schiavini 2002; Carvalho *et al.* 2005; Engelbrecht *et al.* 2007). Segundo Jonh *et al.* (2007), as condições de crescimento e a distribuição da vegetação nas diferentes situações ambientais são controladas pela disponibilidade de nutrientes do solo.

Para ocupar os diferentes hábitats, os vegetais desenvolveram estratégias de dispersão e de estabelecimento que facilitam a colonização de novos sítios, possibilitando as trocas gênicas entre populações (Howe & Smallwood 1982, Howe 1986, Swaine & Whitmore 1988, Chambers & MacMahon 1994, Abraham de Noir *et al.* 2002). A eficiência do processo de dispersão influencia diretamente a dinâmica e a estrutura florestal (Sinha & Dadivar 1992, Giehl *et al.* 2007), uma vez que permite a colonização de novos sítios por espécies dependentes de condições especiais para seu estabelecimento, aumentando a taxa de sobrevivência dos indivíduos jovens (Janzen 1980, Jordano *et al.* 2006). Além disso,

existem vínculos razoavelmente estabelecidos conectando as síndromes de dispersão à posição sucessiona ocupada pela espécie (Giehl *et al.* 2007).

O Parque Estadual de Itapuã é considerado um dos últimos remanescentes da vegetação original da Região Metropolitana e, segundo o Ministério do Meio Ambiente, é área prioritária de preservação. O Parque abriga remanescentes de vários ecossistemas, formando um mosaico vegetacional de matas de restinga, campos com afloramentos rochosos, campos arenosos e mata de encosta (Rio Grande do Sul 1997), Di Bitetti *et al.* (2003) ressaltam que, mesmo em unidades de conservação com áreas razoavelmente extensas, não existe garantia de que espécies estabelecidas tenham suas populações mantidas a longo prazo, portanto, faz-se necessário o entendimento da dinâmica estrutural das formações florestais existentes.

Vários autores estudaram a flora local, sob diferentes enfoques. Waldemar & Irgang (2003) estudaram a interação entre *Dyckia maritima* e cupins nos afloramentos rochosos. Scherer *et al.* (2005, 2007) descreveram a florística e a estrutura das matas de restinga, assim como a interação mutualística entre espécies arbóreas de restinga e aves frugívoras. Palma *et al.* (2008) determinaram a florística e a estrutura da sinúsia herbácea terrícola na floresta de encosta do Morro do Campista. Respectivamente à florística, há uma série de trabalhos recentes, dentre os quais se pode destacar Miotto *et al.* 2008, Lüdtke & Miotto 2008 e Rother & Silveira 2009.

Entretanto, inexistia, até o momento, um estudo qualitativo e quantitativo da mata de encosta que considerasse as distintas exposições e que relacionasse estes dados com fatores bióticos e abióticos. Estudos com esta ênfase são de grande importância devido à carência de dados sobre processos de conservação e restauração de ambientes semelhantes na região. Surge, destarte, o motivador deste trabalho, que tem por objetivos realizar uma análise exploratória da estrutura do componente arbóreo de uma floresta estacional de encosta, relacionado-a a variáveis ambientais, além de avaliar padrões bióticos nas síndromes de dispersão e estratégias de estabelecimento.

MANUSCRITO 1

**Diferenciação de comunidades arbóreas na floresta estacional de encosta no Parque
Estadual de Itapuã, sul do Brasil**

Diferenciação de comunidades arbóreas na floresta estacional de encosta no Parque Estadual de Itapuã, sul do Brasil

Jair Gilberto Kray^{1,2}

Eduardo Luís Hettwer Giehl³,

João André Jarenkow⁴

RESUMO – (Diferenciação de comunidades arbóreas na floresta estacional de encosta no Parque Estadual de Itapuã, sul do Brasil) - A topografia, aliada às variações edáficas, pode gerar diferentes situações ambientais, ocasionando variações na composição e na estrutura florestal. O objetivo do presente estudo foi descrever as relações entre a estrutura do componente arbóreo e as variações edáficas de uma floresta estacional de encosta, em diferentes faces de exposição, no Parque Estadual de Itapuã, sul do Brasil. (30°12'06''S e 51°02'45''O). Foram amostrados todos os indivíduos arbóreos com diâmetro à altura do peito ≥ 5 cm, em 90 unidades amostrais de 10 × 10 m, dispostas em 10 grupos de 30 × 30 m. Para descrever a vegetação, foram estimados os principais parâmetros fitossociológicos e o índice de diversidade de Shannon. As relações entre as variáveis ambientais e a densidade das espécies foram avaliadas por meio de análise de correspondência canônica – CCA. Foram identificadas 52 espécies, distribuídas em 42 gêneros de 28 famílias. Considerando-se a face de exposição solar, três grupos de Unidades Amostrais (UA) se diferenciaram. Entre os grupos foram percebidas diferenças estruturais, principalmente o aumento da riqueza específica nos que são mais intensa ou prolongadamente expostos à luz solar. Como consequência, a diversidade, medida pela riqueza específica e pelo índice de Shannon, foi maior nas áreas mais expostas. Nestas áreas ocorrem espécies com baixa seletividade. UAs em áreas de solos mais férteis apresentaram maior cobertura por área basal e indivíduos mais altos. As diferenças estruturais encontradas entre os grupos estão relacionadas a fatores edáficos e aos diferentes estádios de regeneração da floresta.

Palavras-chave: estrutura comunitária, componente arbóreo, exposição solar, floresta estacional, Parque Estadual de Itapuã

ABSTRACT – (Differentiation of tree communities in the hillside seasonal forest in the Parque Estadual de Itapuã, southern Brazil) - Topographic and edaphic variations can create different

¹ Programa de Pós-Graduação em Botânica, UFRGS, bolsista CAPES. Parte da dissertação de mestrado.

² Autor para correspondência: jgrkray@gmail.com

³ Programa de Pós-Graduação em Botânica, UFRGS

⁴ Departamento de Botânica, UFRGS. Av. Bento Gonçalves 9500 – Prédio 43433, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil.

environmental situations, resulting in variations in the forest composition and structure. In this study, we described the relationship between the structure of the tree community and the edaphic variations in an hillside seasonal forest, subject to different terrain aspect, and thus, solar exposure, in the Parque Estadual de Itapuã, southern of Brazil (30°12'06"S and 51°02'45"W). We established ten plots with 30 x 30 m and further divided each one into nine 10 x 10 m subplots (sampling units - SU). Within each SU, we sampled all arboreal individuals with diameter at breast high ≥ 5 cm. In order to describe the vegetation, we carried out an estimation of the main phytosociological parameters and the Shannon's diversity index. The relationships among environmental variables and the species densities were evaluated using Canonical Correspondence Analysis – CCA. We found 52 species, belonging to 42 genera and 28 families. Due to variations in solar exposure, we distinguished three groups of SUs. Structural differences occurred among the groups, with the SUs most exposed to sunlight being also more species-rich. Individuals belonging to SUs in more fertile areas were taller and had higher basal area. The species richness and Shannon's index was found to be higher in areas with higher solar exposure. In these areas, species with low habitat selectivity occur. The structural differences among the groups are related to edaphic factors and to different regeneration phases among sites.

Key words: community structure, tree community, solar exposure, seasonal forest, Parque Estadual de Itapuã

Introdução

A distribuição geográfica de espécies vegetais é influenciada por diversos fatores ambientais bióticos e abióticos que, inter-relacionados, afetam o seu crescimento, desenvolvimento e reprodução. Entre os fatores abióticos que potencialmente atuam sobre a vegetação podemos citar: a estrutura do solo, a disponibilidade de água, a intensidade da luz (incidência solar), a temperatura, o fogo e as demais ações antrópicas (Rieley & Page 1990).

A luz é um recurso que, quando escasso, limita o crescimento das plantas (Chazdon *et al.* 1988, Poorter & Werger 1999), pois além de ser fonte primária de energia, regula ou modifica outros fatores, como temperatura e umidade. Sua qualidade e intensidade atuam sobre a distribuição de organismos em sistemas naturais, apresentado grande variação em função da latitude, da altitude e da topografia (Donozo-Zegers 1997, Larcher 2000). No hemisfério sul, as encostas com orientação norte e oeste recebem maior irradiação solar do que as encostas sul e leste, implicando temperaturas mais elevadas, maiores taxas de evapotranspiração e redução do teor de umidade do solo e do ar (Spurr & Barnes 1973).

A topografia, aliada às variações edáficas, luminosidade e disponibilidade de água, em áreas de encosta, pode gerar diferentes situações ambientais, ocasionando variações na composição e na estrutura florestal (Ricklefs 1996, Oliveira-Filho *et al.* 1994, 1998, Cardoso & Schiavini 2002, Carvalho *et al.* 2005, Engelbrecht *et al.* 2007). Estudos realizados em regiões tropicais e subtropicais indicam a existência de relação entre vegetação, características topográficas e propriedades do solo (Oliveira Filho *et al.* 1994, Clark *et al.* 1995, Newbery *et al.* 1996, Chen *et al.* 1997, Clark *et al.* 1998, Carvalho *et al.* 2000, Bertani *et al.* 2001, Lyon & Sagers 2003, Budke *et al.* 2007). Segundo Jonh *et al.* (2007), as condições de crescimento e a distribuição da vegetação nas diferentes situações ambientais são controladas pela disponibilidade de nutrientes do solo. Nas formações florestais de encosta, as pequenas variações topográficas são responsáveis pela captura de matéria orgânica e sementes, gerando microambientes que determinam a intensidade de ocorrência de micro-organismos, germinação, estabelecimento e mortalidade de plântulas (Eldridge *et al.* 1991).

Na região metropolitana de Porto Alegre, a fragmentação florestal resultante do aumento das fronteiras agrícolas e da expansão imobiliária restringiu as florestas às encostas de difícil acesso ou a áreas de preservação. O Parque Estadual de Itapuã abriga uma grande diversidade de ecossistemas, constituindo um mosaico vegetacional de matas de restinga, campos com afloramentos rochosos, campos arenosos e florestas (Rio Grande do Sul 1997). Nesta região, a vegetação foi classificada como “Área de Tensão Ecológica”, por apresentar transição entre áreas de savana, floresta estacional (Veloso & Góes-Filho 1982) e de restinga (Brack *et al.* 1998). Na encosta de alguns morros, sujeitas a diferentes regimes de exposição solar, ocorrem florestas nas quais o relacionamento dos fatores bióticos e abióticos à descrição qualitativa e quantitativa do componente arbóreo não fora, até então, objeto de estudo. Em virtude da carência do conhecimento das relações vegetação-ambiente, assim como pelos aspectos fitogeográficos, o estudo destas formações é um importante subsídio para avaliar os impactos ambientais e restaurar os ambientes semelhantes na região.

O presente estudo teve como objetivo descrever a estrutura do componente arbóreo de uma floresta de encosta e responder as seguintes perguntas: quais são as variações na estrutura e na composição florística em encostas com diferentes exposições solares? Variações edáficas são importantes para diferenciar a estrutura dessas comunidades? A área florestal estudada se assemelha estruturalmente à vegetação de restinga ou a florestas estacionais?

Material e métodos

Área de estudo – situa-se no Parque Estadual de Itapuã, município de Viamão, região metropolitana de Porto Alegre (Figura 1). As parcelas foram demarcadas no Morro do Campista, cuja

altitude máxima é de 171 m, nas coordenadas 30°12'06"S e 51°02'45"O. O clima regional é subtropical úmido, sem estiagem, do tipo Cfa de Köppen (Moreno 1961), com médias de temperatura e precipitação de 19,5 °C e 1.347 mm, respectivamente (Brasil 1992). O solo é originado da intemperização de rochas graníticas da Formação Itapuã, resultando em uma mistura devido à separação dos grãos de quartzo de uma porção argilosa, causada pela transformação química do feldspato (Rio Grande do Sul 1997). A vegetação na região é classificada como “Área de Tensão Ecológica”, condicionada por fatores ecológicos especiais, resultantes da interpenetração de floras de regiões fitoecológicas distintas (Veloso & Góes-Filho 1982). Segundo Leite (2002), a floresta é constituída pela transição entre a região costeira e a estacional do interior, denominada de Floresta Estacional Semidecídua Moderada, e sua fisionomia é marcada pela presença de espécies da Floresta Ombrófila Densa e da Estacional.

Levantamento de dados estruturais – a amostragem de dados estruturais foi realizada pelo método de parcelas múltiplas (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974). Foram utilizadas unidades amostrais (UAs) de 10x10 m, dispostas em 10 parcelas de 30x30 m (blocos de nove unidades amostrais), alocadas em diferentes altitudes e faces de exposição solar (cinco parcelas com exposição sul, três com exposição norte e duas no topo), totalizando 0,9 ha de floresta amostrada. A distribuição das unidades amostrais em blocos visa a evitar a auto-correlação espacial (Giehl *et al.* 2010). Todos os indivíduos arbóreos com diâmetro à altura do peito (DAP) igual ou superior a 5 cm foram amostrados. Indivíduos apresentando ramificações do tronco abaixo de 1,3 m foram incluídos na amostra, desde que um ou mais perfilhos possuíssem o DAP mínimo. Aqueles dispostos sobre os limites das unidades amostrais foram registrados, desde que metade ou mais de sua área basal estivesse no interior da unidade. A cobertura foi estimada a partir da área basal de cada indivíduo, que foi somada em casos de perfilhamento. Para identificar as espécies, utilizou-se a literatura especializada, consultas a herbários e pareceres de especialistas, quando necessário. O material testemunho foi processado seguindo-se as recomendações de Fidalgo & Bononi (1984) e incorporado ao acervo do Herbário ICN, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). A nomenclatura das espécies segue Sobral *et al.* (2006), com atualizações, enquanto que a das famílias segue a delimitação de APG III (2009).

Coleta de dados edáficos – foram coletadas 10 amostras compostas por 15 subamostras de 500 cm³ de solo, cuja extração foi alocada sistematicamente em cada uma das parcelas de 30x30 m, de modo a cobrir possíveis variações em cada bloco. As amostras foram coletadas na profundidade de 0-20 cm, após a remoção da serapilheira. As análises químicas e granulométricas foram realizadas conforme Tedesco *et al.* (1997), no Laboratório de Solos da UFRGS.

Análise dos dados – foram estimadas, para cada espécie, as densidades, frequências e dominâncias, absolutas e relativas; posteriormente, os valores foram somados e divididos por três, vindo a constituir o valor de importância (VI). Os cálculos foram realizados com o programa FitopacShell 1.6 (Shepherd 2006). Além disso, foi calculada a diversidade de Shannon (H') e a equabilidade de Pielou (J'), em base logarítmica neperiana (Brower & Zar 1984).

As parcelas foram classificadas de acordo com a exposição solar predominante do terreno. O fator exposição divide-se em três níveis: norte, sul e topo. Nos grupos resultantes, diferenças nas médias de diversos parâmetros estruturais foram determinadas por meio de análise de variância ($\alpha = 0,05$). No caso de diferenças significativas, os grupos foram comparados de forma pareada pelo teste de Tukey (Brower & Zar 1984). A homogeneidade da variância foi avaliada pelo teste de Levene.

As relações entre as variáveis ambientais e a densidade das espécies nas UAs foram determinadas por meio de análise de correspondência canônica – CCA (ter Braak 1988). Este método permite extrair relações entre a matriz de abundância das espécies e as variáveis ambientais (Oliveira-Filho *et al.* 1997, Botrel *et al.* 2002). A matriz de espécies foi constituída por aquelas que tiveram no mínimo 10 indivíduos amostrados. A significância e a magnitude da relação das variáveis ambientais com a matriz de espécies foram testadas em um procedimento passo a passo, por meio de testes de permutação de Monte Carlo (10 mil iterações, $\alpha = 0,05$; Manly 1991). Apenas as variáveis ambientais significativamente correlacionadas com a distribuição das espécies foram mantidas no modelo final. A CCA e o procedimento passo a passo foram executados com o auxílio do programa Canoco 4.5 (ter Braak & Šmilauer 2002).

