

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

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**CHUVA DE SEMENTES E ESTABELECIMENTO DE PLÂNTULAS DE
ESPÉCIES LENHOSAS FLORESTAIS EM MOSAICOS DE FLORESTA COM
ARAUCÁRIA E CAMPOS NO SUL DO BRASIL**

MELINA MARCHESINI GRASSOTTI DOS SANTOS

PORTO ALEGRE, ABRIL DE 2008.

**CHUVA DE SEMENTES E ESTABELECIMENTO DE PLÂNTULAS DE
ESPÉCIES LENHOSAS FLORESTAIS EM MOSAICOS DE FLORESTA COM
ARAUCÁRIA E CAMPOS NO SUL DO BRASIL**

MELINA MARCHESINI GRASSOTTI DOS SANTOS

DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA, DO INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, COMO PARTE DOS REQUISITOS PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM ECOLOGIA.

ORIENTADOR: PROF. DR. VALÉRIO DE PATTA PILLAR
CO-ORIENTADORA: PROFa. DRa. SANDRA C. MÜLLER

COMISSÃO EXAMINADORA

PROF. DR. ANDREAS KINDEL - UFRGS
PROF. DR. JOÃO ANDRÉ JARENKOW - UFRGS
PROF. DR. MARCO AURÉLIO PIZO - UNISINOS

PORTO ALEGRE, ABRIL DE 2008.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia da UFRGS, à CAPES pela concessão da bolsa, ao Inter-American Institute for Global Change Research (IAI) pelo financiamento do projeto, ao Instituto do Meio Ambiente da PUCRS e ao Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata PUCRS pela autorização deste trabalho e por todo o apoio logístico prestado. Em especial ao professor Ricardo Mello, por toda a sua disponibilidade de ajuda, ensino e de importantes contribuições a este trabalho, não só pelas oportunas discussões ecológicas, mas também pelas grandes conversas sobre a vida, e por ter se tornado um grande amigo.

A todos os colegas do Laboratório de Ecologia Quantitativa em especial à Carolina Casagrande Blanco, Marcela Pinillos, Alessandra Fidelis, Fernando Joner e Ênio Egon Sosinski Jr. pelo apoio, contribuições e companhia no laboratório desde o início desse trabalho.

Em especial àqueles colegas que disponibilizaram seu tempo e me ajudaram no campo: Mariana de Souza Vieira, Camila Fonseca Schinestsck, Letícia Piccinini Dadalt, Rita Cristina Rauber, Maximiliano Silva de Oliveira e ao prof. Fidel A. Roig.

Agradeço muito a Adriana Schuler da Silva e ao Rodrigo Bergamim, por toda a ajuda em campo e com discussões sobre esse trabalho, pelo carinho, apoio e revisões de última hora!

Aos amigos Claudinei Monteiro, Márcia Teixeira, Ezequiel Pedó, Ana Luiza Matte e Jefferson Pietroski Mota que também disponibilizaram seu tempo para me ajudar em campo. Todos que foram a campo, mesmo com muita chuva, geada, tempestades, calor extremo, frio, mutucas e aparições de cobras sempre me ajudaram com muito humor e

fizeram meus campos mais felizes. Muito obrigada, pois meu trabalho não seria possível sem a ajuda de vocês!

Aos meus orientadores Valério e Sandra, por todo o conhecimento compartilhado, pela paciência e por todo apoio e confiança a mim dedicados. Sou grata por ter tido a chance de conhecê-los e de ter convivido em um laboratório de pesquisa onde nunca nos falta nada para realização de nossos estudos, pois não é em todo lugar que encontramos um Laboratório como o de Ecologia Quantitativa no nosso país. Obrigada!

Aos meus amigos de longa data, em especial a Priscilla Mena Zamberlan e Luciana Fusinato, que mesmo tomando rumos diferentes na Biologia, sempre estiveram ao meu lado!

À família do meu marido, pelo apoio e compreensão por nossas ausências, e por sempre estarem na torcida por mim!

Ao meu marido Juliano, por tudo. Por ser meu colega e por ter participado de todas as etapas deste trabalho e pela ajuda nessa empreitada. Pela paciência comigo nos momentos difíceis, pelo carinho, companheirismo e amor dedicados a mim, que são imensuráveis. Que bom que nos encontramos na Ecologia! Obrigada por ser o amor da minha vida!

Aos meus pais, por toda a vida dedicada a mim, pelo eterno zelo por meus estudos e pelo apoio em todos os momentos. Também por toda a ajuda com idéias e construção dos coletores, e não foi pouco cano para ser cortado.

Aos meus pais dedico este trabalho!

SUMÁRIO

Resumo.....	vi
Abstract.....	vii
Lista de figuras.....	viii
Lista de tabelas.....	ix
Lista de apêndices.....	xi
1. Introdução.....	12
2. Dispersão de diásporos de espécies lenhosas florestais em mosaicos de floresta com araucária e campos no sul do Brasil.....	20
2.1 Introdução.....	20
2.2 Material e métodos.....	23
2.3 Resultados.....	27
2.4 Discussão.....	32
2.5 Referências bibliográficas.....	34
3. Recrutamento e sobrevivência de plântulas de espécies lenhosas florestais em mosaicos de floresta com araucária e campos no sul do Brasil.....	39
3.1 Introdução.....	39
3.2 Material e métodos.....	42
3.3 Resultados.....	46
3.4 Discussão.....	52
3.5 Referências bibliográficas.....	55
4. Considerações finais.....	59
5. Referências bibliográficas.....	60
6. Apêndices.....	63

CHUVA DE SEMENTES E ESTABELECIMENTO DE PLÂNTULAS DE ESPÉCIES LENHOSAS FLORESTAIS EM MOSAICOS DE FLORESTA COM ARAUCÁRIA E CAMPOS NO SUL DO BRASIL

RESUMO

Mecanismos de dispersão de diásporos e de recrutamento de plântulas evitam a competição intra-específica e possibilitam a colonização de novos ambientes, sendo etapas muito importantes para o estabelecimento de populações em novos sítios. Em áreas de transição entre florestas e vegetação campestre esses processos não são aleatórios, e sim associados muitas vezes a indivíduos lenhosos isolados em tais áreas de campo ou a formações arbustivas. No sul do Brasil, as Florestas com Araucária formam mosaicos com áreas campestres e observa-se o avanço da floresta sobre os campos. A dissertação tem como objetivo avaliar a queda de sementes e o padrão de estabelecimento de plântulas de espécies lenhosas florestais associadas a áreas de ecótonos de Floresta com Araucária e campos e a indivíduos lenhosos isolados na matriz campestre. Os estudos foram realizados no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata PUCRS, em São Francisco de Paula, em vegetação campestre excluída de fogo e de pastejo há 14 anos, circundada por florestas. A dispersão de diásporos foi avaliada mensalmente por um período de oito meses com o uso de coletores de sementes que foram posicionados em ecótonos de floresta e campos com diferentes fisionomias e sob indivíduos lenhosos isolados na matriz campestre. Paralelamente, foi realizada em parcelas permanentes a amostragem de plântulas, no início e no final desse período, sendo assim verificada sua sobrevivência e recrutamento. Os diferentes ambientes foram comparados através de análise de variância univariada e multivariada para verificar padrões de chuva de sementes e de estabelecimento de plântulas. Os resultados indicaram que tanto a dispersão de sementes quanto o estabelecimento de plântulas em áreas campestres ocorrem preferencialmente associados a indivíduos isolados de *Araucaria angustifolia* e a formações arbustivas de *Baccharis uncinella* e que tais ambientes funcionariam como extensões de condições mais semelhantes à floresta na matriz campestre.

Palavras-chave: zoocoria, poleiros, formações arbustivas, *Baccharis uncinella*, facilitação

SEED RAIN AND SEEDLING ESTABLISHMENT OF WOOD SPECIES IN MOSAICS OF ARAUCARIA FOREST AND CAMPOS GRASSLAND IN SOUTHERN BRASIL

ABSTRACT

Mechanisms of seed dispersal and recruitment avoid intraspecific competition and are crucial steps for the establishment of populations in new sites. In transition areas between forest and grassland, these processes are not spatially random, but often associated to isolated woody individuals in the grassland or to areas with continuous shrub cover. In southern Brazil, Araucaria forest form mosaics with grassland (Campos) and advance of forest over grassland is observed. This dissertation aims at evaluating diaspore dispersal and the pattern of woody plants seedling establishment associated to ecotones between Araucaria forest and grassland and to isolated woody individuals in the grassland matrix. The study was performed in the Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata PUCRS, in São Francisco de Paula, in grassland vegetation excluded from fire and grazing from 14 years, and which is surrounded by forest. Diaspore dispersal was evaluated for eight months by using seed collectors positioned in forest-grassland ecotones with different physiognomies and under isolated woody individuals in the grassland matrix. In a parallel study, permanent plots were evaluated for seedling establishment at the beginning and at the end of the period, which allowed the evaluation of seedling survival and new recruitment. The different types of environment were compared by univariate and multivariate analysis of variance to reveal patterns of seed rain and seedling establishment. The results indicated that both seed dispersal and seedling establishment occur preferentially associated to isolated woody individuals of *Araucaria angustifolia* and to continuous patches of *Baccharis uncinella*. We suggest such environments would function as extensions of more similar forest conditions within the grassland matrix.