Resultados e Discussão

Ambiente abiótico - as variáveis ambientais analisadas, suas médias, desvios-padrão e relações numéricas com a matriz de espécies estão relacionados na tabela 1. O pH das amostras variou de 4,2 a 5,2, ficando compreendidos nas classificações “pH muito baixo” e “pH baixo” (SBCS/NRS 2004). Nas áreas com pH muito baixo ocorreram valores altos de Al^{+3} trocável e Mn^{+3} (SBCS/NRS 2004), indicando uma possível toxidez por esses elementos. Segundo Sollins (1998), os efeitos deletérios do Al^{+3} agem diretamente sobre o crescimento e função das raízes, ocasionando a redução e o engrossamento do sistema radicular e diminuindo a absorção de água e nutrientes (Taylor 1988). Entretanto, solos com elevada concentração de matéria orgânica (MO) podem ter a fitotoxidez do Al^{+3} atenuada (Ernani & Gianello 1982). Segundo Bissani *et al.* (2004), os macronutrientes são importantes na determinação dos níveis de fertilidade do solo. Algumas áreas apresentaram baixos teores de Ca^{+2} , segundo a CQFS/NRS (2004). Os teores de P^{+3} são considerados baixos a muito baixos, podendo

limitar o desenvolvimento das plantas; entretanto, em plantas perenes esses nutrientes podem ser supridos pela ação de micorrizas (Pereira *et al.* 1996). Os teores de K^+ , Mg^{+3} e soma de bases (S) são considerados altos pela CQFS/NRS (2004), indicando não serem limitantes do desenvolvimento das plantas. Em solos tropicais e subtropicais altamente intemperizados, a MO possui grande importância na manutenção da capacidade produtiva do solo, afetando suas propriedades físico-químicas e biológicas (Bayer & Mielniczuk, 1999). A MO das amostras variou de 3,3 a 4,8 sendo classificadas como teor médio para o Rio Grande do Sul (SBCS/NRS 2004). Em solos sob vegetação primária não ocorrem variações nos conteúdos de MO ao longo do tempo, pois as quantidades adicionadas e perdidas, por decomposição, são as mesmas.

Vegetação e estrutura – Foram amostradas 52 espécies, distribuídas em 42 gêneros de 28 famílias botânicas (Tabela 2). Myrtaceae, com oito espécies, apresentou a maior riqueza específica, seguida de Euphorbiaceae e Salicaceae, com quatro espécies cada, e Lauraceae e Sapindaceae, com três espécies cada, perfazendo 42,3% da riqueza específica amostrada. Entre as demais famílias amostradas, quatro apresentaram duas espécies cada e 18 famílias apresentaram apenas uma. Das espécies amostradas, 14 ocorreram em apenas uma face de exposição. A face Sul e Topo apresentaram cinco espécies exclusivas cada e a face Norte quatro. A riqueza na face Sul foi de 40 espécies, com média de 8,4. Na face Norte foi de 38 espécies, com média de 10,8 e no Topo foi de 40 espécies, com média de 11 (Tabela 3).

A estrutura florestal apresenta o padrão típico das distribuições encontradas nas florestas naturais, caracterizado pelo modelo “J-invertido” (Figura 2), em que as maiores densidades de indivíduos são encontradas nas classes de diâmetros menores (Botrel *et al.* 2002).

A densidade total para a área amostrada foi de 1.776 indivíduos arbóreos (densidade total por área – DTA, de 1.973 indivíduos ha^{-1}). *Gymanthes concolor*, com 548 indivíduos, apresentou a maior densidade, seguido de *Sebastiania serrata* com 239 e de *Trichilia clausenii* com 209; estas três espécies representam 39% da densidade total. Cinco espécies apresentaram apenas um indivíduo amostrado. Em relação às faces de exposição, *Trichilia clausenii* e *Gymanthes concolor* apresentaram as maiores densidades no sul, *Sebastiania serrata* e *Lithraea brasiliensis* no norte e *Sebastiania serrata* e *Casearia silvestris* no topo. As densidades médias foram de 18,2 indivíduos por parcela no Sul, 19,9 no Norte e 23,3 no Topo.

A área basal total foi de 34,26 m^2 para a área amostrada. *Guapira opposita* (3,48), *Luehea divaricata* (2,65), *Pachystroma longifolium* (2,63) *Trichilia clausenii* (2,46), *Sebastiania serrata* (2,34) e *Lithraea brasiliensis* (2,16) respondem pelos maiores valores, que somados, correspondem a 45,9% da área basal total. Na face Sul, a área basal foi de 17,92 m^2 , com média de 0,0227 m^2 , enquanto

na face Norte foi de 10,27 m² e média de 0,0204 m² e, no Topo, foi de 6,07 m² com média de 0,0147 cm² (Tabela 3). *Pachystroma longifolium* e *Guapira opposita* foram as espécies com as maiores áreas basais na Face Sul, *Lithraea brasiliensis* e *Luehea divaricata* na face Norte e *Sebastiania serrata* e *Guapira opposita* no Topo.

Na face Sul, as espécies que apresentaram os maiores valores de importância (VI) foram *Trichilia clausenii*, *Gymanthes concolor* e *Guapira opposita*, somando 35,9% do total. Na face Norte, *Sebastiania serrata*, *Lithraea brasiliensis* e *Erythroxylum argentinum* apresentaram os maiores valores, perfazendo 25,5% do total. No Topo, *Sebastiania serrata*, *Guapira opposita* e *Allophylus edulis* somaram 28,20% (Tabela 2). Entre as faces de exposição solar, a Norte apresentou o maior índice de diversidade H' (3,13) e a maior equabilidade (0,861), o Topo o apresentou valores intermediários de H' (3,079) e de equabilidade (0,835), enquanto a face Sul apresentou os menores valores para diversidade (2,723) e equabilidade (0,738). A altura máxima do dossel foi de 16 m para as faces Sul e Norte (Figura 3), com médias de 8,7 m no Sul e 8,3 m no Norte. No Topo a altura máxima foi de 14 m, com média de 7,2 m (Tabela 3). As médias das alturas máximas foram de 14,2 m para o Sul, 13,5 m para o Norte e 10,6 m para o Topo (Tabela 3). A classificação dos indivíduos por altura permite identificar quatro estratos arbóreos na floresta: o primeiro (sub-bosque) com indivíduos de até 7 m de altura, o segundo (subdossel) com indivíduos entre 8 m e 10 m, o terceiro (dossel) com indivíduos entre 11 m e 14 m e o quarto (emergentes) com indivíduos de altura superior a 15 m.

A elevada riqueza específica de Myrtaceae também é descrita em outros trabalhos (Jarenkow & Baptista 1987, Jarenkow & Waechter 2001, Jurinitiz & Jarenkow 2003, Budke *et al.* 2004, Giehl & Jarenkow 2008), provavelmente resultado da ampla representatividade da família em formações florestais no estado (Reitz *et al.* 1983, Sobral *et al.* 2006). Em florestas estacionais da Região Sul e Sudeste, além de Myrtaceae, as famílias Fabaceae, Lauraceae e Euphorbiaceae apresentam riquezas elevadas (Carvalho *et al.* 2000, Jarenkow & Waechter 2001, Yamamoto *et al.* 2005). Na área estudada, estas famílias também apresentaram riqueza elevada, com exceção de Fabaceae, que é pouco abundante. Jurinitiz & Jarenkow (2003) também constataram esta característica em um estudo na Serra do Sudeste. A escassez de Fabaceae na área de estudo pode estar relacionada às condições edáficas, pois esta família é suscetível ao baixo pH e à falta de nutrientes, principalmente de fósforo (Gianello *et al.* 1995).

A média de riqueza da face Sul diferiu significativamente das faces Norte e Topo ($F = 14,320$; $P < 0,001$), enquanto que as médias do Topo e Norte não diferiram significativamente entre si (Tabela 2). As maiores riquezas encontradas no Topo e Norte podem estar relacionadas com o estágio de

regeneração das áreas. Áreas em estádios intermediários de regeneração apresentam maior número de espécies do que as que estão em estádios mais avançados.

As médias das densidades de indivíduos do Sul e Norte, entre si, não diferiram significativamente ($F = 6,183$; $P < 0,001$), mas ambas diferiram do Topo (Tabela 2). A maior densidade encontrada no Topo resulta do menor porte dos indivíduos amostrados. O porte dos indivíduos também influencia a média da área basal encontrada nas diferentes faces. A média das áreas basais da face Sul e Norte não diferiram significativamente entre si ($F = 15,06$; $P < 0,001$), mas ambas diferiram significativamente do Topo (Tabela 2).

A exemplo de outros levantamentos, as espécies de sub-bosque apresentaram os maiores VI (Jarenkow & Baptista 1987, Jurinitiz & Jarenkow 2003, Budke *et al.* 2005, Giehl & Jarenkow 2007), em decorrência da densidade elevada e da alta frequência destas espécies. Os maiores valores de diversidade encontrados no Norte e Topo estão relacionados à maior riqueza nestas áreas e também à melhor distribuição das abundâncias entre suas espécies.

No espaço vertical, a floresta estudada pode ser considerada baixa, se comparada com os resultados encontrados em outros estudos (Vasconcelos *et al.* 1992, Jarenkow & Waechter 2001, Jurinitiz & Jarenkow 2003, Lindenmaier & Budke 2006, Leyser *et al.* 2009). A ausência de espécies de grande porte na composição do dossel, a frequente ocorrência de afloramentos graníticos na área, a presença de solos rasos com baixa fertilidade e, conseqüentemente, com baixa capacidade de retenção hídrica, são fatores que contribuem para o pequeno porte da floresta, a exemplo do que foi constatado por Knob (1978) no Morro do Coco, nas proximidades de Itapuã. As médias das alturas máximas entre Sul e Norte não diferiram significativamente; ambas, entretanto, diferiram do Topo ($F = 37,040$; $P < 0,001$, Tabela 3). A diferença entre o Topo e as demais faces pode ser explicada pela ausência de indivíduos de grande porte, decorrente dos solos mais rasos e com afloramentos, e da baixa retenção hídrica, uma vez que os topos dos morros estão sujeitos à maior exposição solar e a ventos mais intensos (Brack *et al.* 1998).

O componente arbóreo amostrado é constituído por espécies amplamente distribuídas no estado, apresentando semelhanças com diferentes formações florestais do sul do Brasil. A face Sul, devido às características edáficas, sofre maior influência da floresta tropical (Brack *et al.* 1998), pois está próxima do corredor da Mata Atlântica (Rambo 1950). Sofre, também, elevada influência de espécies oriundas do corredor das Bacias dos Rios Paraná-Uruguai (estacionais) (Rambo 1961). Nas faces Norte e Topo, devido à maior exposição solar, ocorrem espécies adaptadas a condições mais extremas (Brack *et al.* 1998). A floresta estudada apresenta baixa similaridade, quando comparada a estudos realizados em florestas próximas, tanto para floresta de restinga (Scherer *et al.* 2005), quanto

para florestas estacionais (Jarenkow & Waechter 2001, Jurinitz & Jarenkow 2003). A baixa similaridade é resultado da presença de espécies das Florestas Ombrófila Densa e da Estacional (Leite 2002).

Nas áreas mais férteis, caracterizada por maiores teores de argila e S e maior saturação por bases (Ca^{+2} , Mg^{+2} e K^{+}), predominam a *Trichilia clausenii* e a *Gymnanthes concolor* (Figura 4), enquanto que *Lithraea brasiliensis* e *Sebastiania serrata* estão associadas aos solos menos férteis e com maiores CTC e saturação por Al^{+3} (Tabela 1, Figura 4). A ocorrência das espécies também está relacionada à intensidade luminosa: *Trichilia clausenii* e *Gymnanthes concolor* são espécies tolerantes à sombra, enquanto que *Lithraea brasiliensis* e *Sebastiania serrata* são espécies dependentes de luz. As espécies se distribuíram de forma diferenciada: *Guapira opposita* e *Casearia silvestris*, por exemplo, ocorreram em todas as faces. *Coussapoa microcarpa*, *Faramea montevidensis*, *Ocotea silvestris*, *Sebastiania brasiliensis* e *Vitex megapotamica* ocorreram apenas na face Sul. *Agonandra excelsa*, *Inga vera*, *Syagrus romanzoffiana* e *Zanthoxylum rhoifolium* ocorreram apenas na face Norte, enquanto *Enterolobium contortisiliquum*, *Ilex dumosa*, *Randia ferox* e *Zanthoxylum astrigerum* apareceram exclusivamente no Topo.

Os resultados encontrados demonstram correlação positiva entre a distribuição arbórea e os fatores edáficos mensurados na área, corroborando dados de outros estudos realizados em florestas tropicais e subtropicais (Clark *et al* 1999, Cardoso & Schiavini 2002, Carvalho *et al.* 2005, Engelbrecht *et al.* 2007). A distribuição das espécies também pode resultar da limitação de dispersão ou em resposta ao histórico de impactos antrópicos no local. Segundo Engelbrecht *et al.* (2007), a sensibilidade à seca influencia diretamente a distribuição das espécies em relação à disponibilidade de água local e regional. Este fator atua juntamente com a intensidade luminosa, pois quanto menor a disponibilidade de luz na floresta, maior a disponibilidade de água.

As diferenças nas respostas das espécies podem representar a utilização diferenciada do gradiente ambiental (partição de nicho), com diferentes faixas de tolerância. Pode-se, também, associar a ocorrência destas espécies a outros fatores condicionantes, não mensurados nas análises, tais como histórico e intensidades de ações antrópicas, e fatores biogeográficos, como a limitação de dispersão.

Conclusões

A estrutura da vegetação está fortemente relacionada à exposição solar. Importantes diferenças na composição de espécies e na estrutura da floresta foram detectadas entre as diferentes faces de exposição do terreno avaliadas. Além disso, variações edáficas na fertilidade e na granulometria

apresentaram correlação com a distribuição da vegetação. Entretanto, as diferenças na composição das encostas podem aumentar devido ao processo de sucessão encontrar-se em estágio menos desenvolvido na face Norte, devido ao histórico de distúrbios ser diferente. É provável que tanto a face Norte quanto a Sul tenham sofrido corte seletivo e/ou raso da vegetação, ainda que em épocas e intensidades distintas. Até pouco tempo atrás, a área que hoje constitui o Parque Estadual de Itapuã foi intensamente ocupada e explorada, mas isto não afetou diretamente a área de estudo.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) a bolsa de mestrado concedida ao primeiro autor; ao Sr. Marcelo Antunes, Diretor do Parque Estadual de Itapuã, o auxílio; aos colegas Fábio A. Rodrigues, Fernanda R. Bresciani, Carlos E. Ferro, Ernestino S. G. Guarino e Estevam L. C. da Silva, o auxílio nos trabalhos de campo.

Referências bibliográficas

- APG III - Angiosperm Phylogeny Group. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society** **161**: 105-121.
- Bayer, C. & Mielniczuk, J. 1999. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: Santos, G. A.; Camargo, F.A.O. (Ed.). **Matéria orgânica do solo: fundamentos e caracterização**. Porto Alegre: Gênese. p. 9-26.
- Bertani, D.F.; Rodrigues, R.R.; Batista, J.L.F. & Shepherd, G.J. 2001. Análise temporal da heterogeneidade florística e estrutural em uma floresta ribeirinha. **Revista Brasileira de Botânica** **24**: 11-23.
- Bissani, C.A.; Gianello, C.; Tedesco, M.J. & Camargo, F.A.O. (Eds.). 2004. **Fertilidade do solo e manejo da adubação de culturas**. Porto Alegre: Departamento de Solos da UFRGS.
- Botrel, R.T.; Oliveira-Filho, A.T.; Rodrigues, L.A. & Curi, N. 2002. Influência do solo e topografia sobre as variações da composição florística e estrutura da comunidade arbóreo-arbustiva de uma floresta estacional semidecidual em Ingaí, MG. **Revista Brasileira de Botânica** **25**(2): 195-213.
- Brack, P., Rodrigues, R.S., Sobral, M. & Leite, S.L.C. 1998. Árvores e arbustos na vegetação natural de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia**, sér. bot. **51**(II): 139-166.
- Brasil (Ministério da Agricultura e Reforma Agrária). 1992. **Normais climatológicas (1961-1990)**. Brasília: Departamento Nacional de Meteorologia.