Keywords: zoochory, perches, shrublands, *Baccharis uncinella*, facilitation

LISTA DE FIGURAS

2. Dispersão de diásporos de espécies lenhosas florestais em mosaicos de floresta com araucária e campos no sul do Brasil

Figura 1: Esquema ilustrando o coletor de sementes utilizada nesse estudo no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata PUC RS, São Francisco de Paula, RS. As dimensões estão descritas da figura.....25

Figura 2: Diagrama de ordenação da composição de espécies de sementes amostradas em coletores no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata PUC RS. Foi utilizada análise de coordenadas principais com distância de corda entre unidades amostrais com as variáveis transformadas por raiz quadrada. A percentagem de variação contida em cada eixo e as espécies que apresentaram correlação com pelo menos um dos eixos igual ou acima de 0,5 ($r=|0.5|$) estão indicadas. FL (floresta, n=12), BO (borda florestal, n=12), CB (campo com predomínio de *B. uncinella*, n=6), CG (campo com predomínio de gramíneas, n=6), BU (*B. uncinella*, n=14) e AA (*A. angustifolia*, n=14). Mylo (*Myrsine lorentziana*), Crot (*Croton* sp.), Sire (*Siphoneugena reitzii*), Myob (*Myrcia obtecta*), Ilex (*Ilex* spp.).....29

Figura 3: Densidade total de sementes (A) e riqueza de espécies (B) em cada tratamento amostradas em coletores no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata PUC RS. Tratamentos seguidos da mesma letra não diferiram estatisticamente em contrastes pareados usando testes de aleatorização ($\alpha > 0,1$). FL (floresta, n=12), BO (borda florestal, n=12), CB (campo com predomínio de *B. uncinella*, n=6), CG (campo com predomínio de gramíneas, n=6), BU (*B. uncinella*, n=14) e AA (*A. angustifolia*, n=14). O ponto no interior das caixas representa a mediana, as caixas representam o primeiro e o terceiro quartil e as linhas verticais representam a amplitude.....30

Figura 4: Densidade total de sementes de espécies zoocóricas (A) e riqueza de espécies zoocóricas (B) em cada tratamento amostradas em coletores no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata PUC RS. Tratamentos seguidos da mesma letra não diferiram estatisticamente em contrastes pareados usando testes de aleatorização ($\alpha > 0,1$). FL (floresta, n=12), BO (borda florestal, n=12), CB (campo com predomínio de *B. uncinella*, n=6), CG (campo com predomínio de gramíneas, n=6), BU (*B. uncinella*, n=14) e AA (*A. angustifolia*, n=14). O ponto no interior das caixas representa a mediana, as caixas representam o primeiro e o terceiro quartil e as linhas verticais representam a amplitude.....31

Figura 5: Densidade total de sementes de espécies não zoocóricas (A) e riqueza de espécies não zoocóricas (B) em cada tratamento amostradas em coletores no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata PUC RS.. Tratamentos seguidos da mesma letra não diferiram estatisticamente em contrastes pareados usando testes de aleatorização ($\alpha > 0,1$). FL (floresta, n=12), BO (borda florestal, n=12), CB (campo com predomínio de *B. uncinella*, n=6), CG (campo com predomínio de gramíneas, n=6), BU (*B. uncinella*, n=14) e AA (*A. angustifolia*, n=14). O ponto no interior das caixas representa a mediana, as caixas representam o primeiro e o terceiro quartil e as linhas verticais representam a amplitude.....31

3. Recrutamento e sobrevivência de plântulas de espécies lenhosas florestais em mosaicos de floresta com araucária e campos no sul do Brasil

Figura 1: em A foto de plântula de *Myrsine lorentziana* (Mez) Arechav etiquetada; em B demonstração das parcelas utilizadas nesse estudo e das plântulas identificadas e marcadas para a avaliação dos indivíduos sobreviventes durante o segundo levantamento no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata PUC RS.....44

Figura 2: Médias e desvios padrão de densidade (indivíduos por m²) e de riqueza de táxons em cada tratamento, para o primeiro levantamento, proporção de sobrevivência (plântulas que permaneceram até o segundo levantamento) e de recrutamento (plântulas que emergiram após o primeiro levantamento) no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata PUC RS. As letras acima das barras indicam diferença significativa entre tratamentos. $P(Qb^o \geq Qb) < 0,1$. Tratamentos: floresta (FL), borda (BO), campo com predomínio de *B. uncinella* (CB), campo com predomínio de gramíneas (CG), *B. uncinella* (BU) e *A. angustifolia* (AA). O número de unidades amostrais foi: FL=12, BO=12; CB=6, CG=6, BU=14 e AA=14. Exceto para a análise de taxa de sobrevivência, em que o número de unidades amostrais mudou, pois foram consideradas apenas as unidades que possuíam plântulas no primeiro levantamento: FL=12, BO=11; CB=6, CG=2, BU=3 e AA=12.....51

LISTA DE TABELAS

2. Dispersão de diásporos de espécies lenhosas florestais em mosaicos de floresta com araucária e campos no sul do Brasil

Tabela 1: Frequência absoluta (FA; percentagem de unidades amostrais, por tratamento, em que o táxon ocorreu) e densidade média (DM; número de sementes por m² de área total de coletores por unidade amostral) por tratamento. A análise de variância com teste de aleatorização indicou que os tratamentos diferem estatisticamente ($P=0,001$). Tratamentos seguidos de mesma letra não diferiram estatisticamente em contrastes pareados ($\alpha > 0,1$). FL (floresta, n=12), BO (borda florestal, n=12), CB (campo com predomínio de *B. uncinella*, n=6), CG (campo com predomínio de gramíneas, n=6), BU (*B. uncinella*, n=14) e AA (*A. angustifolia*, n=14).....28

3. Recrutamento e sobrevivência de plântulas de espécies lenhosas florestais em mosaicos de floresta com araucária e campos no sul do Brasil

Tabela 1: Frequência absoluta (FA; % de parcelas com a espécie presente) e densidade média (DM; indivíduos por m²) por tratamento dos táxons presentes no primeiro levantamento no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata PUC RS. A análise de variância com teste de aleatorização indicou que os tratamentos diferem estatisticamente ($P=0,0001$). Tratamentos seguidos de mesma letra não diferiram estatisticamente em contrastes pareados ($\alpha > 0,1$). FL (floresta, n=12), BO (borda florestal, n=11), CB (campo com predomínio de *B. uncinella*, n=6), CG (campo com predomínio de gramíneas, n=2), BU (*B. uncinella*, n=3) e AA (*A. angustifolia*, n=12).....48

Tabela 2: Frequência absoluta (FA; % de parcelas com a espécie presente) e percentual de sobrevivência média (TS) por tratamento dos táxons de plântulas sobreviventes (que permaneceram até o segundo levantamento) no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata PUC RS. A análise de variância com teste de aleatorização indicou que os tratamentos diferem estatisticamente ($P=0,0001$). Tratamentos seguidos de mesma letra não diferiram estatisticamente em contrastes pareados ($\alpha > 0,1$). FL (floresta, n=12), BO (borda florestal, n=11), CB (campo com predomínio de *B. uncinella*, n=6), CG (campo com predomínio de gramíneas, n=2), BU (*B. uncinella*, n=3) e AA (*A. angustifolia*, n=12).....49

Tabela 3: Frequência absoluta (FA; % de parcelas com a espécie presente) e densidade média (DM; indivíduos por m²) por tratamento dos táxons de plântulas recrutantes (que emergiram após o primeiro levantamento) no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata PUC RS. A análise de variância com teste de aleatorização indicou que os tratamentos diferem estatisticamente ($P=0,079$). Tratamentos seguidos de mesma letra não diferiram estatisticamente em contrastes pareados ($\alpha > 0,1$). FL (floresta, n=12), BO (borda florestal, n=12), CB (campo com predomínio de *B. uncinella*, n=6), CG (campo com predomínio de gramíneas, n=6), BU (*B. uncinella*, n=14) e AA (*A. angustifolia*, n=14).....50

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice 1: Área de estudo. Em A, localização do Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata PUCRS (CPCN) na América do Sul (São Francisco de Paula, RS); em B, vista aérea do campo insular no CPCN, com a disposição das unidades amostrais identificando os tratamentos: pares de *Araucaria angustifolia* e *Baccharis uncinella* isolados (triângulos); transições floresta e campo com predomínio de gramíneas (círculo branco) e campo com predomínio de *Baccharis uncinella* (círculo preto).....63

Apêndice 2: Fotografias das áreas de transição floresta e campo e dos indivíduos lenhosos isolados avaliados. Em A e B *A. angustifolia* e *B. uncinella*, respectivamente. Em C área de borda florestal e campo com predomínio de arbustos de *B. uncinella* e em D borda florestal e campo com predomínio de gramíneas.....64

1. INTRODUÇÃO

As espécies vegetais, contrapondo com sua condição sésil na vida adulta, desenvolveram mecanismos de dispersão na fase reprodutiva, reduzindo a competição entre o organismo genitor (planta-mãe) e a prole (plântulas) e entre as próprias plântulas, como também a probabilidade de predação de sementes e plântulas (Howe & Smallwood, 1982; Stiling, 1999; Begon *et al.*, 2006).

As plantas possuem diferentes estruturas morfológicas que possibilitam uma diversidade de estratégias de dispersão, de acordo com os agentes bióticos ou abióticos que participam deste processo como: formas aladas ou flutuadoras para anemocoria e hidrocoria, respectivamente; cores, odores, palatabilidade, tricomas e ganchos para zoocoria (Pijl, 1982; Fenner, 1992; Fenner & Thompson, 2005). No caso de espécies vegetais que fazem uso de agentes bióticos como aves e mamíferos, por exemplo, a dispersão de sementes é vista como uma “troca de favores” entre fauna e flora (Abrahamson, 1989), pois a falta de mobilidade das plantas faz delas dependentes da fauna (Stiling, 1999) na busca de novos sítios de colonização. Como exemplo, os animais frugívoros estariam mais interessados no mesocarpo de frutos carnosos do que nas próprias sementes, sendo a frugivoria freqüentemente mutualística, quando o animal age como um agente dispersor para as plantas (Stiling, 1999) ou quando as sementes tornam-se viáveis à germinação após passarem pelo sistema digestório dos frugívoros .