- Brower, J.E. & Zar, J.H. 1984. **Field and laboratory methods for general ecology**. Iowa: W. C. Brown Company Publishers.
- Budke, J.C.; Giehl, E.L.H.; Athayde, E.A.; Eisinger, S.M. & Záchia, R.A. 2004. Florística e fitossociologia do componente arbóreo de uma floresta ribeirinha, Arroio Passo das Tropas, Santa Maria, RS, Brasil. **Acta Botanica Brasílica** **18**: 581-589.
- Budke, J.C.; Athayde, E.A ; Giehl, E.L.H. ; Záchia, R.A. & Eisinger, S.M. 2005. Composição florística e estratégias de dispersão de espécies lenhosas em uma floresta ribeirinha, arroio Passo das Tropas, Santa Maria, RS, Brasil. **Iheringia**, sér. bot. **60**(1): 17-24.
- Budke, J.C.; Jarenkow, J.A. & Oliveira-Filho, A.T. 2007. Relationships between tree component structure, topography and soils of a riverside forest, Rio Botucaraí, Southern Brazil. **Plant Ecology** **189**: 187-200.
- CQFS/NRS.2004. **Recomendações de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: Embrapa/CNPT/Núcleo Regional Sul.
- Cardoso, E. & Schiavini, I. 2002. Relação entre distribuição de espécies arbóreas e topografia em um gradiente florestal na Estação Ecológica do Panga (Uberlândia, MG). **Revista Brasileira de Botânica** **25**: 277-289.
- Carvalho, L.M.T.; Fontes, M.A.L. & Oliveira Filho, A.T. 2000. Tree species distribution in canopy gaps and mature forest in an area of cloud forest of the Ibitipoca Range, south-eastern Brazil. **Plant Ecology** **149**: 9-22.
- Carvalho, D.A., Oliveira-Filho, A.T., Vilela, E.A., Curi, N., van den Berg, E., Fontes, M.A.L. & Botezelli, L. 2005. Distribuição de espécies arbóreo-arbustivas ao longo de um gradiente de solos e topografia em um trecho de floresta ripária do Rio São Francisco em Três Marias, MG, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** **28**: 329-345.
- Chazdon, R. L., Williams, K. & Field, C. B. 1988. Interactions between crown structure and light environment in five rainforest *Piper* species. **American Journal of Botany** **75**: 1459-1471.
- Chen, Z.C.; Hsieh, C.F.; Jiang, F.Y.; Hsieh, T.H. & Sun, I.F. 1997. Relations of soil properties to topography and vegetation in a subtropical rain forest in southern Taiwan. **Plant Ecology** **132**: 229-241.
- Clark, D.A.; Clark, D.B.; Sandoval, R.M. & Castro, M.V.C. 1995. Edaphic and human effects on landscape-scale distributions of tropical rain forest palms. **Ecology** **76**: 2581-2594.
- Clark, D.B.; Clark, D.A. & Read, J.M. 1998. Edaphic variation and the mesoscale distribution of tree species in a tropical rain forest. **Journal of Ecology** **86**: 101-112.
- Donoso-Zegers, C. 1993. **Bosques templados de Chile y Argentina**: variación, estrutura y dinámica. 3. ed. Santiago: Editorial Universitária.

- Eldridge, D.J., Westoby, M. & Holbrook, K.G. 1991. Soil-surface characteristics, microtopography and proximity to mature shrubs: effects on survival of several cohorts of *Atriplex vesicaria* seedlings. **Journal of Ecology** 78:357-367.
- Engelbrecht, B.M.J., Comita, L.S., Condit, R., Kursar, T.A., Tyree, M.T., Turner, B.L. & Hubbell, S.P. 2007. Drought sensitivity shapes species distribution patterns in tropical forests. **Nature** 447:80-83.
- Ernani, P.R. & Gianello, C. 1982. Efeito imediato e residual de materiais orgânicos, adubo mineral e calcário no rendimento vegetal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 6: 119-124.
- Fidalgo, O. & Bononi, V.L.R. (coords.). 1984. **Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico**. Manual 4. São Paulo: Instituto de Botânica.
- Gianello, C.; Bissani, C.A.; Tedesco, M.J. 1995 **Princípios da fertilidade do solo**. Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia da UFRGS, Porto Alegre.
- Giehl, E.L.H. & Jarenkow, J.A. 2008. Gradiente estrutural no componente arbóreo e relação com inundações em floresta ribeirinha, rio Uruguai, sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 22: 741-753.
- Giehl, E.L.H., Budke, J.C., Oliveira-Filho, A.T. & Jarenkow, J.A. 2010. Padrões florísticos e relação com variáveis climáticas em florestas ribeirinhas do sul do Brasil. In: Felfili, J.M. (Org.). **A Fitossociologia no Brasil** (em editoração): Sociedade Botânica do Brasil.
- Jarenkow, J.A. & Baptista, L.R.M. 1987. Composição florística e estrutura da mata com araucária na Estação Ecológica de Aracuri, Esmeralda, Rio Grande do Sul. **Napaea** 3: 9-18.
- Jarenkow, J.A. & Waechter, J.L. 2001. Composição, estrutura e relações florísticas do componente arbóreo de uma floresta estacional no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 24:263-272.
- Jonh, R.; Dalling, J.W.; Harms, K.E.; Yavitt, J.B.; Stallard, R.F.; Mirabello, M.; Hubbell, P.S.; Valencia, R.; Navarrete, H.; Vallejo, M. & Foster, R.B. 2007. Soil nutrients influence spatial distributions of tropical tree species. **PNAS** 104: 864-869
- Jurinitz, C.F. & Jarenkow, J.A. 2003. Estrutura do componente arbóreo de uma floresta estacional na Serra do Sudeste, Camaquã (RS), Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 26: 475-487.
- Knob, A. 1978. Levantamento fitossociológico da formação-mata do Morro do Coco, Viamão, RS, Brasil. **Iheringia**, sér. bot. 23: 65-108.
- Larcher, W. 2000. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima Artes e Textos.
- Leite, P.F. 2002. Contribuição ao conhecimento fitoecológico do sul do Brasil. **Ciência e Ambiente** 24: 51-73.

- Leyser, G., Viniski, M., Donida, A. L., Zanin, M. E. & Budke, J. C. 2009. Espectro de dispersão em um fragmento de transição entre floresta ombrófila mista e floresta estacional na região do Alto Uruguai, Rio Grande do Sul Brasil. **Pesquisas**, ser. bot. 60: 355-366.
- Lindenmaier, D. S. & Budke, J. C. 2006. Florística, diversidade e distribuição espacial das espécies arbóreas em uma floresta estacional na bacia do rio Jacuí, sul do Brasil. **Pesquisas**, ser. bot. 57: 193-216.
- Lyon, J. & Sagers, C.L. 2003. Correspondence analysis of functional groups in a riparian landscape. **Plant Ecology** 164: 171-183.
- Manly, F. J. 1991. **Randomization and Monte Carlo methods in Biology**. London: Chapman and Hall.
- Moreno, J.A. 1961. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul.
- Mueller-Dombois, D. & Ellenberg, H. 1974. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley.
- Newbery, D.M.; Campbell, E.J.F.; Proctor, J. & Still, M.J. 1996. Primary lowland dipterocarp forest at Danum Valley, Sabah, Malaysia. Species composition and patterns in the understorey. **Vegetatio** 122: 193-220.
- Oliveira-Filho, A.T., Almeida, R.J., Mello, J.M. & Gavilanes, M.L. 1994. Estrutura fitossociológica e variáveis ambientais em um trecho da mata ciliar do córrego dos Vilas Boas, Reserva Biológica do Poço Bonito, Lavras (MG). **Revista Brasileira de Botânica** 17: 67-85.
- Oliveira-Filho, A.T.; Curi, N.; Vilela, E.A. & Carvalho, D.A. 1997. Tree species distribution along soil catenas in a riverside semideciduous forest in southeastern Brazil. **Flora** 192: 47-64.
- Oliveira-Filho, A.T.; Curi, N.; Vilela, E.A. & Carvalho, D.A. 1998. Effects of canopy gaps, topography, and soils on the distribution of woody species in a central brazilian deciduous dry forest. **Biotropica** 30: 362-375.
- Pereira, E.G.; Siqueira, J.O.; Curi, N.; Moreira, F.M.S. & Purcino, A.A.C. 1996. Efeitos da micorriza e do suprimento de fósforo na atividade enzimática e na resposta de espécies vegetais arbóreas ao nitrogênio. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal** 8(1): 59-65.
- Poorter, L. & Werger, M. J. A. 1999. Light environment, sapling architecture, and leaf display in six rain forest tree species. **American Journal of Botany** 86:1464–1473.
- Rambo, B. 1950. A porta de Torres. **Anais Botânicos do Herbário Barbosa Rodrigues**, 2: 125-136.
- Rambo, B. 1961. Migration routes of the south brazilian rain forest. **Pesquisas**, bot., 12: 1-54.
- Ricklefs, R.E. 1996. **A economia da natureza**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabra Koogan.

- Rieley, J.O. & Page, S.E. 1990. **Ecology of plant communities**: a phytosociological account of the British vegetation. Harlow: Longman.
- Reitz, R.; Klein, R.M. & Reis, A. 1983. Projeto madeira do Rio Grande do Sul. **Sellowia** **34-35**: 1-525.
- Rio Grande do Sul. 1997. **Plano de manejo**: Parque Estadual de Itapuã, RS. Porto Alegre: Departamento de Recursos Naturais Renováveis/Pró-Guaíba, DRNR.
- SBCS/NRS (Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Núcleo Regional Sul)2004. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre.
- Shepherd, G.J. 2006. **FitopacShell 1.6**: manual do usuário. Campinas: Departamento de Botânica.
- Sollins, P. 1998. Factors influencing species composition in tropical lowland rain forest: does soil matter? **Ecology** **79**: 23-30.
- Sobral, M.; Jarenkow, J.A.; Brack, P.; Irgang, B.; Larocca, J. & Rodrigues, R.S. 2006. **Flora arbórea e arborescente do Rio Grande do Sul, Brasil**. São Carlos: RiMA/Novo Ambiente.
- Spurr, S.H. & Barnes, B.V. 1973. **Forest ecology**. New York: The Donald.
- Taylor, G.J. 1988. The physiology of aluminum phytotoxicity. In: SIEGAL, H.; SIEGAL, A. (Eds). **Metals ions in biological systems**. New York: Marcel Dekker. p. 123-163.
- Tedesco, M.J.; Gianello, C.; Bissani, C.A.; Bohnem, H. & Volkweiss, S.J. 1997. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS.
- ter Braak, C.J.F & Šmilauer, P. 2002. **Canoco for Windows 4.5**. Wageningen: Biometris/Plant Research International.
- ter Braak, C.J.F. 1988. The analysis of vegetation-environment relationships by canonical correspondence analysis. **Vegetatio** **69**: 69-77.
- Vasconcellos, J.M.O., Dias, L.L., Silva, C.P., & Sobral, M. 1992. Fitossociologia de uma área de mata subtropical no Parque Estadual do Turvo, RS. **Rev. Inst. Flor.**, **4**: 252-259.
- Veloso, H.P., Góes-Filho, L. 1982. Fitogeografia brasileira: classificação fisionômico-ecológica da vegetação neotropical. **Bol. Téc. Projeto RADAMBRASIL**, Sér. Vegetação, **1**: 1-80.
- Yamamoto, L.F., Kinoshita, L.S. & Martins, F.R. 2005. Florística dos componentes arbóreo e arbustivo de um trecho da Floresta Estacional Semidecídua Montana, município de Pedreira, estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica** **28**:191-202.

Tabela 1 - Médias e desvios-padrão (DP) das variáveis ambientais mensuradas e sua relação com a matriz de espécies, nas parcelas do componente arbóreo, em floresta estacional de encosta, Viamão, Rio Grande do Sul: V = variação da matriz de espécies explicada pela variável independentemente; VC = variação cumulativa da matriz de espécies explicada pela variável e aquelas anteriormente incluídas na ordenação. F e P resultantes de teste de permutação de Monte Carlo.

Variável	Média	DP	V (%)	VC (%)	F	P
Exp	-	-	25	25	7,42	0,001
K ⁺	121,70	20,55	18			
Soma de bases - S	12,23	2,64	17	13	4	0,001
Silte	21,60	3,40	17	8	2,66	0,001
AreF	20,60	2,43	16	13	4	0,001
AreG	39,60	4,34	16			
Argila	18,20	3,39	14	10	2,93	0,001
MO	3,98	0,49	13			
pH	4,64	0,38	12	5	1,55	0,034
Al ⁺³	1,33	0,97	11			
Al+H	10,82	5,22	11			
CTC	15,57	3,99	11			
Zn ⁺³	4,45	4,00	11	8	3,04	0,001
Mn ⁺³	76,80	17,72	11			
Cu ⁺²	0,24	0,08	10			
Bases	33,30	17,64	10	10	3,1	0,001
CTC Al	23,10	17,19	8			
B	1,19	0,16	7			
Ca ⁺²	2,73	1,48	7			
Mg ⁺²	1,58	0,32	7	8	2,91	0,001
P ⁺³	6,53	5,36	7			

Exp = face de exposição, AreF = areia fina, AreG = areia grossa, MO = Matéria orgânica, CTC = Capacidade de Troca Catiônica.

Tabela 2 – Espécies, famílias, número total de indivíduos amostrados e valores de importância (VI) nas respectivas faces de exposição, correspondente à amostragem do componente arbóreo em floresta estacional de encosta, Viamão, Rio Grande do Sul.