Entretanto, consumir frutos não é sinônimo de dispersão efetiva, pois isso também depende de como o animal frugívoro deposita as sementes no ambiente (Pizo, 2003). Porém estas estratégias evolutivas relacionadas a zoocoria, principalmente, vêm sendo questionadas, visto que muitas vezes são avistados agentes dispersores consumindo frutos

com características morfológicas não condizentes com a síndrome determinada para tais agentes dispersores (Pizo, 2003).

A unidade de dispersão denomina-se *diásporo* em vegetais superiores (Ferri *et al.*, 1992), sendo essa estrutura também referenciada como *corpos reprodutivos* (Rizzini, 1992) ou ainda unidades orgânicas destinadas à propagação das plantas: *sementes*, *frutos* ou *propágulos* (Vidal & Vidal, 2006).

Com isso, a dispersão de diásporos seria o processo pelo qual essas estruturas são transportadas ou lançadas a maior ou menor distância da planta-mãe (Taiz & Zeiger, 1998) que as originou, sendo o fluxo de diásporos de uma população para dentro ou fora de uma unidade de habitat que determina o potencial dessa população para tal ambiente (Harper, 1977). A condição para que esse processo ocorra é a existência de indivíduos produzindo diásporos e também de agentes dispersores.

Do ponto de vista da planta, a dispersão de frutos e sementes caracteriza o elo entre a última fase reprodutiva da planta e a primeira fase do recrutamento da população através das plântulas (Galetti *et al.* 2006). Já para a fauna (Levey, 1994), os frutos e sementes formam uma importante fonte energética, por serem na maioria das vezes facilmente encontrados, capturados e assimilados (Fleming *et al.* 1987; Galetti *et al.* 2006). Por isso, tanto a dispersão quanto o recrutamento são partes importantes dos processos da dinâmica de vegetação e, para que uma plântula se estabeleça, muitos fatores interferem, como viabilidade das sementes e chegada em sítios seguros que forneçam condições adequadas a este estabelecimento, sendo que isto determinaria a composição das futuras populações (Harper, 1977).

Os termos *estabelecimento* e *recrutamento* são vistos por muitos autores como sinônimos para descrever tanto a germinação (emergência da plântula) quanto a fixação de

determinada plântula após o evento de dispersão. Para Harper (1977), há diferenciação entre os termos, sendo o recrutamento o período logo após a germinação das sementes e estabelecimento é mais usado para referir um período mais tardio. Crawley (1997) utiliza *emergência* de plântulas para o período inicial e para o período mais tardio, recrutamento ou estabelecimento, onde efetivamente o indivíduo se fixa em determinado sítio. Neste estudo, foram utilizados os termos *recrutamento* e *estabelecimento*, respectivamente, para o período logo após a germinação e para o período mais tardio com a fixação do indivíduo em determinado local.

Além da estrutura da vegetação, estudos sobre padrões de plântulas sugerem que a dispersão zoocórica e, conseqüentemente, a presença de animais dispersores são de suma importância em áreas de expansão florestal na região do planalto sul-rio-grandense (Duarte *et al.* 2006a, Duarte *et al.* 2006b, Fontoura *et al.* 2006; Zanini *et al.*, 2006; Dos Santos & Pillar, 2007), assim como em outras regiões tropicais, já que a maioria das espécies arbóreas tropicais e subtropicais apresenta propágulos adaptados à dispersão por animais (Pijl, 1972).

Mudanças no padrão espacial do estabelecimento de plântulas podem afetar a distribuição dos indivíduos adultos (Bleher & Bohning-Gaese, 2001). A relação entre heterogeneidade ambiental e a composição da vegetação adulta, às vezes, não é tão clara (Harper, 1977), pois muitos fatores, como colonização, facilitação e competição, estão associados à dinâmica da vegetação (Crawley, 1997).

A colonização depende da presença de diásporos no banco de sementes do solo ou da imigração de diásporos de áreas-fonte via dispersores bióticos ou abióticos, bem como das condições micro-ambientais dos sítios de colonização para o estabelecimento de plântulas (Valk, 1992), da aptidão das espécies e do desempenho individual dos

organismos. Na facilitação, uma ou mais espécies propiciam condições favoráveis para o recrutamento e estabelecimento de outras espécies em novos sítios de colonização, seja pela atração de dispersores ou pela modificação das condições micro-ambientais (Guevara. *et al.*, 1992; Callaway & Walker, 1997; Holmgren *et al.*, 1997; Stiling, 1999) ou pela própria interação entre elas e com o meio abiótico (Scarano & Dias, 2004). A competição é vista como mais severa em vegetais do que para a maioria dos grupos animais, pois devido à sua condição de vida sésil não possuem capacidade de escape aos efeitos competitivos (Stiling, 1999). Por exemplo, a competição entre espécies arbóreas com espécies herbáceas campestres costuma ser outro fator importante e normalmente restritivo para o estabelecimento de plântulas de espécies arbóreas em áreas predominantemente campestres, visto que a sobrevivência dessas é reduzida com a cobertura de herbáceas (De Steven, 1991).

Árvores e arbustos em uma matriz campestre influenciam padrões espaciais da vegetação e influenciam processos ecológicos como persistência de organismos e movimentação da fauna, visto que formam sítios favoráveis ao estabelecimento de elementos florestais (Guevara *et al.*, 1992). Tais influências devem-se a alterações microclimáticas, como redução da irradiação solar e estabilidade de temperatura e umidade nestas áreas, permitindo assim a germinação e o estabelecimento de espécies lenhosas que antes não teriam sucesso (Peterson & Haines, 2000). Porém, ocorrem outras barreiras que impedem esse estabelecimento e que funcionariam como forças limitadoras (Nepstad *et al.*, 1996). Dentre elas, alta predação de sementes (Crawley, 1992) e conseqüentemente baixos estoques de propágulos nos bancos de sementes, alta herbivoria e alta mortalidade de plântulas devido, principalmente, à escassez de água. A predação de sementes é considerada crítica, pois altera as proporções de sementes disponíveis em diferentes micro-

hábitats e implica que a viabilidade de sítios seguros para essas sementes dependa da interação entre a distribuição da chuva de sementes, estrutura de hábitat e preferências alimentares dos predadores de sementes (Castro *et al.*, 1999). Outro fator é a ocorrência de chuva de sementes diferenciada que pode compensar as diferenças entre espécies em relação a taxas de germinação e sobrevivência de plântulas (De Steven, 1991).

Como exemplo, estruturas proeminentes em áreas de campo como árvores isoladas, troncos podres (Gómes-Aparicio, 2005; Válio & Scarpa, 2001; Petersen & Haines, 2000; Guevara *et al.*, 1992; Shiels & Walker, 2003) e até mesmo estruturas artificiais (Dos Santos & Pillar, 2007; Zanini & Ganadi, 2005; Holl, 1998) mostraram-se relevantes à colonização de sementes facilitando os processos de sucessão, através de alterações micro-ambientais, como redução da evapotranspiração e radiação solar e com isso mantendo condições de umidade e temperatura favoráveis (Guevara *et al.* 1992). O termo *poleiros* vem sendo usado para designar tais estruturas facilitadoras (Caldato *et al.* 1996; Nepstad *et al.* 1996; Holl, 1998; Melo, 1997; Duarte *et al.*, 2006; Dos Santos & Pillar, 2007).

Formações arbustivas também mostram-se importantes recrutadores de espécies florestais quando comparadas a áreas campestres, onde áreas de campo com adensamento do arbusto fornecem um ambiente favorável para o recrutamento destas espécies, visto que a presença destes arbustos reduz a cobertura de gramíneas através do sombreamento, permitindo assim o estabelecimento de um número maior de plântulas de espécies florestais. Esse processo foi também verificado na Costa Rica, onde a abundância de espécies lenhosas colonizadoras foi drasticamente incrementada com a remoção de gramíneas e de serapilheira (Peterson & Haines, 2000). Fuentes *et al.* (1984) também observaram que formações arbustivas são importantes recrutadoras de sementes quando comparadas a áreas campestres.

A avaliação desses processos, além de fornecer informações importantes para a restauração de florestas e para a compreensão teórica de padrões ecológicos de sucessão e expansão vegetal em sistemas naturais, têm implicações para a conservação de formações campestres naturais. No sul do Brasil tais formações encontram-se sob pressão de conversão de habitats para cultivos agrícolas e silviculturais, além de estarem suscetíveis à expansão florestal natural, quando excluídos de manejo, uma vez que o clima atual é favorável para isso (Pillar, 2003; Pillar *et al.*, 2006). Apesar disso, os campos continuam sendo negligenciados principalmente pelos órgãos ambientais responsáveis pela preservação da natureza (Overbeck *et al.*, 2007). Para sua conservação, práticas de manejo que contemplem a remoção periódica da vegetação lenhosa seriam necessárias para prevenir o desenvolvimento de formações arbustivas e, posteriormente, florestais, caso o intuito seja conservar comunidades e ecossistemas campestres (Overbeck *et al.*, 2007).