Família/Espécie	Total Ind. Amostrados	VI Sul	VI Norte	VI Topo
ANACARDIACEAE				
<i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand	52	0,34	9,60	5,04
ANNONACEAE				
<i>Annona sylvatica</i> A. St.-Hil.	27	1,93	0,72	0,91
AQUIFOLIACEAE				
<i>Ilex dumosa</i> Reissek	3	-	-	1,47
ARECACEAE				
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	1	-	0,32	-
BIGNONIACEAE				
<i>Handroanthus pulcherrimus</i> (Sandwith) S. O. Grose	11	0,72	0,72	1,44
BORAGINACEAE				
<i>Cordia americana</i> (L.) Gottschling & J.E.Mill.	29	1,54	4,07	3,21
<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	6	0,66	0,35	0,50
CLUSIACEAE				
<i>Garcinia gardneriana</i> (Planch. & Triana) Zappi	71	4,88	2,43	1,43
EBENACEAE				
<i>Diospyros inconstans</i> Jacq.	22	0,37	2,41	1,39
ERYTHROXYLACEAE				
<i>Erythroxylum argentinum</i> O.E. Schulz	35	0,36	5,40	2,83
EUPHORBIACEAE				
<i>Gymnanthes concolor</i> Spreng.	244	12,00	4,91	2,94
<i>Pachystroma longifolium</i> (Nees) I.M. Johnst.	40	7,41	0,57	-
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	4	0,36	-	-
<i>Sebastiania serrata</i> (Klotzsch) Müll.Arg.	239	6,55	10,49	14,36
FABACEAE				
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	1	-	-	0,52
<i>Inga vera</i> Willd.	1	-	0,29	-
LAMIACEAE				
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	5	2,19	-	-
LAURACEAE				
<i>Ocotea indecora</i> (Schott) Mez	31	2,28	2,15	3,31
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	4	-	0,92	0,90
<i>Ocotea silvestris</i> Vattimo-Gil	4	0,54	-	-
MALVACEAE				
<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.	31	3,68	5,28	2,12
MELIACEAE				
<i>Trichilia clausenii</i> C.DC.	209	13,76	5,00	3,99
<i>Trichilia elegans</i> A. Juss	3	0,13	-	0,54

(Continuação Tab. 2)

amília/Espécie	Total Ind. Amostrados	VI Sul	VI Norte	VI Topo
MORACEAE				
<i>Ficus cestrifolia</i> Schott	5	0,58	1,89	-
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C.Burger <i>et al.</i>	30	1,46	1,51	1,12
MYRTACEAE				
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O.Berg	10	0,41	0,64	1,19
<i>Eugenia involucrata</i> DC.	2	0,35	-	2,25
<i>Eugenia rostrifolia</i> D. Legrand	47	5,70	2,07	0,55
<i>Eugenia uniflora</i> L.	2	-	-	2,41
<i>Eugenia uruguayensis</i> Cambess.	16	0,31	0,80	1,08
<i>Myrcia glabra</i> (O.Berg) D. Legrand	4	0,48	-	0,36
<i>Myrcianthes pungens</i> (O.Berg) D. Legrand	36	3,53	0,53	0,33
<i>Myrciaria cuspidata</i> O.Berg	38	0,48	1,06	5,04
NYCTAGIANCEAE				
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	122	10,12	4,50	7,94
OPILIACEAE				
<i>Agonandra excelsa</i> Griseb.	1	-	0,25	-
PRIMULACEAE				
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	46	2,33	5,37	4,26
PROTEACEAE				
<i>Roupala brasiliensis</i> Klotzsch	50	3,10	4,73	2,52
ROSACEAE				
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	2	0,24	0,19	-
RUBIACEAE				
<i>Faramea montevidensis</i> (Cham. & Schltdl.) DC.	5	0,13	-	-
<i>Randia ferox</i> (Cham. & Schltdl.) DC.	2	-	-	0,56
RUTACEAE				
<i>Zanthoxylum astrigerum</i> (R.S.Cowan) P.G. Waterman	4	-	-	0,94
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	2	-	0,39	-
SALICACEAE				
<i>Banara parviflora</i> (A. Gray) Benth.	31	1,65	1,75	2,85
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	37	0,88	2,92	2,79
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	74	3,28	3,30	4,67
<i>Xylosma pseudosalzmannii</i> Sleumer	2	-	0,19	0,35
SAPINDACEAE				
<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil. <i>et al.</i>) Radlk.	59	1,98	4,37	5,89
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	40	2,38	4,51	1,63
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	8	-	1,06	0,93
SAPOTACEAE				
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler) Engl.	4	0,40	-	0,30
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	23	0,30	2,36	3,13
URTICACEAE				
<i>Coussapoa microcarpa</i> (Schott) Rizzini	1	0,19	-	-

Tabela 3 - Medidas de parâmetros estruturais agrupadas de acordo com a face de exposição (valores médios), correspondentes à amostragem do componente arbóreo em floresta de encosta, Viamão, Rio Grande do Sul. DP = desvio-padrão, F = razão entre variâncias, *P* = probabilidade resultante do teste estatístico; letras diferentes indicam médias diferentes.

Parâmetro	Exp. Solar Sul	DP	Exp. Solar Topo	DP	Exp. Solar Norte	DP	F	<i>P</i>
Riqueza de espécies	8,40 a	1,91	11,00 b	2,28	10,78 b	2,55	14,32	< 0,0001
Número de indivíduos	18,24 a	4,54	23,28 b	6,00	19,85 a	5,47	6,18	< 0,0001
Altura média (m)	8,69 b	0,92	7,18 a	0,69	8,29 b	0,71	21,95	< 0,0001
Altura máxima (m)	14,22 b	1,46	10,61 a	1,54	13,48 b	1,58	37,04	< 0,0001
Área basal (m ²)	226,93 b	87,19	147,48 a	33,12	203,71 b	99,03	15,06	< 0,0001

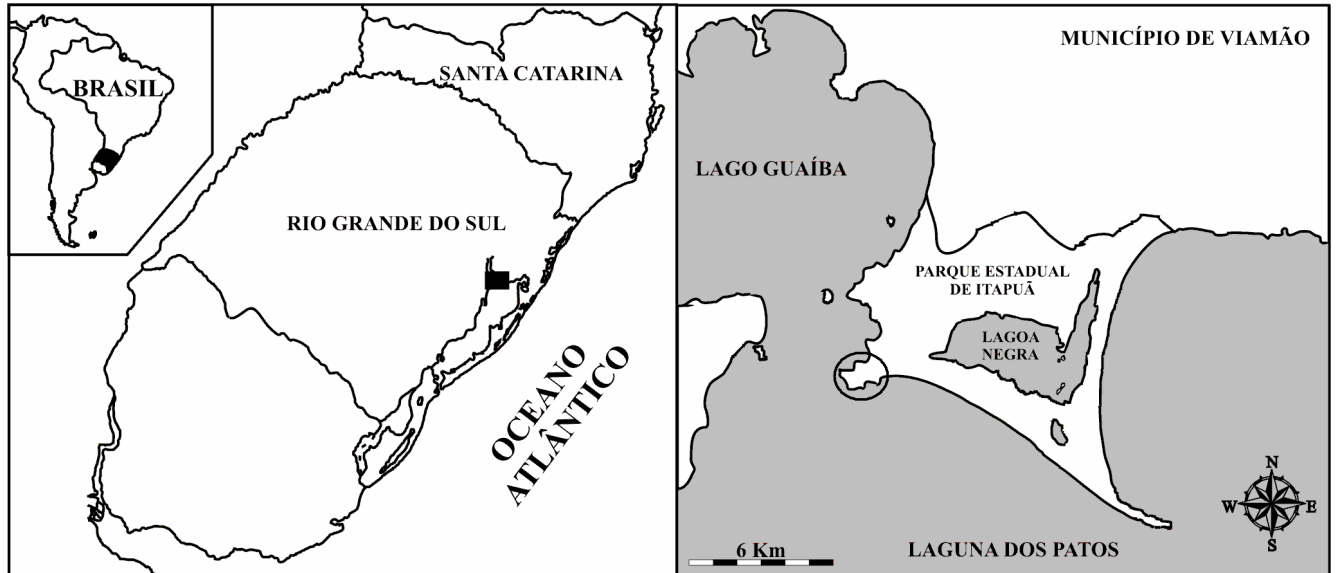


Figura 1 – Localização do Parque Estadual de Itapuã, Viamão, Rio Grande do Sul, área de estudo em destaque.

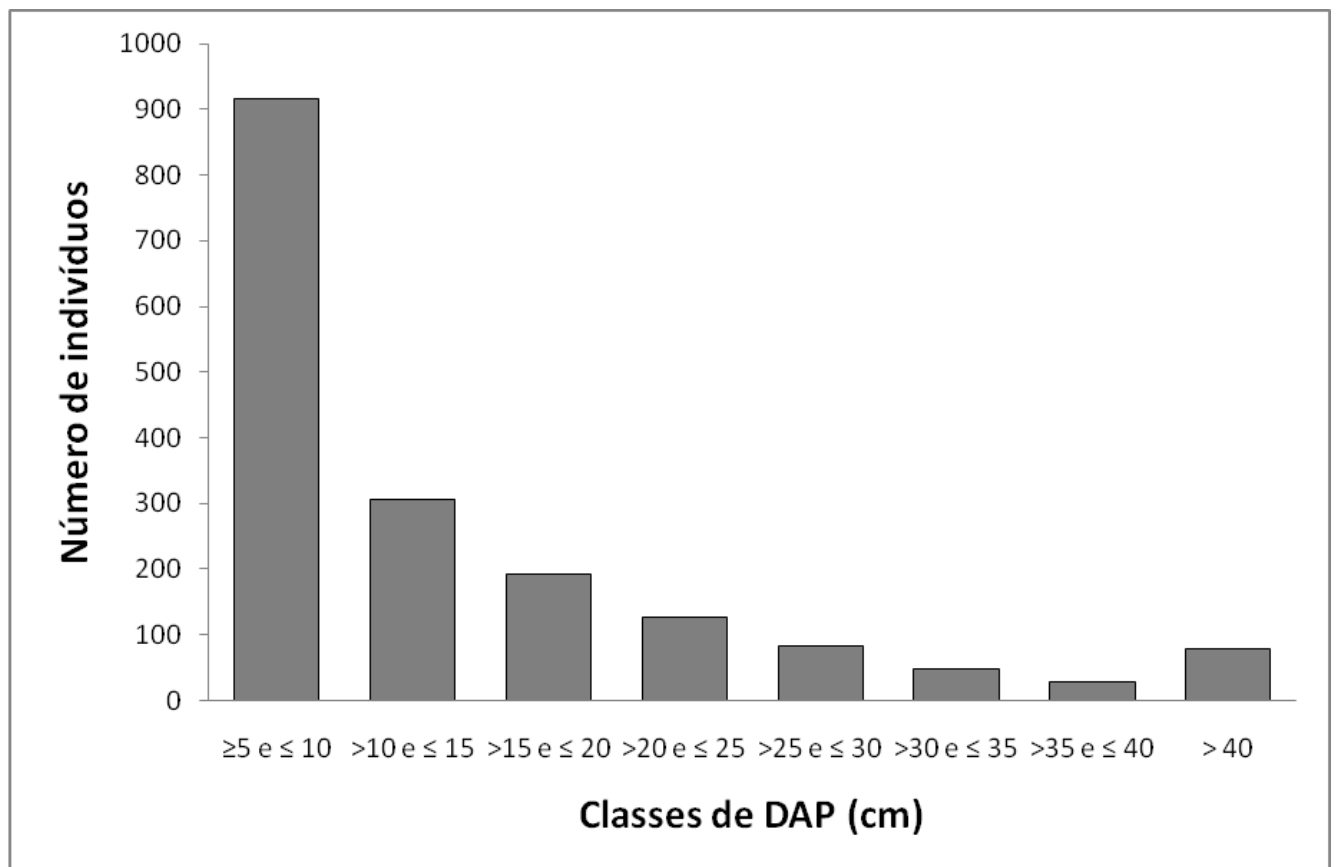


Figura 2 - Número de indivíduos arbóreos amostrados por classes de diâmetro de 5 cm, em estudo no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, Rio Grande do Sul. A última classe comporta todos os indivíduos com diâmetro superior a 40 cm.

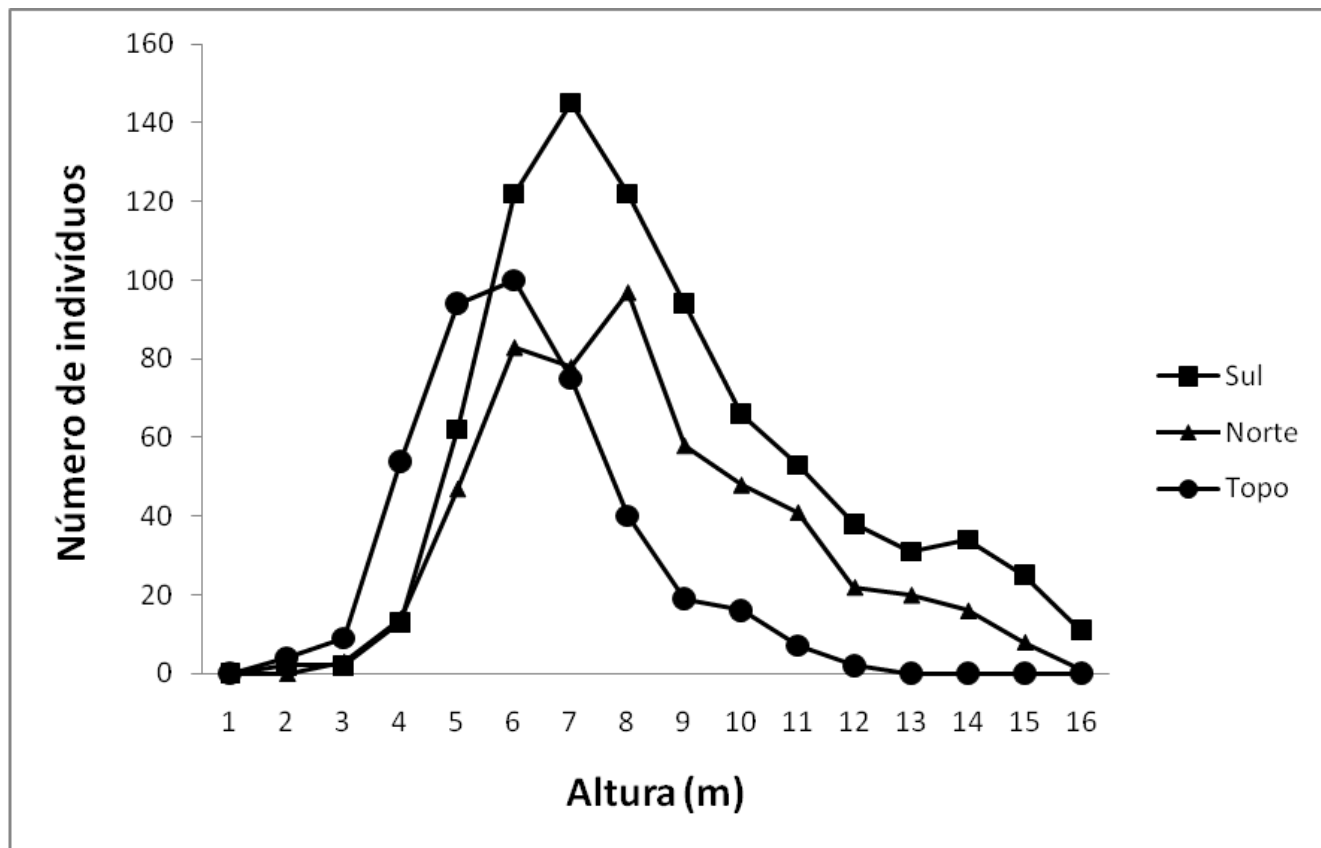


Figura 3 - Distribuição vertical do componente arbóreo nas diferentes faces amostradas, considerando o número total de indivíduos para cada altura, em estudo no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, Rio Grande do Sul.