No planalto sul-brasileiro, as florestas com *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze constituem a principal formação florestal da região nordeste do Rio Grande do Sul. Nessa região, tais florestas, classificadas como Floresta Ombrófila Mista (RADAMBRASIL, 1986), ocorrem tanto como formações contínuas quanto dispostas em manchas isoladas (*capões*) nos campos. As formações de florestas e campos se misturam na paisagem formando um mosaico, como inicialmente descrito por Rambo (1956) e Klein (1960). Estudos paleo-palinológicos (Behling, 2002; Behling *et al.* 2004) confirmam que esses campos são relictos de uma formação vegetal campestre dominante até cerca de dez mil anos antes do presente e que se intensificando nos últimos quatro mil anos, enquanto predominou um clima mais seco e frio no Pleistoceno e mais seco na primeira metade do Holoceno. Desde então com o aumento da pluviosidade, houve uma transformação da paisagem, com a expansão das áreas de Florestas com Araucária sobre os campos.

Em áreas com exclusão de fogo e de pastejo, o processo de expansão florestal sobre áreas campestres ocorre a partir de bordas de floresta contínua ou de capões inseridos no campo (Pillar, 2003; Duarte *et al.*, 2006b). O avanço da borda florestal é maior em áreas onde o campo apresenta uma fisionomia arbustiva alta, como quando caracterizada pela dominância de *B. uncinella* (Oliveira & Pillar, 2004; Julia M. Hermann, dados não publicados). Nas mesmas condições de exclusão, a expansão pode ocorrer pela colonização “aos saltos” de indivíduos florestais na matriz campestre, como observado na região nordeste do Rio Grande do Sul, onde indivíduos de *A. angustifolia* que se estabelecem no campo, posteriormente facilitam o recrutamento de outras espécies florestais (Klein, 1960; Duarte *et al.*, 2006a). Com isso, o estabelecimento de outros indivíduos arbóreos e arbustivos no campo seria facilitado por espécies arbóreas pioneiras, caracterizando um processo de nucleação (Yarranton, 1974).

A espécie *Baccharis uncinella* DC. (Asteraceae) é um arbusto fisionomicamente predominante em várias outras regiões do planalto sul-brasileiro, principalmente em áreas campestres adjacentes às florestas onde o campo deixa de ser manejado, como no Parque Nacional dos Aparados da Serra (obs. pessoal) e na Estação Ecológica de Aracuri (Waechter *et al.* 1984) e no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata PUCRS (Fidelis *et al.* 2008), sugerindo sua importância em processos de expansão florestal. Portanto, a presença de associações arbustivas em áreas abertas, tal como observado pela presença do *B. uncinella* na região do planalto sul-brasileiro, assim como de árvores isoladas podem ser consideradas facilitadores nos processos de colonização e recrutamento de espécies florestais em áreas originalmente campestres.

Estudos em pastagens abandonadas, os quais propiciam a observação de processos sucessionais (Ricklefs, 2003) similares à expansão florestal, mostram que múltiplos fatores

e suas interações têm influência no sucesso de estabelecimento de espécies arbóreas em habitats campestres, tais como chuva de sementes diferenciada, história de vida, competição, herbivoria e estresse abiótico (De Steven, 1991). A chuva de sementes tende a ser principal fonte de propágulos em sistemas degradados, uma vez que o banco de sementes do solo geralmente fica extremamente comprometido com a degradação (Duncan & Chapman, 1999). Em regiões onde elementos florestais tendem a dispersar-se sobre áreas originalmente não-florestais (e.g., expansão florestal sobre campos naturais), a chuva de sementes também parece ter um papel inicial fundamental, já que o banco de sementes do solo na área não é de espécies florestais. Com isso, o conhecimento dos processos envolvidos na dispersão (chuva de sementes) e no recrutamento de espécies vegetais é de suma importância para a compreensão da dinâmica das formações vegetais (CLARK *et al*, 2004), que futuramente retratará os padrões temporais e espaciais destas formações na paisagem.

Os objetivos gerais desta dissertação são avaliar a chuva de diásporos e o padrão de estabelecimento de plântulas florestais lenhosas em gradientes de floresta-campo e sob indivíduos isolados na matriz campestre e inferir seus efeitos na dinâmica de expansão da Mata com Araucária sobre os Campos de Cima da Serra.

2. CHUVA DE DIÁSPOROS DE ESPÉCIES LENHOSAS FLORESTAIS EM MOSAICOS DE FLORESTA COM ARAUCÁRIA E CAMPOS NO SUL DO BRASIL

2.1 Introdução

Estruturas proeminentes em áreas de campo como árvores isoladas, ao árvores mortas ainda em pé (Guevara *et al.*, 1992; Peterson & Haines, 2000; Válio & Scarpa, 2001; Shiels & Walker, 2003; Clark *et al.* 2004; Gomes-Aparicio, 2005) e até mesmo estruturas verticais artificiais (Holl, 1998; Zanini & Ganade, 2005; Dos Santos & Pillar, 2007) mostraram-se relevantes ao recrutamento de dispersores e ao incremento na chuva de sementes facilitando os processos de sucessão, através de alterações microambinentais, como redução da evapotranspiração e radiação solar e com isso mantendo condições de umidade e temperatura favoráveis ao recrutamento (Guevara *et al.*, 1992). O termo *poleiros* vem sendo usado para designar tais estruturas (Caldato *et al.*, 1996; Nepstad *et al.*, 1996; Holl, 1998; Duarte *et al.*, 2006; Dos Santos & Pillar, 2007).

Formações arbustivas também mostraram-se importantes locais para recrutamento de sementes quando comparadas a áreas campestres (Fuentes *et al.* 1984). Portanto, a presença de associações arbustivas em áreas abertas, tal como observado pela presença do *Baccharis uncinella* DC. na região do planalto sul-brasileiro, assim como de árvores isoladas podem ser consideradas facilitadores de colonização e recrutamento de espécies florestais sobre áreas originalmente campestres. A avaliação desses processos, além de fornecer informações importantes para a restauração de florestas, têm implicações

principalmente à conservação de formações campestres. Apesar deste bioma estar ameaçado, continua sendo negligenciado e, para sua conservação, práticas de manejo, como remoção periódica da vegetação, seriam necessárias para prevenir o desenvolvimento de espécies lenhosas (Overbeck *et al.*, 2007).

Além da estrutura da vegetação, estudos sobre padrões de distribuição de plântulas sugerem que a dispersão zoocórica e, conseqüentemente, a presença de animais dispersores são de suma importância em áreas de expansão florestal na região (Duarte *et al.* 2006a, Duarte *et al.* 2006b, Fontoura *et al.* 2006; Zanini *et al.*, 2006; Dos Santos & Pillar, 2007), assim como em outras regiões tropicais, já que a maioria das espécies arbóreas tropicais e subtropicais apresenta propágulos adaptados à dispersão por animais. Outros mecanismos associados à dispersão das espécies, como colonização, facilitação e competição, também influenciam na dinâmica de comunidades vegetais. A colonização primeiramente depende da presença de diásporos no banco de sementes do solo ou da imigração de diásporos de áreas-fonte via dispersores bióticos ou abióticos (chuva de sementes), bem como das condições micro-ambientais dos sítios de colonização, da aptidão das espécies e da performance individual. Na facilitação, uma ou mais espécies propiciam condições favoráveis para o estabelecimento, crescimento ou desenvolvimento de outras espécies em novos sítios de colonização, seja pela atração de dispersores, pela modificação das condições micro-ambientais (Callaway & Walker, 1997; Holmgren *et al.* 1997; Stiling, 1999) ou pela própria interação entre elas e com o meio abiótico (Scarano & Dias, 2004).

A competição com as espécies campestres também é outro fator importante ao estabelecimento de plântulas florestais nessas áreas, visto que a sobrevivência destas espécies florestais é reduzida com a cobertura de herbáceas (De Steven, 1991). A pouca disponibilidade de luz também parece ser um fator importante para o estabelecimento de

plântulas, como demonstram estudos em mosaicos de Floresta com Araucária e Campos, onde a abundância de espécies lenhosas foi maior na borda entre floresta e campo do que a diferentes distâncias da borda para o interior da floresta (Fontoura *et al.*, 2006). Nepstad *et al.* (1996), na Amazônia, encontraram maior densidade de plântulas em clareiras nas áreas florestais quando comparadas a áreas de pastagem e até mesmo da própria floresta.

No planalto sul-brasileiro a Floresta Ombrófila Mista forma mosaicos com formações campestres (Rambo, 1956; Klein, 1960; Behling *et al.* 2004;) e, em áreas com exclusão de fogo e de pastejo, processos de expansão florestal sobre áreas campestres podem ocorrer junto a bordas de floresta contínua ou de manchas florestais (capões) inseridas no campo (Pillar, 2003; Machado, 2004; Duarte *et al.* 2006b). Sob as mesmas condições, a expansão pode ser pela colonização aos saltos de indivíduos florestais na matriz campestre, como observado na região nordeste do Rio Grande do Sul, onde indivíduos de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (Araucariaceae) que se estabelecem no campo facilitam o recrutamento de outras espécies florestais (Klein, 1960; Duarte *et al.* 2006a).

Observou-se também que o maior avanço da borda florestal ocorreu em áreas onde o campo apresentava uma fisionomia arbustiva alta caracterizada principalmente por indivíduos de *Baccharis uncinella* DC. (Asteraceae) (Oliveira & Pillar, 2004; Julia M. Hermann, dados não publicados). *B. uncinella* é um arbusto fisionomicamente predominante em várias outras regiões do planalto sul-brasileiro, principalmente em áreas campestres adjacentes às florestas onde o campo deixa de ser manejado, como no Parque Nacional dos Aparados da Serra (obs. pessoal) e na Estação Ecológica de Aracuri (Waechter *et al.* 1984), sugerindo sua importância em processos de expansão florestal.