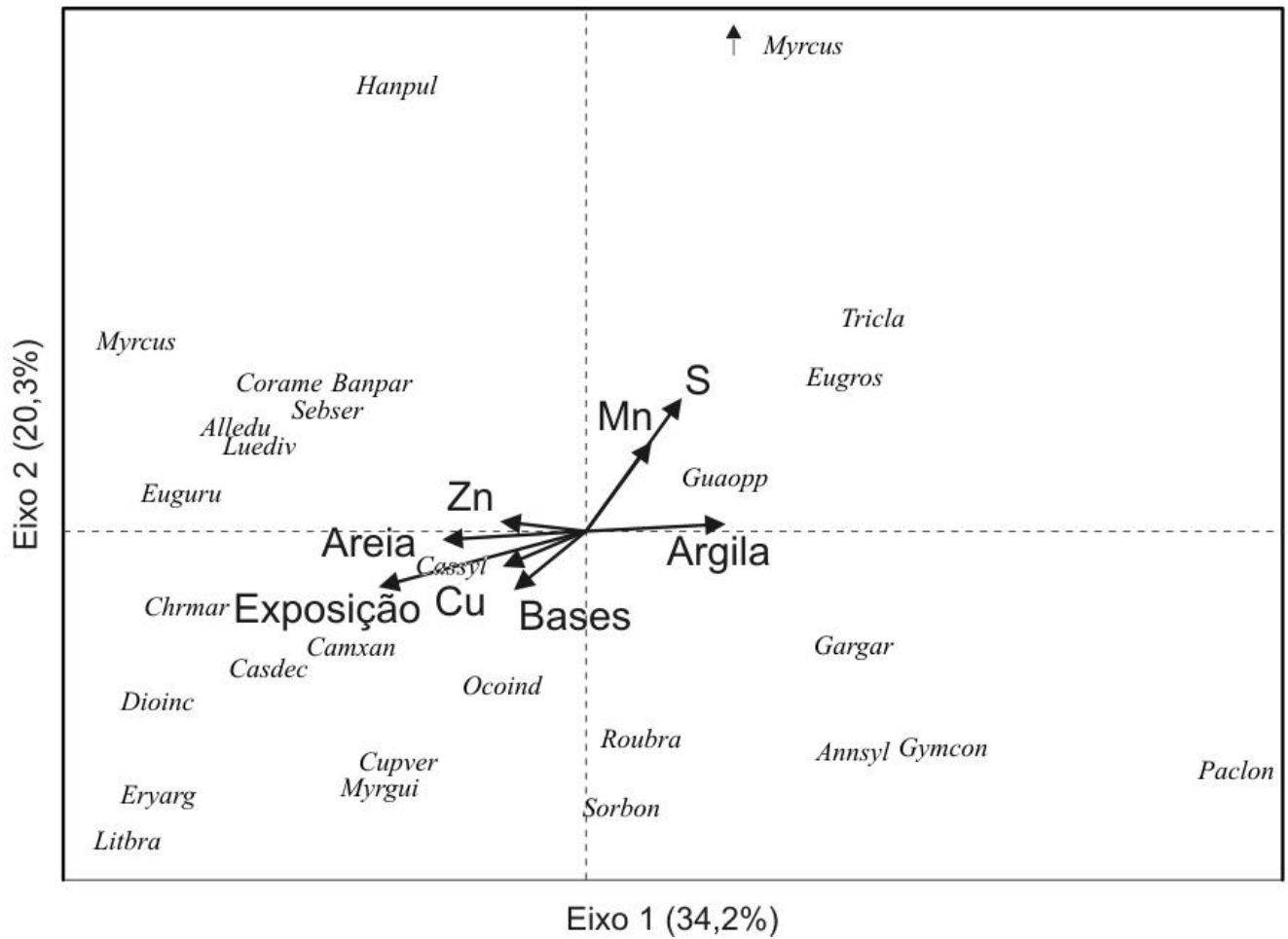


Figura 4 - Diagrama de ordenação para espécies com mais de 10 indivíduos e variáveis ambientais com associação significativa, em levantamento no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, Rio Grande do Sul.

MANUSCRITO 2

Síndromes de dispersão e distribuição vertical de diásporos de espécies arbóreas em floresta estacional no Parque Estadual de Itapuã, sul do Brasil

Síndromes de dispersão e distribuição vertical de diásporos de espécies arbóreas em floresta estacional no Parque Estadual de Itapuã, sul do Brasil

JAIR GILBERTO KRAY^{5,6}, EDUARDO LUÍS HETTWER GIEHL⁷, JOÃO ANDRÉ JARENKOW⁷

Síndrome de dispersão e distribuição de diásporos em floresta estacional

⁵ Universidade Federal do Rio Grande do Sul, PPG Botânica. Av. Bento Gonçalves 9500 – Prédio 43433, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil.

⁶ Autor para correspondência: gjkray@gmail.com

⁷ Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Botânica. Av. Bento Gonçalves 9500 – Prédio 43433, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil.

ABSTRACT – (Dispersion modes and vertical distribution of tree species diaspores at a seasonal forest in the Parque Estadual de Itapuã, southern Brazil) - The dispersal and establishment strategies developed by plants are important to the species maintenance and survival. Efficient strategies facilitate gene exchange and successful colonization of new sites. In this work, we addressed the characterization of diaspores dispersal and establishment strategies of tree species in a Brazilian Southern hillside forest, located at Parque Estadual de Itapuã (30°12'06"S and 51°02'45"W). We sampled ten plots with 30 x 30 m, arranged in 90 subplots with 10 x 10 m. At each sampling unit, all trees with diameter at breast height ≥ 5 cm were sampled. The characterization of these strategies was based on fieldwork observations and on the scientific literature. Fifty-two species were found, belonging to 42 genres and 28 botanical families. Eighty-four percent of the species showed zoochoric dispersal, whereas the autochoric and the anemochoric syndrome were showed by 8% each. Sixty-three percent of the species are light-demanding, 33% are shade-tolerant and 4% are pioneers. The species relative density points out that 63% of the individual trees are zoochoric, 30% are autochoric and 7% are anemochoric; 52% are light-demanding, 46% are shade-tolerant and 2% are pioneers. The comparison among groups highlighted significant differences in the species vertical distribution patterns. These species were grouped according to their dispersal strategies, demonstrating that they occupy different positions along the vertical space. The establishment strategies pointed out adaptive tendencies to the environmental most common conditions.

Keywords: diaspores, dispersal strategies, establishment strategies, Seasonal Forest, Parque Estadual de Itapuã

RESUMO – (Síndromes de dispersão e distribuição vertical de diásporos de espécies arbóreas em floresta estacional no Parque Estadual de Itapuã, sul do Brasil) - As estratégias de dispersão e de estabelecimento dos diásporos desenvolvidas pelas plantas são importantes para a manutenção e a sobrevivência das espécies. Estratégias eficientes facilitam as trocas gênicas e o sucesso na colonização de novos sítios. O objetivo do presente estudo foi caracterizar estas estratégias para as espécies arbóreas de uma floresta estacional de encosta, no Parque Estadual de Itapuã, sul do Brasil (30°12'06"S e 51°02'45"O). Foram amostrados todos os indivíduos com diâmetro à altura do peito ≥ 5 cm, em 90 unidades amostrais de 10 \times 10 m, dispostas em 10 grupos de 30 \times 30 m. As estratégias foram caracterizadas por meio de observações a campo e consultas à bibliografia especializada. Foram amostradas 52 espécies, distribuídas em 42 gêneros de 28 famílias botânicas. Das espécies amostradas, 84% apresentaram estratégia de dispersão zoocórica, enquanto as autocóricas e anemocóricas contribuíram com 8% cada. 63% das espécies são dependentes de luz, 33% tolerantes à sombra e 4% são pioneiras. Em relação à densidade relativa, 63% dos indivíduos são zoocóricos, 30% são autocóricos e 7% anemocóricos; 52% são dependentes de luz, 46% tolerantes à sombra e 2% são pioneiros. A comparação entre os grupos ressaltou diferenças significativas nos padrões de distribuição vertical das espécies, que se mostraram agrupadas de acordo com as estratégias de dispersão. Isto indica que as espécies ocupam posições diferenciadas ao longo do espaço vertical, demonstrando tendências adaptativas às condições ambientais disponíveis.

Palavras-chave: diásporos vegetais, estratégias de dispersão, estratégias de estabelecimento, floresta estacional, Parque Estadual de Itapuã

Introdução

O processo de dispersão, que consiste no afastamento de sementes ou diásporos da planta-mãe, e o estabelecimento dos diásporos são de extrema importância na manutenção das espécies vegetais (Howe & Smallwood 1982, Howe 1986, Chambers & MacMahon 1994, Abraham de Noir *et al.* 2002). Este processo permite a ampliação das áreas de ocorrência das espécies, aumentando a taxa de sobrevivência de indivíduos jovens (Janzen 1980, Jordano *et al.* 2006), pois ficam reduzidas a competição intra-específica e a quantidade de predadores (Janzen 1980). A dispersão também facilita o intercâmbio genético entre populações distintas (van der Pijl 1982, Abraham de Noir *et al.* 2002). A eficiência do processo de dispersão influencia diretamente a dinâmica e a estrutura florestal (Sinha & Dadivar 1992, Giehl *et al.* 2007), uma vez que permite a colonização de novos sítios por espécies que dependem de condições especiais para seu estabelecimento.

Para melhorar a eficácia da dispersão, as plantas apresentam diversas adaptações morfológicas que facilitam a chegada dos diásporos a locais mais distantes, constituindo diferentes síndromes (van der Pijl 1982, Hughes *et al.* 1994). Segundo van der Pijl (1982), os diásporos podem ser separados basicamente em três categorias: anemocóricos, quando apresentam estruturas (como alas ou plumas) que facilitam a dispersão pelo vento; autocóricos, quando dispõem de mecanismos próprios para dispersão de frutos e/ou sementes (como frutos explosivos); e zoocóricos, quando a dispersão é realizada por meio do transporte dos frutos ou sementes por animais. Em ecossistemas tropicais e subtropicais predomina a síndrome de dispersão zoocórica entre as espécies arbóreas (Howe & Smallwood 1982, Willson *et al.* 1989, Morellato 1995, Spina *et al.* 2001, Costa *et al.* 2002, Tabarelli & Peres 2002, Giehl *et al.* 2007, Leyser *et al.* 2009). Em ambientes mais secos aumentam as síndromes de dispersão por anemocoria e autocoria (Griz *et al.* 2002).

Segundo Hughes *et al.* (1994), a estrutura vertical da floresta impõe limitações às síndromes de dispersão das espécies. O estudo realizado por Wikander (1984), em floresta decídua da

Venezuela, mostrou que a síndrome mais relevante no estrato superior foi a anemocórica, enquanto que no inferior foi a zoocórica. Padrão semelhante foi encontrado por Leyser *et al.* (2009), em fragmento de transição entre Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional, no sul do Brasil. Em geral, as espécies emergentes, as trepadeiras e as que são relativamente altas dentro do seu habitat são anemocóricas, pois a velocidade dos ventos é maior fora da floresta e menor no interior (sub-bosque), desfavorecendo este tipo de dispersão nas classes menores (Morellato & Leitão-Filho 1996).

O presente estudo teve por objetivos descrever e avaliar as proporções relativas de estratégias de dispersão e de estabelecimento de espécies do componente arbóreo, em uma Floresta Estacional de encosta, e relacionar as estratégias às diferentes faces de exposição solar. As questões formuladas foram: quais estratégias de dispersão são mais comuns e qual sua relação com grupos ecológicos? Ocorre associação entre estratégias de dispersão e a estratificação vertical da floresta? Existe associação entre as estratégias de dispersão e as faces de exposição?

Material e métodos

Caracterização da área de estudo – Localizada no Parque Estadual de Itapuã, município de Viamão, RS (Figura 5), possui 5.566 ha de área e estende-se por duas províncias geomorfológicas: o Escudo Sul-Rio-Grandense, representado pelos morros graníticos, e a Planície Costeira (Rio Grande do Sul 1997), nas porções baixas adjacentes à Laguna dos Patos. As parcelas foram demarcadas no Morro do Campista, cuja altitude máxima é de 171 m, nas coordenadas 30°12'06''S e 51°02'45''O. O clima regional é subtropical úmido com chuvas bem distribuídas ao longo do ano, do tipo Cfa, segundo a classificação de Köppen. A média anual de temperatura é 19,5 °C e a de precipitação é 1.347 mm (Moreno 1961). O solo é originado pela intemperização das rochas graníticas da Formação Itapuã, resultando em uma mistura devido à separação dos grãos de quartzo e uma porção

argilosa, causada pela transformação química do feldspato (Rio Grande do Sul 1997). A cobertura vegetal na região é bastante diversificada por causa do substrato, em geral com florestas nas encostas, campos rupestres nos topos dos morros graníticos (Brack *et al.* 1998) e restingas arenosas na Planície Costeira. Leite (2002) classifica a vegetação das encostas dos morros como Floresta Estacional Semidecídua.

Levantamento e classificação dos diásporos – Foram distribuídos 10 grupos de parcelas com 30 × 30 m, alocados em diferentes faces de exposição solar no Morro do Campista (cinco grupos com exposição sul, três com exposição norte e dois no topo), totalizando 0,9 ha de floresta amostrada (Capítulo 1). Todos os indivíduos arbóreos com diâmetro à altura do peito (DAP) ≥ 5 cm foram incluídos na amostra. A altura total dos indivíduos foi estimada com o auxílio de uma trena laser.

Os diásporos das espécies foram classificados quanto ao modo de dispersão em: anemocóricos, quando apresentaram alas, plumas ou pequenas dimensões que possibilitavam sua dispersão pelo vento; zoocóricos, quando apresentaram atrativos e/ou fontes alimentares para animais; e autocóricos, quando a dispersão ocorria pela explosão do fruto (van der Pijl 1982). Esta classificação baseou-se em bibliografia especializada (Barroso *et al.* 1999), em trabalhos que tratam do assunto (Oliveira & Moreira 1992, Backes & Irgang 2002, Sobral 2003, Budke *et al.* 2005, Giehl *et al.* 2007) e por observações diretas das estruturas morfológicas dos frutos.

As espécies foram avaliadas e classificadas de acordo com categorias de estabelecimento de plântulas, propostas por Swaine & Whitmore (1988), em: pioneiras, aquelas em que o ciclo de vida é inteiramente dependente de luz; tardias dependentes de luz, quando o alcance do estágio adulto depende de formação de aberturas no dossel; e tardias tolerantes à sombra, quando a disponibilidade de luz direta não limita o alcance da capacidade reprodutiva. A classificação é subsidiada por

trabalhos anteriores (Backes & Irgang 2002, Sobral 2003, Sobral *et al.* 2006, Budke *et al.* 2007, Giehl *et al.* 2007) e/ou por observações pessoais dos autores.

Análise de dados – Para cada uma das três estratégias de dispersão foram calculadas as proporções de espécies e indivíduos, assim como as proporções para cada uma das estratégias nos grupos ecológicos de estabelecimento determinados. Os indivíduos foram classificados de acordo com a altura em quatro classes. As amplitudes das classes correspondem, aproximadamente, às amplitudes dos estratos da floresta. A primeira classe incluiu indivíduos de no máximo 7 m de altura, valor considerado limite para as espécies de sub-bosque; a segunda classe foi limitada em 10 m, altura máxima do subdossel e mínima aproximada do dossel; a terceira classe teve por limite superior 14 m, correspondente ao final do dossel; e a quarta classe incluiu os indivíduos de alturas superiores a 14 m, considerados emergentes (Capítulo 1). A frequência relativa de cada estratégia de dispersão e de estabelecimento foi analisada para cada uma das classes de altura. As médias das alturas dos indivíduos anemocóricos, autocóricos e zoocóricos, bem como as médias de pioneiras, tardias dependente de luz e tardias tolerantes à sombra, foram avaliadas por meio de análise de variância (ANOVA), ao nível de significância de 5%, e comparadas em grupos pareados pelo método de Tukey, a fim de verificar possível relação entre as estratégias de dispersão e a estratificação vertical da floresta.

Resultados e discussão

Espectro de dispersão - Foram amostradas 1.776 árvores, pertencentes a 52 espécies, distribuídas em 42 gêneros de 28 famílias botânicas (Tabela 4). A síndrome de dispersão zoocórica foi a mais frequente (84%), enquanto a anemocórica e a autocórica foram apresentadas por quatro espécies cada. As famílias com maiores riquezas específicas foram: Myrtaceae (oito), seguida de Euphorbiaceae e Salicaceae (quatro), Lauraceae e Sapindaceae (três). Todas apresentaram dispersão

zoocórica, exceto a Euphorbiaceae, cujas espécies são todas autocóricas, caracterizadas por frutos secos, do tipo tricoca, que por deiscência explosiva, lançam as sementes. O elevado número de espécies com dispersão zoocórica está associado às famílias amostradas, devendo se tratar de um caráter filogeneticamente conservado. A baixa frequência de espécies anemocóricas se deve à baixa presença de espécies de Fabaceae, que são caracteristicamente possuidoras desta síndrome. Do total de indivíduos amostrados, 1265 (63%) são zoocóricos, 782 (30%) são autocóricos e 189 (7%) são anemocóricos (Tabela 5).