Este trabalho objetiva avaliar a colonização de diásporos de espécies arbóreas em um mosaico de Floresta Ombrófila Mista e Campos no Rio Grande do Sul. Para tanto, são quantificadas a abundância de diásporos dispersados em áreas de transição floresta-campo (zonas de borda) e sob indivíduos arbustivos de *B. uncinella* e sob árvores de *A. angustifolia* isolados na matriz campestre, com vistas a inferir relações entre dispersão de diásporos e a dinâmica de expansão da floresta sobre os campos.

2.2 Material e métodos

Área de estudo

O estudo foi realizado no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza (CPCN) Pró-Mata PUCRS, município de São Francisco de Paula, região nordeste do Estado do Rio Grande do Sul (RS), em uma área de 78 ha, com predominância de vegetação campestre circundada por florestas. A altitude é de aproximadamente 912 m. A temperatura média anual em São Francisco de Paula é de 14,5 °C, com médias de temperaturas máximas e mínimas de 20,3 °C e 9,9 °C, respectivamente. A região apresenta altos índices pluviométricos durante todo o ano, sendo a média anual de 2252 mm (Backes *et al.* 2000). O CPCN Pró-Mata abrange uma zona caracterizada pelo encontro de três formações vegetais importantes: os Campos de Cima da Serra e a Floresta Ombrófila Mista ou Floresta com Araucária nas áreas de maior altitude e a Floresta Ombrófila Densa ou Mata Atlântica nas regiões de encosta (Marchiori, 2002). Uma das peculiaridades da área de estudo é a exclusão do fogo e do pastejo desde 1993 (Oliveira & Pillar, 2004) (Apêndice 1).

Avaliação da chuva de sementes

A chuva de sementes foi avaliada com o uso de coletores para retenção dos diásporos (frutos e sementes), confeccionados com canos de PVC, tela plástica com malha de 2 mm, linha de nylon e arame galvanizado (Fig. 2). Os coletores foram posicionados a uma altura de 50 cm do solo, coincidindo com a altura média do estrato de gramíneas nas áreas de campo. Portanto, neste estudo não foi avaliada a dispersão de sementes em nível de solo, apenas aquelas dispersas por aves ou morcegos, as autocóricas e as anemocóricas. Os diásporos foram removidos dos coletores mensalmente entre dezembro de 2006 e junho de 2007. O material coletado foi acondicionado em sacos de papel e posteriormente triado em laboratório. Para a identificação das sementes e frutos foram utilizados material da literatura, exsicatas do Herbário Instituto de Biociências (ICN) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e do Laboratório de Botânica do Museu de Ciências e Tecnologia Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS), assim como de exemplares coletados no CPCN Pró-Mata para confirmação da identificação das espécies. Embora tanto frutos quanto sementes fossem capturados nos coletores, para as análises dos dados foi utilizado o número estimado de sementes. Para tanto, para aquelas espécies cujos diásporos eram frutos, fez-se a estimativa a partir da multiplicação do número de frutos pelo número médio de sementes por fruto. Os valores médios de sementes por fruto foram obtidos com informações da literatura (Reitz, 1969 a 1989) ou, quando não havia esta informação, pela contagem do número de sementes em 30 frutos de cada espécie. A precisão dessa estimativa foi avaliada por auto-reamostragem (método *bootstrap*, Pillar 1998) com o aplicativo computacional MULTIV (Pillar, 2007). Quando possível, as sementes foram identificadas em nível de espécie, caso contrário foram mantidas em nível de gênero ou família, estas segundo delimitação de APG II (2003). Entretanto, todos os níveis taxonômicos das sementes foram doravante considerados espécies, para cálculos de

riqueza e diversidade. Todas as espécies de sementes foram caracterizadas quanto à síndrome de dispersão (Pijl, 1982).

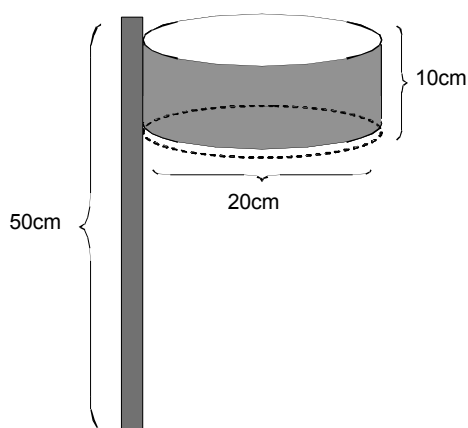


Figura 1: Esquema ilustrando o coletor de sementes utilizada nesse estudo no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata PUC RS, São Francisco de Paula, RS. As dimensões estão descritas da figura.

Delineamento amostral

Os coletores foram instalados em seis tipos de ambiente (tratamentos) estruturalmente distintos, localizados na transição floresta-campo (zonas de borda) e também sob indivíduos isolados (poleiros) na matriz campestre (Apêndice 2). Na transição floresta-campo, coletores foram instalados na floresta (FL; *ca.* 10 m da borda), na borda florestal (BO; limite dos indivíduos arbóreos da floresta contínua), em áreas de campo com predomínio de *B. uncinella* (CB) e em áreas de campo com predomínio de gramíneas (CG; em ambos os casos, numa distância aproximada de 10 m da borda). As espécies lenhosas utilizadas para avaliar a condição de poleiros foram *A. angustifolia* (AA) e *B. uncinella* (BU), por serem importantes no processo de expansão florestal em áreas de campo excluído

no planalto sul-brasileiro (Oliveira & Pillar, 2004; Duarte *et al.* 2006a; Dos Santos & Pillar, 2007; Duarte *et al.* submetido; Julia M. Hermann, dados não publicados).

Na transição floresta-campo foram selecionados 12 locais de amostragem, cuja disposição dos coletores seguiu o gradiente FL-BO-CB/CG. Cada local era composto de nove pares de coletores, considerados como parcelas. Cada seis parcelas equivaleram a uma unidade amostral (UA), ou seja, eram três unidades amostrais por local, tendo cada unidade amostral 0,188 m² de área. Assim, considerando a combinação de BO-CB ou BO-CG, os tratamentos de CB e CG tiveram seis unidades amostrais cada, enquanto o FL foram representados por 12 cada.

Como poleiros, foram selecionados 14 indivíduos de *A. angustifolia* (AA) e 14 de *B. uncinella* (BU), que estavam localizados a uma distância máxima de 100 m da borda florestal mais próxima e isolados na matriz campestre. O número de coletores instalados sob cada poleiro seguiu o critério de dispoem-se dois coletores a cada 10 m² de área de copa. Os indivíduos de *A. angustifolia* tiveram seis coletores em média e os indivíduos de *B. uncinella*, por não apresentarem área de copa superior a 10 m², tiveram dois coletores em cada. Cada indivíduo foi considerado uma unidade amostral, onde foram somados as abundâncias de sementes de todas os coletores sob cada indivíduo, formando uma amostra composta.

Análise dos dados

Os dados obtidos de cada unidade amostral serviram de base para a descrição da comunidade de espécies florestais lenhosas dispersadas para as áreas campestres. Para as análises foi utilizado o somatório de sementes de cada espécie coletadas durante os sete meses de amostragem em cada unidade amostral. Foram testadas, usando análises de

variância com teste de aleatorização (Pillar & Orlóci 1996), as hipóteses de independência entre os tratamentos (FL, BO, CB, CG, AA e BU) quanto à composição de espécies, densidade total de sementes (número de sementes por m² de área total de coletores por unidade amostral) e proporção de espécies zoocóricas e não zoocóricas.

A análise de variância foi multivariada (MANOVA) quando os tratamentos foram comparados quanto à composição de espécies de sementes e univariada (ANOVA) quando o foram quanto à densidade total de sementes e a riqueza de espécies. Os testes de aleatorização usaram somas de quadrados computadas a partir de distâncias euclidianas (ANOVA) e de distância de corda (MANOVA) e as probabilidades em cada teste foram geradas com base em 10.000 permutações aleatórias (Pillar & Orlóci, 1996). Sempre que a hipótese de independência entre tratamentos foi rejeitada, contrastes foram avaliados via testes de aleatorização para identificar quais tratamentos diferiram estatisticamente (Pillar & Orlóci 1996). Previamente às análises, os dados foram transformados por raiz quadrada (Podani, 2000), exceto nos testes em que foi avaliada a riqueza de espécies, em que os dados não foram transformados. Também foi utilizado método de ordenação para avaliar a composição de espécies, através de Análise de Coordenadas Principais, tendo como medida de semelhança distância de corda entre unidades amostrais. Todas as análises foram realizadas no programa de estatística MULTIV (Pillar, 2007).

2.3 Resultados

Do total de 3.505 sementes coletadas, foram encontradas 18 táxons de sementes, dos quais 82,4% apresentaram síndrome zoocórica e 17,6% não zoocórica. Os tratamentos FL e BO foram caracterizados por uma alta densidade de sementes, com 70% e 23% do total,

respectivamente; o tratamento AA apresentou 6%, enquanto que CB, BU e CG apresentaram menos de 1% do total de sementes: 0,65%, 0,25% e 0,1% respectivamente. Em relação à composição de espécies, houve diferença significativa entre os tratamentos, exceto: AA e CB ($p= 0.424$), BU e CG ($p= 0.677$), BO e CB ($p= 0.204$) e CG e CB ($p=0,241$). O padrão de distribuição das espécies de sementes conforme os tratamentos pode ser visualizado no diagrama de dispersão obtido pela análise de ordenação (Fig. 2). Sementes de *Croton* sp. predominam nas unidades amostrais de borda, ao passo que *Myrsine lorentziana* caracteriza áreas sob poleiros de Araucária e as áreas na floresta tipicamente apresentam mais espécies simultaneamente.

Tabela 1: Frequência absoluta (FA; percentagem de unidades amostrais, por tratamento, em que o táxon ocorreu) e densidade média (DM; número de sementes por m² de área total de coletores por unidade amostral) por tratamento. A análise de variância com teste de aleatorização indicou que os tratamentos diferem estatisticamente ($P=0,001$). Tratamentos seguidos de mesma letra não diferiram estatisticamente em contrastes pareados ($\alpha > 0,1$). FL (floresta, n=12), BO (borda florestal, n=12), CB (campo com predomínio de *B. uncinella*, n=6), CG (campo com predomínio de gramíneas, n=6), BU (*B. uncinella*, n=14) e AA (*A. angustifolia*, n=14).

Táxons	FL ^a		BO ^b		CB ^{bcd}		CG ^{de}		BU ^e		AA ^c	
	FA	DM	FA	DM	FA	DM	FA	DM	FA	DM	FA	DM
<i>Siphoneugena reitzii</i> D. Legrand	67	6,36										
<i>Drimys angustifolia</i> Miers	75	4,62							7	0,28		
<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	100	15,87	33	1,34								
<i>Ilex</i> spp.	92	13,34	17	1,11	33	0,77					21	0,81
Myrtaceae	83	6,09	33	1,49	17	0,38					36	1,42
<i>Myrsine lorentziana</i> (Mez) Arechav.	67	5,13	42	1,91	50	1,31					43	2,15
<i>Miconia hiemalis</i> A. St.-Hil. & Naudin ex Naudin	33	2,17	33	4,94	17	0,38					14	0,59
Asteraceae	83	8,49	75	5,26	33	1,40	17	0,54				
<i>Croton</i> sp.			42	3,87	17	0,38			7	0,28		
<i>Miconia cinerascens</i> Miq.	67	4,08	33	2,42								
<i>Mimosa scabrella</i> Benth.	33	2,21	33	2,59								
<i>Pinus</i> spp.	25	0,73										
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol) Kuntze	17	0,38									14	0,80
<i>Podocarpus lambertii</i> Klotzsch ex Endl.	8	1,63	17	2,42								
Melastomataceae	8	0,74										
<i>Tibouchina selowiana</i> (Cham.) Cogn.	8	0,51										
<i>Croton tenuissimus</i> Baill.			8	0,69								
<i>Rhamnus sphaerosperma</i> Sw.			8	0,69								

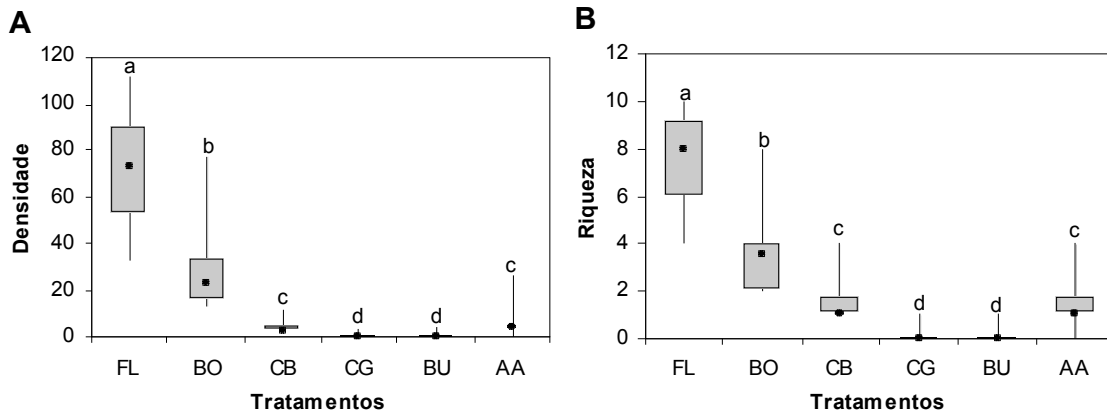


Figura 3: Densidade total de sementes (A) e riqueza de espécies (B) em cada tratamento amostradas em coletores no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata PUC RS. Tratamentos seguidos da mesma letra não diferiram estatisticamente em contrastes pareados usando testes de aleatorização ($\alpha > 0,1$). FL (floresta, n=12), BO (borda florestal, n=12), CB (campo com predomínio de *B. uncinella*, n=6), CG (campo com predomínio de gramíneas, n=6), BU (*B. uncinella*, n=14) e AA (*A. angustifolia*, n=14). O ponto no interior das caixas representa a mediana, as caixas representam o primeiro e o terceiro quartil e as linhas verticais representam a amplitude.

Considerando apenas as espécies zoocóricas quanto à densidade total de sementes, os tratamentos que não apresentaram diferença significativa foram: AA e CB ($p=0,149$) e BU e CG ($p=1$) (Fig. 4A). Quanto à riqueza de espécies, os tratamentos que não apresentaram independência foram: AA e BO, AA e CB, BU e CG, e BO e CB (Fig. 4B).

No teste em que os tratamentos foram avaliados quanto à densidade de sementes e riqueza de espécies não zoocóricas os tratamentos que não apresentaram diferença foram: AA-BU e BU-CG ($p=1$), AA e BO ($p=0,30$) e FL e BO ($p=0,87$) (Fig. 5).

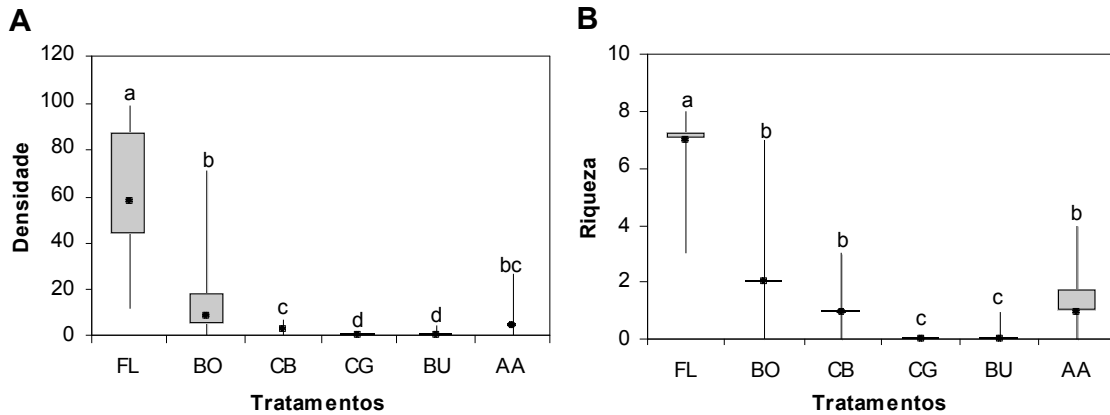


Figura 4: Densidade total de sementes de espécies zoocóricas (A) e riqueza de espécies zoocóricas (B) em cada tratamento amostradas em coletores no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata PUC RS. Tratamentos seguidos da mesma letra não diferiram estatisticamente em contrastes pareados usando testes de aleatorização ($\alpha > 0,1$). FL (floresta, n=12), BO (borda florestal, n=12), CB (campo com predomínio de *B. uncinella*, n=6), CG (campo com predomínio de gramíneas, n=6), BU (*B. uncinella*, n=14) e AA (*A. angustifolia*, n=14). O ponto no interior das caixas representa a mediana, as caixas representam o primeiro e o terceiro quartil e as linhas verticais representam a amplitude.

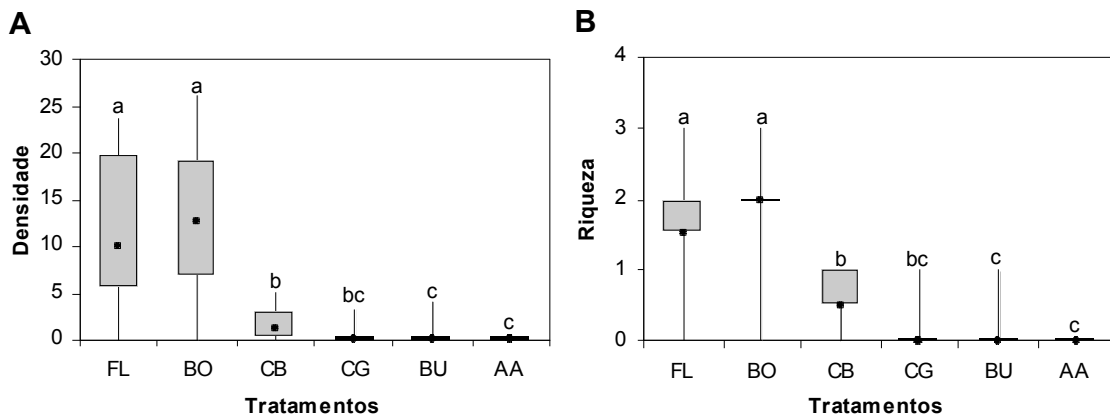


Figura 5: Densidade total de sementes de espécies não zoocóricas (A) e riqueza de espécies não zoocóricas (B) em cada tratamento amostradas em coletores no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata PUC RS.. Tratamentos seguidos da mesma letra não diferiram estatisticamente em contrastes pareados usando testes de aleatorização ($\alpha > 0,1$). FL (floresta, n=12), BO (borda florestal, n=12), CB (campo com predomínio de *B. uncinella*, n=6), CG (campo com predomínio de gramíneas, n=6), BU (*B. uncinella*, n=14) e

AA (*A. angustifolia*, n=14). O ponto no interior das caixas representa a mediana, as caixas representam o primeiro e o terceiro quartil e as linhas verticais representam a amplitude.