Em trabalho realizado por Jurinitz & Jarenkow (2003), em floresta de encosta com solos graníticos, as porcentagens por estratégia de dispersão, tanto para espécies quanto para o número de indivíduos, foram semelhantes aos encontrados no presente estudo; divergiram, entretanto, dos dados encontrados por outros autores para florestas estacionais no estado (Budke *et al.* 2005, Lindenmaier & Budke 2006, Giehl *et al.* 2007, Leyser *et al.* 2009). A elevada proporção de indivíduos autocóricos encontrada por Jurinitz & Jarenkow (2003), assim como no presente estudo, está relacionada às elevadas densidades de *Gymnanthes concolor*, espécie dominante no sub-bosque; às espécies de *Sebastiania*, presentes no subdossel; e às *Pachystroma longifolium*, no dossel. Pode, ainda, estar relacionada ao estágio sucessional em que se encontram os fragmentos florestais. Estudos realizados em florestas pluviais tropicais sugerem a substituição gradual de espécies autocóricas por espécies de dispersão zoocórica durante o processo de regeneração florestal (Nepstad *et al.* 1996, Tabarelli & Mantovani 1999, Tabarelli & Perez 2002), fenômeno que possivelmente está ocorrendo em florestas subtropicais.

A proximidade da floresta com o corredor da Mata Atlântica (Rambo 1961, Jarenkow & Waechter 2001) provavelmente contribuiu para a elevada proporção de espécies zoocóricas amostradas, uma vez que maiores proporções da síndrome anemocórica são influenciadas pela presença de número expressivo de espécies oriundas de florestas estacionais. Segundo Marques *et*

al. (2005), espécies anemocóricas apresentam frutificação associada à queda foliar, auxiliando na dispersão dos diásporos.

O percentual elevado de espécies com estratégia zoocórica encontrado no presente estudo confirma a hipótese de que em floresta tropicais e subtropicais predomina a dispersão de diásporos por animais (Howe & Smallwood, 1982; Nascimento *et al.*, 2000). As espécies zoocóricas têm influência sobre a distribuição e a abundância de espécies frugívoras em uma comunidade e, em contrapartida, a distribuição espacial dos vegetais é influenciada pelo comportamento territorialista de determinadas espécies animais (Jordano *et al.* 2006).

Estratificação vertical – A distribuição dos indivíduos em classes de altura mostrou a dominância numérica de árvores de pequeno porte (Figura 6). Na primeira classe concentraram-se a maioria dos indivíduos de *Gymnanthes concolor*, *Sebastiania brasiliensis* (autocóricas), *Casearia sylvestris* e *Sorocea bonplandii* (zoocóricas). A segunda classe foi caracterizada por *Sebastiania serrata* (autocórica), *Allophylus edulis*, *Casearia decandra*, *Garcinia gardneriana* e *Trichilia claussenii* (zoocóricas), além de *Cordia americana* (anemocórica). Na terceira, predominaram *Cupania vernalis* e *Guapira opposita* (zoocóricas), *Pachystroma longifolium* (autocórica), *Cordia americana* e *Luehea divaricata* (anemocórica). A quarta classe foi composta principalmente por *Eugenia rostrifolia*, *Myrsine guianensis* (zoocóricas), *Pachystroma longifolium* (autocórica) e *Roupala brasiliensis* (anemocórica). Embora as espécies apresentem uma tendência por determinadas classes de alturas, algumas se distribuem em mais de uma classe. A distribuição vertical evidencia o incremento da porcentagem de indivíduos anemocóricos com o aumento da altura (Figura 7). A porcentagem de indivíduos autocóricos decresceu com o aumento da altura, mas sofreu acréscimo na quarta classe devido à elevada densidade de *Pachystroma longifolium*. Também foi possível detectar a predominância de indivíduos zoocóricos em todas as classes de altura, embora essa dominância seja mais acentuada na segunda e na terceira classes.

A comparação entre os grupos de dispersão por análise de variância mostrou diferenças significativas quando verificadas as médias das alturas ($P < 0,005$), indicando que as espécies ocupam posições diferenciadas ao longo da distribuição vertical da floresta de acordo com a estratégia. A média dos indivíduos autocóricos foi de 7,2 m, considerada alta se comparada com a encontrada por Leyser *et al.* (2009). A média elevada foi influenciada pela ocorrência, na amostragem, de *Pachystroma longifolium*, presente no dossel e como emergente, contrastando com o encontrado para outras formações estacionais no estado (Lindenmaier & Budke 2006, Giehl *et al.* 2007, Leyser *et al.* 2009). A média dos indivíduos zoocóricos foi de 8,4 m e dos indivíduos anemocóricos foi de 10,5 m. As diferenças entre as médias de altura estão relacionadas às especificidades das estratégias de dispersão e de ocupação de diferentes estratos florestais (Hughes *et al.* 1994). As espécies autocóricas apresentaram padrão de distribuição agrupado, possivelmente relacionado a limitações do mecanismo de dispersão, que é efetivo apenas para a dispersão das sementes a curtas distâncias, originando densas manchas no estrato inferior da floresta (Wilson 1993, Giehl *et al.* 2007). Contudo, Euforbiáceas são propensas à dispersão secundária por formigas, dada a presença de elaiossomos em suas sementes (van der Pijl, 1982).

Os indivíduos zoocóricos foram encontrados em grandes densidades em todos os estratos, com maior concentração no dossel e no subdossel. A maior proporção de indivíduos anemocóricos foi registrada nos estratos mais elevados, embora ocorram indivíduos regenerantes nos estratos inferiores. O elevado porte atingido por espécies anemocóricas expõe a copa para além do dossel, protagonizando uma situação de emergente, propiciando maior chance de dispersão efetiva dos diásporos pela ação de ventos mais intensos (Morellato & Leitão-Filho 1996). Ao alcançarem tais alturas, as anemocóricas aumentam suas chances de disseminação (Horn *et al.* 2001) e, em consequência, a aleatoriedade na distribuição das espécies, pela dependência do regime de ventos (Giehl *et al.* 2007). Estes resultados vão ao encontro de Morellato (1992), segundo o qual, espécies

anemocóricas apresentam maiores abundâncias entre as árvores emergentes, enquanto que espécies zoocóricas são mais abundantes na faixa do dossel.

Em relação às distribuições das estratégias de dispersão nas faces de exposição, a média do número de indivíduos anemocóricos na face sul foi de aproximadamente um, e cerca de dois para norte e topo (Tabela 6). As médias dos indivíduos anemocóricos não diferem significativamente entre sul e topo, entretanto, sul difere significativamente do norte, o que não ocorre entre o norte e topo (Tabela 6). A média dos indivíduos autocóricos na face sul foi seis, na face norte cinco, e seis no topo. As médias dos indivíduos autocóricos não diferem significativamente entre as três faces de exposição (Tabela 6). A média dos indivíduos zoocóricos foi onze na face sul, treze na face norte e dezesseis no topo. As médias dos indivíduos zoocóricos não diferem significativamente entre sul e norte, entretanto, sul difere significativamente do topo, porém o norte não difere significativamente do topo, em decorrência do aumento de espécies anemocóricas.

Estratégia de estabelecimento – Entre as espécies amostradas, 63% são dependentes de luz (DL), 33% são tolerantes à sombra (TS) e 4% são pioneiras (Pi). Do total de indivíduos amostrados, 52% são dependentes de luz, 46% são tolerantes à sombra e 2% são pioneiras.

A estratégia Pi, embora tenha ocorrido em baixas densidades, foi mais representativa na face norte, possivelmente evidenciando um estágio diferenciado na regeneração florestal, ou a colonização de clareiras, pois necessitam luz direta para germinarem. O pequeno número de espécies e de indivíduos com estratégia Pi demonstra um bom estado de conservação da área.

De acordo com o esperado, a estratégia DL foi mais representativa nas faces norte e topo, ambas com maior incidência solar (Spurr & Barnes 1973). Brack *et al.* (1998) atribuem à maior incidência solar nas encostas sul e nos topos dos morros graníticos, como fatores limitantes para o desenvolvimento de um componente arbóreo de maior porte e de maior riqueza de espécies.

A estratégia TS foi mais frequente na face sul, embora também seja percebida nas demais faces. A elevada abundância de espécies com essa estratégia está diretamente relacionada à dominância delas no sub-bosque, onde predominam numericamente, conforme se constata em outros estudos regionais (Jarenkow & Waechter 2001, Jurinitz & Jarenkow 2003, Lindenmaier & Budke 2006, Giehl & Jarenkow 2008). Outro fator a ser destacado é a inversão das proporções de TS e DL nas faces sul e norte (Figura 8), devido à tendência de adaptação das espécies às condições mais frequentes no ambiente (Hubbell 2005).

Considerações finais

A estratégia de dispersão zoocórica ocorreu de forma predominante sobre as demais estratégias, tanto em número de indivíduos quanto em número de espécies, em todas as classes de altura, confirmando a importância desta síndrome de dispersão em florestas subtropicais. A estratégia anemocórica apresentou correlação positiva com o aumento no número de indivíduos em classes de maior altura. A autocoria ficou restrita a espécies de Euphorbiaceae. Sua importância no estudo está relacionada com as elevadas densidades apresentadas por suas espécies, que demonstraram um padrão de distribuição agrupado, característico de espécies autocóricas. A elevada riqueza de espécies e a densidade de indivíduos zoocóricos ressaltam a importância da vegetação como fonte de recursos alimentares para espécies frugívoras. As estratégias de estabelecimento das espécies estão fortemente relacionadas à capacidade de sobrevivência das mesmas, nas condições ambientais predominantes.

Agradecimentos – os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) a bolsa de mestrado concedida ao primeiro autor; ao Sr. Marcelo Antunes, Diretor do Parque Estadual de Itapuã, o auxílio; aos colegas Fábio A. Rodrigues, Fernanda R.

Bresciani, Carlos E. Ferro, Ernestino S. G. Guarino e Estevam L. C. da Silva, o auxílio nos trabalhos de campo.

Referências bibliográficas

- Abraham de Noir, F., Bravo, S. & Abdala, R. 2002. Mecanismos de dispersion de algunas especies de leñosas nativas del Chaco Occidental y Serrano. **Revista de Ciencias Florestales 9**: 140-150.
- Barroso, G.M.; Morim, M.P.; Peixoto, A.L. & Ichaso, C.L.F. 1999. **Frutos e sementes**: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas. Viçosa, Ed. da UFV..
- Backes, P. & Irgang, B. 2002. **Árvores do Sul: guia de identificação e interesse ecológico**. Santa Maria, Palloti.
- Brack, P., Rodrigues, R.S., Sobral, M. & Leite, S.L.C. 1998. Árvores e arbustos na vegetação natural de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia**, sér. bot. **51**(II): 139-166.
- Budke, J.C., Jarenkow, J.A., Oliveira-Filho, A.T., 2007. Relationships between tree component structure, topography and soils of a riverine forest, Rio Botucaraí, Southern Brazil. **Plant Ecol 89**: 187–200.
- Budke, J.C.; Athayde, E.A.; Giehl, E.L.H.; Záchia, R.A. & Eisinger, S.M. 2005. Composição florística e espectro de dispersão de espécies lenhosas em uma floresta ribeirinha, arroio Passo das Tropas, Santa Maria, RS, Brasil. **Iheringia**, sér. bot. **32**: 17-24.
- Chambers, J.C. & J.A. MacMahon, 1994. A day in the life of a seed: movements and fates of seeds and their implications for natural managed systems. **Annual Review of Ecology and Systematics 25**: 263-292.

- Costa, L.G.S.; Piña-Rodrigues, F.C.M. & Jesus, R.M. 1992. Grupos ecológicos e a dispersão de sementes arbóreas em um trecho de Floresta Tropical na reserva florestal de Linhares – ES. **Revista do Instituto Florestal 4**: 303-305.
- Fidalgo, O. & Bononi, V.L.R. (coords.). 1984. **Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico**. Manual 4. São Paulo, Instituto de Botânica.
- Giehl, E.L.H.; Athayde, E.A.; Budke, J.C.; Gesing, J.P.A.; Einsiger, S.M. & Canto-Dorow, T.S. 2007. Espectro e distribuição vertical das estratégias de dispersão de diásporos do componente arbóreo em uma floresta estacional no sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica 21**(1): 137-145.
- Giehl, E.L.H. & Jarenkow, J.A. 2008. Gradiente estrutural no componente arbóreo e relação com inundações em floresta ribeirinha, rio Uruguai, sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica 22**: 741-753.
- Griz, L.M.S., Machado, I.C.S. & Tabarelli, M. 2002. Ecologia de dispersão de sementes: progressos e perspectivas. Pp. 597-608. In: M. Tabarelli & J.M.C. Silva (Orgs.). **Diagnóstico da biodiversidade de Pernambuco**. Recife: Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, Fundação Joaquim Nabuco e Editora Massangana. vol. 2.
- Horn, H.S.; Nathan, R. & Kaplan, S.R. 2001. Long-distance dispersal of tree seeds by wind. **Ecological Research 16**: 877-885
- Howe, H.F. & Smallwood, J. 1982. Ecology of seed dispersal. **Annual Review of Ecology and Systematics 13**: 201-228.
- Howe, H.F. 1986. Seed dispersal by fruit-eating birds and mammals. Pp. 123-189. In: D.R. Murray (Ed.). **Seed dispersal**. San Diego: Academic Press.
- Hubbel, S.P. 2005. Neutral theory in community ecology and the hypothesis of functional equivalence. **Functional of Ecology 15**: 166-172.

- Hughes, L.; Dunlop, M.; French, K.; Leishman, M.R.; Rice, B.; Rodgerson, L. & Westoby, M. 1994. Predicting dispersal spectra: a minimal set of hypotheses based on plant attributes. **Journal of Ecology** **82**: 933-950.
- Jarenkow, J.A. & Waechter, J.L. 2001. Composição, estrutura e relações florísticas do componente arbóreo de uma floresta estacional no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Botânica** **24** (3): 263-272.
- Janzen, D.H. 1980. **Ecologia vegetal nos trópicos**. São Paulo: Ed. Pedagógica e Universitária/EDUSP.
- Jordano, P.; Galetti, M.; Pizo, M. A. & Silva, W. R. 2006. Ligando a frugivoria e dispersão de sementes à biologia da conservação. In: Rocha, C.F.D.; Bergallo, H.G.; Sluis, M.V.; Alves, M.A.S. **Biologia da conservação: essências**. São Carlos: RiMa. 411-436 p.
- Jurinitz, C.F. & Jarenkow, J.A. 2003. Estrutura do componente arbóreo de uma floresta estacional na Serra do Sudeste, Camaquã (RS), Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** **26**(4): 475-487.
- Leite, P.F. 2002. Contribuição ao conhecimento fitoecológico do sul do Brasil. **Ciência e Ambiente** **24**: 51-73.
- Leyser, G., Viniski, M., Donida, A.L., Zanin, M.E. & Budke, J.C. 2009. Espectro de dispersão em um fragmento de transição entre floresta ombrófila mista e floresta estacional na região do Alto Uruguai, Rio Grande do Sul Brasil. **Pesquisas, ser. bot.** **60**: 355-366.
- Lindenmaier, D.S. & Budke, J.C. 2006. Florística, diversidade e distribuição espacial das espécies arbóreas em uma floresta estacional na bacia do rio Jacuí, sul do Brasil. **Pesquisas, ser. bot.** **57**: 193-216.
- Marques, M.C.M., Roper, J.J. & Salvalaggio, P.B. 2005. Phenological patterns among plant life-forms in a subtropical forest in southern Brazil. **Plant Ecology** **173**: 203-213.
- Morellato, L.P.C. 1992. **História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal do Sudeste do Brasil**. Campinas: Ed. UNICAMP.

- Morellato, P.C. 1995. Frutos, frugívoros e a dispersão de sementes. Pp.64-76. In: H.F. Leitão Filho & P.C. Morellato (orgs.). **Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana: Reserva de Santa Genebra**. Campinas: Ed UNICAMP.
- Morellato, P.C. & Leitão-Filho, H.F. 1996. Reproductive phenology of climbers in a Southeastern Brazilian Forest. **Biotropica** 28 (2): 180-191.
- Moreno, J.A. 1961. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul.
- Nascimento, A.R.T.; Longhi, S.J.; Alvarez Filho, A. & Gomes, G.S. 2000. Análise da diversidade florística e dos sistemas de dispersão de sementes em um fragmento florestal na região central do Rio Grande do Sul, Brasil. **Napaea** 12: 49-67.
- Nepstad, D.C., Uhl, C., Pereira, C.A. & Silva, J.M.C. A comparative study of tree establishment in abandoned pasture and mature forest of eastern Amazonia, **Oikos** 76: 25-39, 1996.
- Oliveira, P.E.A.M. & Moreira, A.G. 1992. Anemocoria em espécies de cerrado e mata de galeria de Brasília, DF. **Revista Brasileira de Botânica** 15(2): 163-174.
- Rambo, B. 1961. Migration routes of the south brazilian rain forest. **Pesquisas, bot.**, 12: 1-54.
- Rio Grande do Sul. 1997. **Plano de manejo**: Parque Estadual de Itapuã, RS. Porto Alegre: Departamento de Recursos Naturais Renováveis/Pró-Guaíba, DRNR.
- Sinha, A. & Davidar, P. 1992. Seed dispersal ecology of a wind dispersed rain forest tree in the western Ghats, India. **Biotropica** 24(4): 519-526.
- Spina, A.P.; Ferreira, W.M & Leitão Filho, H.F. 2001. Floração, frutificação e síndromes de dispersão de uma comunidade de floresta de brejo na região de Campinas (SP). **Acta Botanica Brasilica** 15(3): 349-368.
- Spurr, S.H. & Barnes, B.V. 1973. **Forest ecology**. New York: The Donald.

- Sobral, M. 2003. **A família das Myrtaceae no Rio Grande do Sul, Brasil**. São Leopoldo: Ed. UNISINOS.
- Sobral, M.; Jarenkow, J.A.; Brack, P.; Irgang, B.; Larocca, J. & Rodrigues, R.S. 2006. **Flora arbórea e arborescente do Rio Grande do Sul, Brasil**. São Carlos: RiMA/Novo Ambiente.
- Swaine, M.D., Whitmore, T.C. 1988. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. **Vegetatio 75**, 81–86.
- Tabarelli, M. & Mantovani, W. 1999. A regeneração de uma floresta tropical montana após corte e queima (São Paulo- Brasil). **Revista Brasileira de Biologia 59**: 239-250.
- Tabarelli, M. & Peres, C.A. 2002. Abiotic and vertebrate seed dispersal in the Brazilian atlantic Forest: implications for Forest regeneration. **Biological Conservation 106**: 165-176.
- van der Pijl, L. 1982. **Principles of dispersal in higher plants**. Berlim, Springer-Verlag.
- Willson, M.F. 1993. Dispersal mode, seed shadows, and colonization patterns. **Vegetatio 107-108**: 261-280.
- Willson, M.F.; Irvine, A.K. & Walsh, N.G. 1989. Vertebrate dispersal syndromes in some Australian and New Zealand plant communities, with geographic comparisons. **Biotropica 21**: 133-147.
- Wikander, T. 1984. Mecanismos de dispersión de diásporas de una selva decidua en Venezuela. **Biotropica 16(4)**: 276-283.

Tabela 4. Espécies e famílias amostradas e suas respectivas estratégia de estabelecimento, síndrome de dispersão e densidade absoluta, em mata de encosta, Parque Estadual de Itapuã, Rio Grande do Sul. Onde: EE = estratégia de estabelecimento; DL = dependente de luz; TS = tolerante à sombra; Pi = pioneira; ED = estratégia de dispersão; Ane = anemocórico; Aut = autocórica e Zoo= zoocórica.

Família/Espécie	EE	ED	DA
ANACARDIACEAE			
<i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand	DL	Zoo	52
ANNONACEAE			
<i>Annona sylvatica</i> A. St.-Hil.	DL	Zoo	27
AQUIFOLIACEAE			
<i>Ilex dumosa</i> Reissek	DL	Zoo	3
ARECACEAE			
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	TS	Zoo	1
BIGNONIACEAE			
<i>Handroanthus pulcherrimus</i> (Sandwith) S. O. Grose	DL	Ane	11
BORAGINACEAE			
<i>Cordia americana</i> (L.) Gottschling & J.E.Mill.	DL	Ane	29
<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	DL	Zoo	6
CLUSIACEAE			
<i>Garcinia gardneriana</i> (Planch. & Triana) Zappi	TS	Zoo	71
EBENACEAE			
<i>Diospyros inconstans</i> Jacq.	DL	Zoo	22
ERYTHROXYLACEAE			
<i>Erythroxylum argentinum</i> O.E. Schulz	DL	Zoo	35
EUPHORBIACEAE			
<i>Gymnanthes concolor</i> Spreng.	TS	Aut	244
<i>Pachystroma longifolium</i> (Nees) I.M. Johnst.	TS	Aut	40
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	DL	Aut	4
<i>Sebastiania serrata</i> (Klotzsch) Müll.Arg.	DL	Aut	239
FABACEAE			
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	DL	Zoo	1

(Continuação da Tabela 4)

Família/Espécie	EE	ED	DA
<i>Inga vera</i> Willd.	DL	Zoo	1
LAMIACEAE			
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	DL	Zoo	5
LAURACEAE			
<i>Ocotea indecora</i> (Schott) Mez	TS	Zoo	31
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	DL	Zoo	4
<i>Ocotea silvestris</i> Vattimo-Gil	DL	Zoo	4
MALVACEAE			
<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.	Pi	Ane	31
MELIACEAE			
<i>Trichilia claussenii</i> C.DC.	TS	Zoo	209
<i>Trichilia elegans</i> A. Juss	TS	Zoo	3
MORACEAE			
<i>Ficus cestrifolia</i> Schott	DL	Zoo	5
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C.Burger <i>et al.</i>	TS	Zoo	30
MYRTACEAE			
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O.Berg	TS	Zoo	10
<i>Eugenia involucrata</i> DC.	TS	Zoo	2
<i>Eugenia rostrifolia</i> D. Legrand	TS	Zoo	47
<i>Eugenia uniflora</i> L.	DL	Zoo	2
<i>Eugenia uruguayensis</i> Cambess.	DL	Zoo	16
<i>Myrcia glabra</i> (O.Berg) D. Legrand	TS	Zoo	4
<i>Myrcianthes pungens</i> (O.Berg) D. Legrand	TS	Zoo	36
<i>Myrciaria cuspidata</i> O.Berg	DL	Zoo	38
NYCTAGIANCEAE			
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	DL	Zoo	122
OPILIACEAE			
<i>Agonandra excelsa</i> Griseb.	DL	Zoo	1
PRIMULACEAE			
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	DL	Zoo	46

(Continuação da Tabela 4)

Família/Espécie	EE	ED	DA
PROTEACEAE			
<i>Roupala brasiliensis</i> Klotzsch	TS	Ane	50
ROSACEAE			
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	DL	Zoo	2
RUBIACEAE			
<i>Faramea montevidensis</i> (Cham. & Schtdl.) DC.	TS	Zoo	5
RUTACEAE			
<i>Randia ferox</i> (Cham. & Schtdl.) DC.	Pi	Zoo	2
<i>Zanthoxylum astrigerum</i> (R.S.Cowan) P.G. Waterman	DL	Zoo	4
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	DL	Zoo	2
SALICACEAE			
<i>Banara parviflora</i> (A. Gray) Benth.	DL	Zoo	31
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	TS	Zoo	37
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	DL	Zoo	74
<i>Xylosma pseudosalzmannii</i> Sleumer	TS	Zoo	2
SAPINDACEAE			
<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil. et al.) Radlk.	DL	Zoo	59
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	DL	Zoo	40
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	DL	Zoo	8
SAPOTACEAE			
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler) Engl.	DL	Zoo	4
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	DL	Zoo	23
URTICACEAE			
<i>Coussapoa microcarpa</i> (Schott) Rizzini	DL	Zoo	1

Tabela 5. Proporção de espécies e de abundância de indivíduos, nas estratégias de dispersão (Ane: anemocórico, Aut: autocórico e, Zoo: zoocórico), em diferentes florestas estacionais no sul do Brasil.

	Tipo Florestal	Espécies (%)			Abundância (%)		
		Ane	Aut	Zoo	Ane	Aut	Zoo
Jurinitz & Jarenkow (2003)	Floresta Estacional	7	7	86	8	35	57
Budke <i>et al.</i> (2005)	Floresta Estacional Ribeirinha	24	4	72	12	43	45
Lindenmaier & Budke (2006)	Floresta Estacional	12	1	74	18	3	79
Giehl <i>et al.</i> (2007)	Floresta Estacional	24	2	74	12	8	80
Leyser <i>et al.</i> (2009)	Floresta Estacional	30	8	62	17	7	76
Presente estudo	Floresta Estacional	8	8	84	7	30	63

Tabela 6. Número médio de indivíduos em cada síndrome de dispersão e estratégia de estabelecimento, agrupadas de acordo com a fase de exposição (valores médios), correspondente à amostragem do componente arbóreo de uma floresta estacional, Viamão, Rio Grande do Sul (DP = desvio-padrão, F = razão entre variâncias, P = probabilidade resultante do teste estatístico; letras diferentes significam médias distintas).

Categoria ecológica	Sul	DP	Topo	DP	Norte	DP	F	P
Anemocoria	0,91 a	1,02	1,61 ab	1,29	1,89 b	1,76	4,99	0,009
Autocoria	6,40	3,95	6,11	4,00	4,78	2,28	1,82	0,1673
Zoocoria	10,93 a	3,94	15,56 b	4,69	13,18 ab	5,07	7,34	0,001
Pioneiras	0,24	0,46	0,44	0,78	0,74	1,50	2,32	0,104
Dependentes de luz	6,6 a	3,26	17,11 b	4,33	12,93 c	4,98	46,19	< 0,0001
Tolerantes à sombra	11,4 a	4,25	5,72 b	4,08	6,18 b	4,25	17,25	< 0,0001

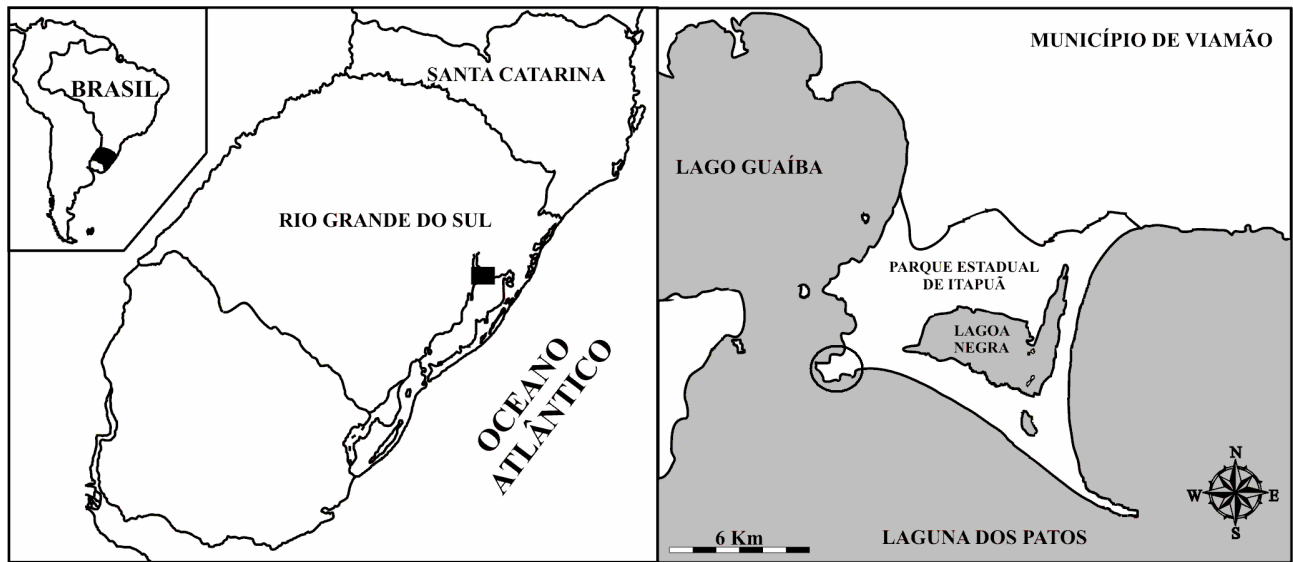


Figura 5. Localização do Parque Estadual de Itapuã, Viamão, Rio Grande do Sul; área de estudo em destaque.

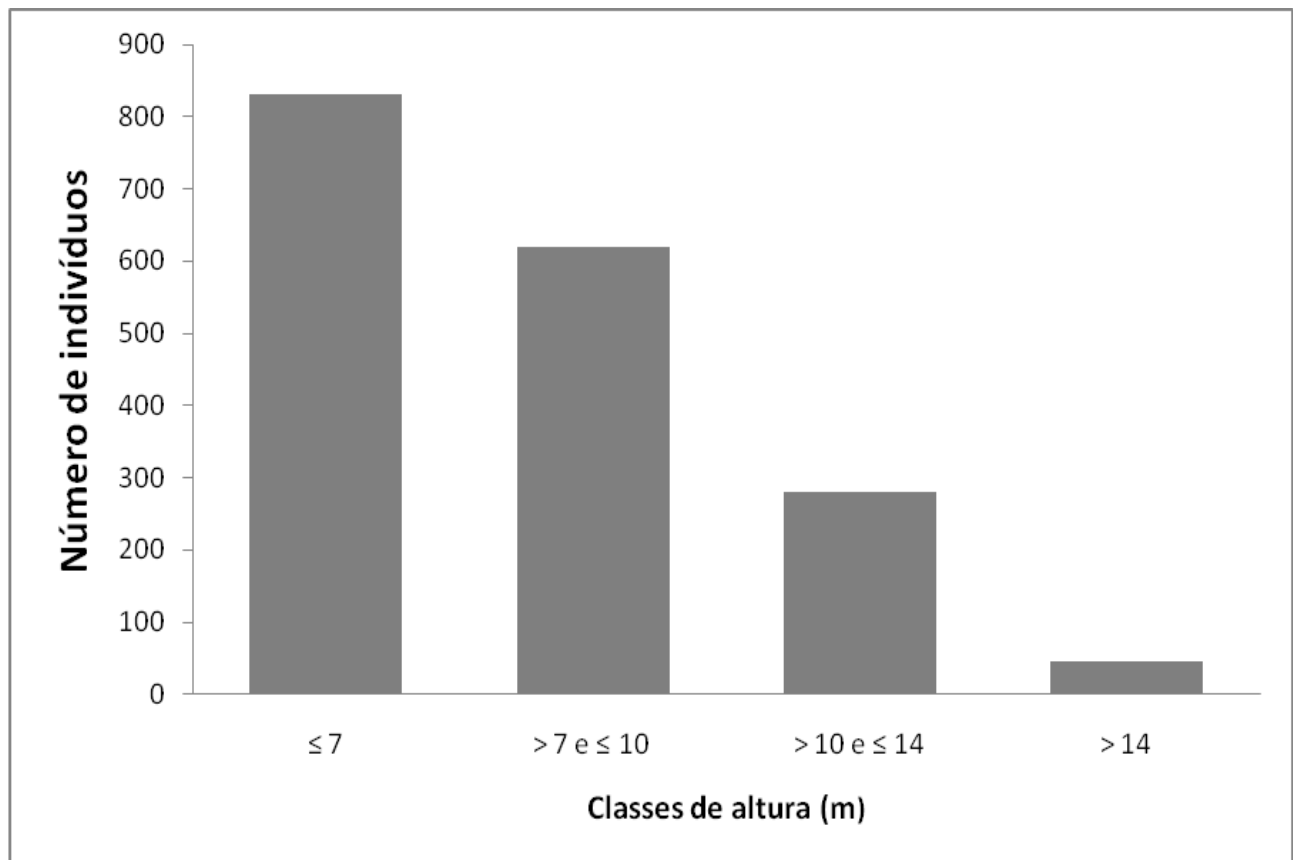


Figura 6. Distribuição dos indivíduos arbóreos em classes de altura, em uma floresta estacional, Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil.