2.4 Discussão

O processo de dispersão zoocórica também se mostrou predominante nos subtrópicos em áreas de encontro entre Floresta com Araucária e Campos, como já descrito para regiões tropicais (Howe & Smallwood, 1982; Willson *et al.* 1989). Nas áreas de campo, indivíduos isolados de *A. angustifolia* e as formações arbustivas da *B. uncinella* apresentaram maior chuva de sementes do que as áreas de campo e do que indivíduos de *B. uncinella* isolados, corroborando com outros estudos que também verificaram que estruturas proeminentes em áreas de campo incrementam a chuva de sementes (Fuentes *et al.* 1984; Holl, 1998; Duncan & Chapman, 1999; Shiels & Walker, 2003). Os resultados diferenciados entre indivíduos isolados de *A. angustifolia* e *B. uncinella* quanto à densidade de sementes podem ser relacionados às diferenças de altura destas espécies, visto que a *A. angustifolia* é um poleiro de maior porte, podendo acarretar diferenças de uso preferencial da avifauna. Estas diferenças também foram encontradas em pastagens na África por Duncan & Chapman (1999), em que a deposição de sementes em áreas campestres foi proporcional à altura das árvores isoladas.

Em relação à composição de espécies, apesar de indivíduos de *B. uncinella* apresentarem mais sementes depositadas do que as áreas de campo, as diferenças entre estes tratamentos não foram significativas, sendo este poleiro pouco representativo para o recrutamento de sementes. Já os indivíduos de *A. angustifolia* foram semelhantes às formações arbustivas de *B. uncinella*, e por sua vez estas formações arbustivas foram semelhantes às áreas de bordas florestais. Isto sugere que as formações arbustivas e

indivíduos de *A. angustifolia* comportam-se como extensões das bordas florestais sobre as áreas campestres, o que poderia acelerar os processos sucessionais de áreas florestais sobre os campos. Estes resultados da chuva de sementes corroboram as idéias de Klein (1960) de que a expansão da Floresta com Araucária sobre os campos ocorre aos saltos, através de indivíduos de *A. angustifolia* na matriz campestre e também pela expansão das bordas florestais, como também observado por Duarte *et al.* (2006) em que foi avaliada a presença de plântulas associadas a indivíduos isolados de *A. angustifolia* e como verificado por Oliveira & Pillar (2004), em que áreas de formações arbustivas de *B. uncinella* foram mais favoráveis à expansão da Floresta com Araucária sobre os campos. Quanto à densidade total de sementes e riqueza de espécies, houve um gradiente de transição de áreas florestais para áreas campestres, tendo as áreas florestais valores maiores, como também encontrado por Holl (2000) na Costa Rica, e possuindo valores intermediários para árvores de *A. angustifolia* e formações arbustivas de *B. uncinella*. Isto sugere que possivelmente há também um gradiente de fauna dispersora relacionados com a estrutura da vegetação nestas áreas de transição floresta-campo. Segundo De Steven (1991), enquanto a chuva de sementes para áreas de campo abandonadas depende da composição da comunidade próxima (área-fonte), outras diferenças intrínsecas entre as espécies podem afetar a chegada de sementes das mesmas, como uma fauna diferenciada de dispersores.

As análises quanto às síndromes de dispersão reforçam que a dispersão zoocórica é o principal guia nos processos de expansão florestal nestas áreas de ecótonos, visto que em relação a espécies com dispersão não zoocórica, não há sítios preferenciais de deposição de sementes nas áreas campestres, exceto nas formações arbustivas de *B. uncinella*, em que o recrutamento destas sementes foi maior depois de áreas de bordas e de floresta. Essas formações podem estar funcionando como anteparo para estas sementes anemocóricas, pois

são formações mais densas do que árvores ou arbustos isolados no campo. Padrão semelhante também foi encontrado no Chile por Fuentes *et al.* (1984) em que formações arbustivas recrutaram mais sementes não zoocóricas em áreas campestres.

2.4 Referências bibliográficas

- APG II. 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Botanical Journal of the Linnean Society* 141(4): 399–436.
- Backes, A., Fernandes, A.V. & Zeni, D.J. (2000). Produção de folheto em uma floresta com *Araucaria angustifolia* no sul do Brasil. *Pesquisas (Botânica)* 50: 97-117.
- Behling, H., V.D. Pillar, L. Orlóci & S.G. Bauermann. 2004. Late Quaternary *Araucaria* forest, grassland (Campos), fire and climate dynamics, studied by high-resolution pollen, charcoal and multivariate analysis of Cambará do Sul core in southern Brazil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 203: 277-297.
- Calaway, R.M. & Walker, L.R. 1997. Competition and facilitation: a synthetic approach to interactions in plant communities. *Ecology* 78(7): 1958-1965.
- Caldato, S.L., Floss, P.A., Da Croce, D.M. & Longhi, S.J. 1996. Estudo da regeneração natural, banco de sementes e chuva de sementes na Reserva Genética Florestal de Caçador, SC. *Ciência Florestal* 6(1): 27-38.
- Clark, C.J., Poulsen, J.R., Connor, E.F., Parker, V.T. 2004. Fruiting trees as dispersal foci in a semi-deciduous tropical forest. *Oecologia* 139: 66-75.
- De Steven, D. 1991. Experiments on mechanisms of tree establishment in old-field succession: seedling survival and growth. *Ecology* 72(3): 1076-1088.
- Dos Santos, M.M.G.; Pillar, V.D. 2007. Influência de poleiros naturais e artificiais na expansão da Floresta com Araucária sobre os campos, em São Francisco de Paula, RS. *Revista Brasileira de Biociências* 5(1): 594-596.

- Duarte, L. da S., Dos Santos, M.M.G., Hartz, S.M. & Pillar, V.D. 2006a. Role of nurse plants in Araucaria Forest expansion over grassland in south Brazil. *Austral Ecology* 31: 520-528.
- Duarte, L. da S., Machado, R.E., Hartz, S.M., Pillar, V.D. 2006b. What saplings can tell us about Forest expansion over natural grasslands. *Journal of Vegetation Science* 17: 799-808.
- Duncan, R.S. & Chapman, C.A. 1999. Seed dispersal and potential Forest succession in abandoned agriculture in tropical Africa. *Ecological Applications* 9(3): 998-1008.
- Fontoura, S.B., Ganade, G. & Larocca, J. 2006. Changes in plant community diversity and composition across edge between Araucaria Forest and pasture in South Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 29(1): 79-91.
- Fuentes, E.R. Otaiza, R.D., Alliende, M.C., Hoffmann, A., Poiani, A. 1984. Shrub clumps of the Chilean matorral vegetation – structure and possible maintenance mechanisms. *Oecologia* 62: 405-411.
- Gómez-Aparicio, L., Gómez, J.M., Zamora, R., Boettinger, J.L. 2005. Canopy vs. soil effects of shrubs facilitating tree seedlings in Mediterranean montane ecosystems. *Journal of Vegetation Science* 16: 191-198.
- Guevara, S., Meave, J., Moreno-Cassola, P., Laborde, J. 1992. Floristic composition and structure of vegetation under isolated tress in neotropical pastures. *Journal of Vegetation Science* 3:655-664.
- Holl, K.D., Loik, M.E., Lin, E.H.V. & Samuels, I.A. 2000. Tropical montane Forest restoration in Costa Rica: overcoming barriers to dispersal and establishment. *Restoration Ecology* 8(4): 339-349.
- Holl, K.D. 1998. Do bird perching structure elevate seed rain and seedling establishment in abandoned tropical pasture? *Restoration Ecology* 6: 253-261.
- Holmgren, M., Scheffer, M. & Huston, M. A. 1997. The interplay of facilitation and competition in plant communities. *Ecology* 78(7): 1966-1975.

- Howe, H.F. & Smallwood, J. (1982). Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics* 13: 201-228.
- Klein, R.M. 1960. O aspecto dinâmico do pinheiro brasileiro. *Sellowia* 12: 17-44.
- Machado, R.E. 2004. Padrões vegetacionais em capões de floresta com araucária no planalto nordeste do Rio Grande do Sul, Brasil. MSC. Dissertação, UFRGS, Porto Alegre.
- Marchiori, J.N.C. 2002. Fitogeografia do Rio Grande do Sul: enfoque histórico e sistemas de classificação. EST Edições, Porto Alegre.
- Nepstad, D.C., Uhl, C., Pereira, C.A. & Silva, J.M.C. 1996. A comparative study of tree establishment in abandoned pasture and mature forest of eastern Amazonia. *Oikos* 76: 25-39.
- Oliveira, J.M. & V.D. Pillar. 2004. Vegetation dynamics on mosaics of Campos and Araucaria forest between 1974 and 1999 in Southern Brazil. *Community Ecology* 5(2): 197-202.
- Overbeck, G.E., Müller, S.C., Fidelis, A., Pfadenhauer, J., Pillar, V.D., Blanco, C.C., Boldrini, I. I., Both, R. & Forneck, E.D. 2007. Brazil's neglected biome: the South Brazilian Campos. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 9: 101-116.
- Peterson, C.J., Haines, B.L. 2000. Early successional patterns and potential facilitation of woody plant colonization by rotting logs in Premontane Costa Rican pastures. *Restoration Ecology* 8(4): 361-369.
- Pijl, L. van der. 1982. Principals of dispersal in higher plants. Springer-Verlag, New York.
- Pillar, V.D. 1998. Sampling sufficiency in ecological surveys. *Abstracta Botanica* 22: 37-48.
- Pillar, V.D. 2003. Dinâmica da expansão florestal em mosaicos de floresta e campos no sul do Brasil. In: Claudino-Sales, V. (ed.) *Ecosistemas Brasileiros: Manejo e Conservação*. p. 209-216. Expressão Gráfica, Fortaleza.