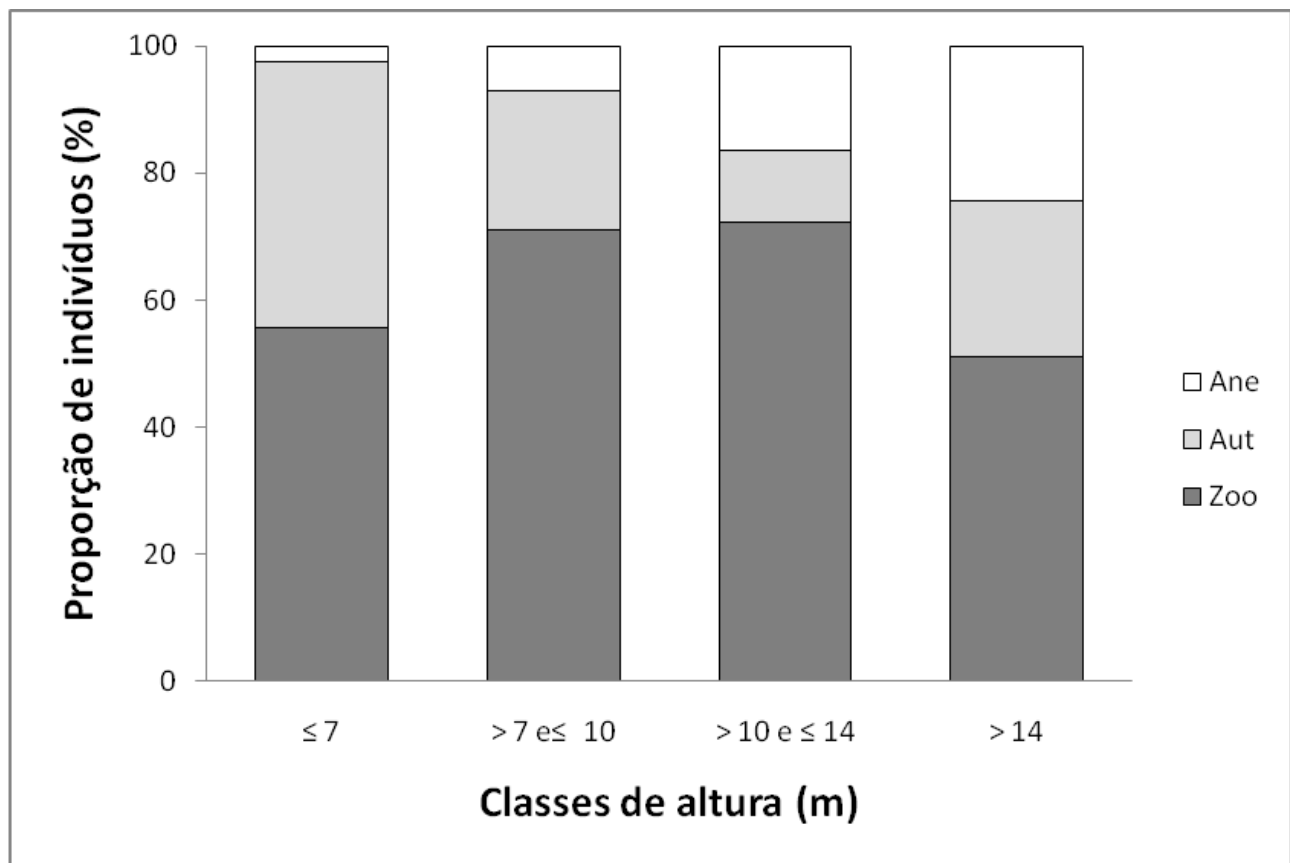


Figura 7. Distribuição relativa das estratégias de dispersão encontradas, de acordo com as classes de altura, de árvores em uma floresta estacional, Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil (Ane = anemocóricas, Aut = autocóricas, Zoo = zoocóricas)

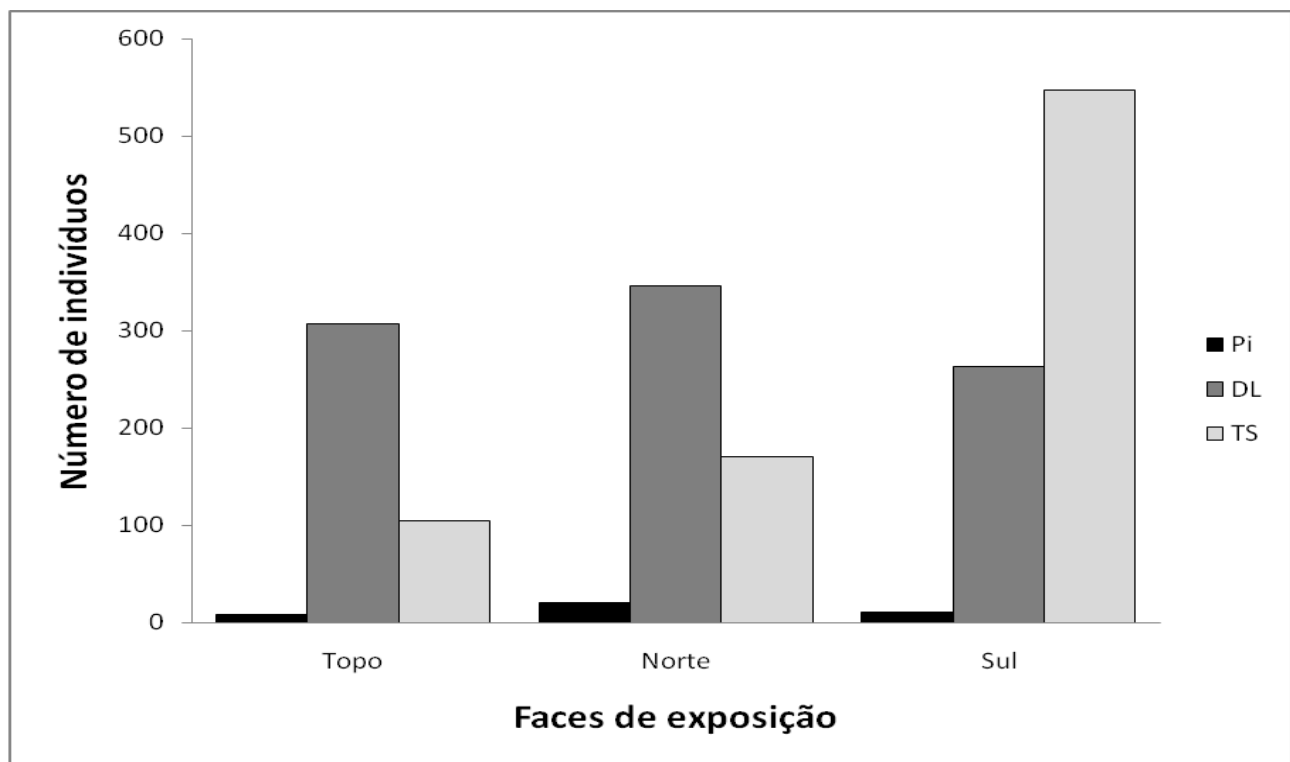


Figura 8. Distribuição de indivíduos arbóreos por estratégia de estabelecimento, em cada face de exposição solar, em uma floresta estacional, Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil (Pi = pioneira, DL = dependente de luz, TS = tolerante a sombra)

3. Conclusões

As diferenças entre os padrões estruturais da vegetação nas três faces (grupos) estão diretamente relacionadas à exposição solar, aliada a fatores edáficos. A maior intensidade da radiação solar nas faces Norte e Topo pode atuar como fator limitante nas espécies tolerantes à sombra (condição necessária no desenvolvimento inicial), beneficiando espécies pioneiras e secundárias dependentes de luz. É possível, ainda, que estas diferenças estejam relacionadas ao processo de sucessão florestal, indicando estádios diferentes nas áreas amostradas. A estrutura também foi influenciada pela seletividade das espécies, pois os solos mais férteis e profundos na face Sul comportam uma vegetação de maior porte, em oposição aos solos mais rasos do topo. A maior altura dos indivíduos na face Sul também pode ser uma resposta para compensar a menor incidência solar, enquanto que os do Topo não precisam crescer tanto, uma vez que há maior disponibilidade de luz. A elevada diversidade de espécies e densidade de indivíduos zoocóricos evidencia a importância da vegetação na manutenção da fauna local, e também a dependência da fauna para a dispersão dos diásporos e a manutenção da diversidade local.

4. Perspectivas futuras

Os estudos realizados nas últimas décadas em florestas de encosta abordaram alterações florísticas e estruturais que determinam o mosaico vegetacional e esclareceram importantes questões referentes à diversidade das espécies florestais. Apesar disto, são necessários estudos para complementar o conhecimento sobre florestas de encosta, incluindo outras variáveis, para responder questões como: a intensidade e a qualidade da radiação solar afetam a regeneração e a estrutura da floresta? A inclinação favorece a dispersão e o estabelecimento de diásporos? A abertura do dossel é importante para a manutenção da diversidade florística local? Diferenças geomorfológicas podem causar alterações na estrutura florestal? Além destas, inúmeras outras questões sobre os processos e dinâmicas em nossas florestas ainda carecem de estudos.

5. Referências gerais

Abraham de Noir, F., Bravo, S. & Abdala, R. 2002. Mecanismos de dispersion de algunas especies de leñosas nativas del Chaco Occidental y Serrano. **Revista de Ciencias Florestales** 9: 140-150.

- Barbosa, L.M. 2000. Considerações gerais e modelos de recuperação de formações ciliares. Pp. 289-312. In: Rodrigues, R.R. & Leitão-Filho, H.F. (Eds.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo, EDUSP/FAPESP.
- Brack, P., Rodrigues, R.S., Sobral, M. & Leite, S.L.C. 1998. Árvores e arbustos na vegetação natural de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia**, sér. bot. **51**(II): 139-166.
- Cardoso, E. & Schiavini, I. 2002. Relação entre distribuição de espécies arbóreas e topografia em um gradiente florestal na Estação Ecológica do Panga (Uberlândia, MG). **Revista Brasileira de Botânica** **25**: 277-289.
- Carvalho, D.A., Oliveira-Filho, A.T., Vilela, E.A., Curi, N., van den Berg, E., Fontes, M.A.L. & Botezelli, L. 2005. Distribuição de espécies arbóreo-arbustivas ao longo de um gradiente de solos e topografia em um trecho de floresta ripária do Rio São Francisco em Três Marias, MG, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** **28**: 329-345.
- Chambers, J.C. & J.A. MacMahon, 1994. A day in the life of a seed: movements and fates of seeds and their implications for natural managed systems. **Annual Review of Ecology and Systematics** **25**: 263-292.
- Di Bitetti, M.S., G. Placci y L.A. Dietz, 2003. **A biodiversity vision for the Upper Parana Atlantic Forest ecoregion: designing a biodiversity conservation landscape and setting priorities for conservation action**. Washington D.C: World Wildlife Fund.
- Giehl, E.L.H.; Athayde, E.A.; Budke, J.C.; Gesing, J.P.A.; Einsiger, S.M. & Canto-Dorow, T.S. 2007. Espectro e distribuição vertical das estratégias de dispersão de diásporos do componente arbóreo em uma floresta estacional no sul do Brasil. **Acta Botanica Brasílica** **21**(1): 137-145.
- Howe, H.F. & Smallwood, J. 1982. Ecology of seed dispersal. **Annual Review of Ecology and Systematics** **13**: 201-228.
- Howe, H.F. 1986. Seed dispersal by fruit-eating birds and mammals. Pp. 123-189. In: D.R. Murray (Ed.). **Seed dispersal**. San Diego: Academic Press.
- Janzen, D.H. 1980. **Ecologia vegetal nos trópicos**. São Paulo: Ed. Pedagógica e Universitária/EDUSP.
- Jonh, R.; Dalling, J.W.; Harms, K.E.; Yavitt, J.B.; Stallard, R.F.; Mirabello, M.; Hubbell, P.S.; Valencia, R.; Navarrete, H.; Vallejo, M. & Foster, R.B. 2007. Soil nutrients influence spatial distributions of tropical tree species. **PNAS** **104**: 864-869

- Jordano, P.; Galetti, M.; Pizo, M. A. & Silva, W. R. 2006. Ligando a frugivoria e dispersão de sementes à biologia da conservação. In: Rocha, C.F.D.; Bergallo, H.G.; Sluis, M.V.; Alves, M.A.S. **Biologia da conservação: essências**. São Carlos: RiMa. 411-436 p.
- Lüdtke, R. & Miotto, S.T.S. 2008. A família Polygalaceae no Parque Estadual de Itapuã, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências** 6: 245-251.
- Miotto, S.T.S.; Lüdtke, R. & Oliveira, M.L.A.A. 2008. A família Leguminosae no Parque Estadual de Itapuã, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências** 6: 269-290.
- Mirapallete, S. R. 2001. **Flora e fauna do Parque Natural do Morro do Osso**. Porto Alegre, SMAM.
- Oliveira-Filho, A.T., Almeida, R.J., Mello, J.M. & Gavilanes, M.L. 1994. Estrutura fitossociológica e variáveis ambientais em um trecho da mata ciliar do córrego dos Vilas Boas, Reserva Biológica do Poço Bonito, Lavras (MG). **Revista Brasileira de Botânica** 17: 67-85.
- Palma, C.A.; Inácio, C.D. & Jarenkow, J.A. 2008. Florística e estrutura da sinúsia herbácea terrícola de uma floresta estacional de encosta no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências** 6: 151-158.
- Primack, R. & Rodrigues, E. 2001. **Biologia da conservação**. Londrina, Editora Efraim Rodrigues.
- Rambo, B. 1954. Análise histórica da flora de Porto Alegre. **Sellowia**, 6: 9-112.
- Reitz, R.; Klein, R.M. & Reis, A. 1983. Projeto madeira do Rio Grande do Sul. **Sellowia** 34-35: 1-525.
- Ricklefs, R.E. 1996. **A economia da natureza**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabra Koogan.
- Rio Grande do Sul. 1997. **Plano de manejo: Parque Estadual de Itapuã, RS**. Porto Alegre: Departamento de Recursos Naturais Renováveis/Pró-Guaíba, DRNR.
- Rother; M.S. & Silveira, R.M.B. 2009. *Leucocoprinus* Pat. (*Agaricaceae, Basidiomycota*) No Parque Estadual de Itapuã, Viamão, RS, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 23(3): 720-728.
- Scherer; A., Maraschin-Silva, F. & Baptista, L.R.M. 2005. Florística e estrutura do componente arbóreo de matas de Restinga arenosa no Parque Estadual de Itapuã, RS, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 19(4): 717-726.
- Scherer, A.; Maraschin-Silva & Baptista, L.R.M. 2007. Padrões de interação mutualísticas entre espécies arbóreas e aves frugívoras em uma comunidade de Restinga no Parque Estadual de Itapuã, RS, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 21: 203-212.
- Sinha, A. & Davidar, P. 1992. Seed dispersal ecology of a wind dispersed rain forest tree in the western Ghats, India. **Biotropica** 24(4): 519-526.

- Swaine, M.D., Whitmore, T.C. 1988. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. **Vegetatio** **75**, 81–86.
- Waldemar, C.C. & Irgang, B.E. 2003. A ocorrência de mutualismo facultativo entre *Dyckia maritima* Backer (Bromeliaceae) e o cupim *Cortaritermes silvestrii* (Holmgren), Nasutitermitinae, em afloramentos rochosos no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, RS. **Acta Botanica Brasilica** **17**: 34-48.