- Pillar, V.D. 2007. MULTIV, software para análise multivariada, testes de hipóteses e auto-reamostragens. Porto Alegre, Departamento de Ecologia, UFRGS(versions 2.5b for Machintosh and Windows available at: <http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br>).
- Pillar, V.D. & L. Orlóci. 1996. On randomization testing in vegetation science: multifactor comparisons of relevé groups. *Journal of Vegetation Science* 7: 585-592.
- Podani, J. 2000. Multivariate data analysis in Ecology and Systematics. The Hauge, SPB Academic Publishing.
- Rambo, B. 1956. A fisionomia do Rio Grande do Sul. 2ª Ed. Editora Selbach & Cia, Porto Alegre.
- Reitz, R. 1965-1989. Flora Ilustrada Catarinense. Herbário Barbosa Rodriguez, Itajaí.
- Scarano, F.R., Dias, A.T.C. 2004. A importância de espécies no funcionamento de comunidades e ecossistemas. In: Coelho, A.S., Loyola, R.D. & Souza, M.B.G., Ecologia teórica: desafios para o aperfeiçoamento da Ecologia no Brasil. p. 43-60. O lutador, Belo Horizonte.
- Stiling, P. 1999. Ecology, theories and applications. 3rd Edition. Prentice Hall, USA.
- Shiels, A.B., Walker, L.R. 2003. Bird perches increase forest seeds on Puerto Rican landslides. Bird perches increase forest seeds on Puerto Rican landslides. *Restoration Ecology* 11(4): 457-465.
- Válio, I.F.M. & Scarpa, F.M. 2001. Germination of seeds of tropical pioneer species under controlled and natural conditions. *Revista brasileira de Botânica* 24(1): 79-84.
- Waechter, J.L., Cestaro, L.A. & Miotto, S.T.S. 1984. Vegetation types in the Ecological Station of Aracuri, Esmeralda, Rio Grande do Sul, Brazil. *Phytocoenologia* 12(2,3): 261-269.
- 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(2): 133-147.
- Zanini, L., Ganade, G. 2005. Restoration of Araucaria Forest: the role of perches, pioneer vegetation, and soil fertility. *Restoration Ecology* 13(3): 507-514.

Zanini, L., Ganade, G. & Hübel, I. 2006. Facilitation and competition influence succession in subtropical old field. *Plant Ecology* 185: 179-190.

3. ESTABELECIMENTO DE PLÂNTULAS DE ESPÉCIES LENHOSAS FLORESTAIS EM MOSAICOS DE FLORESTA COM ARAUCÁRIA E CAMPOS NO SUL DO BRASIL

Introdução

Árvores e arbustos em uma matriz campestre definem padrões espaciais da vegetação e influenciam processos ecológicos como persistência de organismos e movimentação da fauna, visto que formam sítios favoráveis ao estabelecimento de elementos florestais (Guevara *et al.*, 1992). Tais influências devem-se a alterações microclimáticas como redução da irradiação solar e estabilidade de temperatura e umidade nestas áreas, permitindo assim a germinação e estabelecimento de espécies lenhosas que antes não teriam sucesso (Peterson & Haines, 2000). Porém, ocorrem outras barreiras que impedem este estabelecimento que funcionariam como forças limitadoras (Nepstad *et al.*, 1996). Dentre elas, alta predação de sementes (Crawley, 1992) e conseqüentemente baixos estoques de propágulos nos bancos de sementes, alta herbivoria e alta mortalidade de plântulas devido, principalmente, à escassez de água. A predação de sementes é considerada crítica, pois altera as proporções de sementes disponíveis em diferentes micro-habitats e implica que a viabilidade de sítios seguros para essas sementes dependa da interação entre a distribuição da chuva de sementes, estrutura de habitat e preferências alimentares dos predadores de sementes e abundância destes (Castro *et al.*, 1999). Outro fator é a ocorrência de chuva de sementes diferenciada entre ambientes, que pode

compensar as diferenças entre espécies em relação a taxas de germinação e sobrevivência de plântulas (De Steven, 1991).

Mecanismos de colonização, facilitação e competição, associados à dispersão das espécies, influenciam na dinâmica de comunidades vegetais. A colonização depende da presença de diásporos no banco de sementes do solo ou da imigração de diásporos de áreas-fonte via dispersores bióticos ou abióticos, bem como das condições micro-ambientais dos sítios de colonização para o estabelecimento de plântulas (Valk, 1992), da aptidão das espécies e do desempenho individual dos organismos. Na facilitação, uma ou mais espécies propiciam condições favoráveis para o recrutamento e estabelecimento de outras espécies em novos sítios de colonização, seja pela atração de dispersores ou pela modificação das condições microambientais (Guevara. *et al.*, 1992; Callaway & Walker, 1997; Holmgren *et al.*, 1997; Stiling, 1999) ou pela própria interação entre elas e com o meio abiótico (Scarano & Dias, 2004).

A competição é vista como mais severa em vegetais do que para a maioria dos grupos animais, pois devido a sua condição de vida sésil, não possuem capacidade de escape direto aos efeitos competitivos (Stiling, 1999). Por exemplo, a competição com espécies campestres pode ser outro limitante importante ao estabelecimento de plântulas florestais nessas áreas (campos naturais ou pastagens), visto que a sobrevivência destas é reduzida com a cobertura de herbáceas (De Steven, 1991). Estudos em mosaicos de floresta com Araucária e campos mostraram que ocorre maior abundância de espécies lenhosas na borda entre floresta e campo do que a diferentes distâncias da borda para o interior da floresta (Fontoura *et al.*, 2006). Nepstad *et al.* (1996) na Amazônia encontraram maior densidade de plântulas em clareiras nas áreas florestais quando comparadas a áreas de pastagem e até mesmo da própria floresta.

Estruturas proeminentes em áreas de campo como árvores isoladas, árvores mortas e ainda em pé (Guevara *et al.*, 1992; Peterson & Haines, 2000; Válio & Scarpa, 2001; Shiels & Walker, 2003; Clark *et al.*, 2004; Gomes-Aparicio, 2005) mostraram-se relevantes ao recrutamento de sementes e ao estabelecimento de plântulas, facilitando os processos de sucessão. Formações arbustivas também se mostraram importantes recrutadores de sementes quando comparadas a áreas campestres (Fuentes *et al.*, 1984). Portanto, a presença de associações arbustivas em áreas abertas, tal como observado pela presença do *Baccharis uncinella* DC. (Asteraceae) na região do planalto sul-brasileiro (obs. pessoal), assim como de árvores isoladas pode ser considerada facilitadora nos processos de colonização e no recrutamento de espécies florestais sobre áreas originalmente campestres. A avaliação destes processos, além de fornecer informações importantes para a recuperação de processos sucessionais em regiões florestais degradadas, têm implicações principalmente para a conservação de formações campestres.

No planalto sul-brasileiro a Floresta Ombrófila Mista forma mosaicos com formações campestres (Rambo, 1956; Klein, 1960; Behling *et al.*, 2004) e, com a exclusão de fogo e de pastejo, processos de expansão florestal sobre áreas campestres podem ocorrer junto a bordas de floresta contínua e de manchas florestais (capões) inseridas no campo (Pillar, 2003; Machado, 2004; Duarte *et al.*, 2006b) ou a indivíduos de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (Araucariaceae) que se estabelecem no campo e acabam facilitando o recrutamento de outras espécies florestais (Klein, 1960; Duarte *et al.*, 2006a).

Observou-se também que o maior avanço da borda florestal ocorre em áreas onde o campo apresenta uma fisionomia arbustiva alta caracterizada principalmente por indivíduos de *B. uncinella* (Oliveira & Pillar, 2004; Julia M. Hermann, dados não publicados). *B. uncinella* é um arbusto predominante em várias outras regiões do planalto sul-brasileiro,

principalmente em áreas adjacentes às florestas onde o campo deixa de ser manejado, como no Parque Nacional dos Aparados da Serra e na Estação Ecológica de Aracuri (Waechter *et al.*, 1984), sugerindo sua importância estrutural em processos de expansão florestal. Além da estrutura da vegetação, estudos sobre padrões de plântulas sugerem que a dispersão zoocórica é de suma importância para a expansão florestal nessa região (Duarte *et al.*, 2006a; Duarte *et al.*, 2006b; Fontoura *et al.*, 2006; Zanini *et al.*, 2006; Dos Santos & Pillar, 2007), assim como para outras regiões tropicais, onde 85% das espécies arbóreas são dependentes da fauna para sua dispersão (Howe & Smallwood, 1982).

Neste estudo o objetivo foi avaliar a sobrevivência e o recrutamento de plântulas da comunidade lenhosa florestal associada a ecótonos de floresta e campos com diferentes fisionomias (com predomínio de gramíneas ou de *B. uncinella* e sob indivíduos isolados de *A. angustifolia* e *B. uncinella*) em uma área de mosaico floresta-campo com exclusão de fogo e pastejo há 15 anos.

3.2 Material e métodos

Área de estudo

O estudo foi realizado no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza (CPCN) Pró-Mata PUCRS, município de São Francisco de Paula, região nordeste do Estado do Rio Grande do Sul (RS), em uma área de 78 ha, com predominância de vegetação campestre circundada por florestas. A altitude é de aproximadamente 912 m. A temperatura média anual em São Francisco de Paula é de 14.5 °C, com médias de temperaturas máximas e mínimas de 20.3 °C e 9.9 °C, respectivamente. A região apresenta altos índices pluviométricos durante todo o ano, sendo a média anual de 2252 mm (Backes *et al.*, 2000).

O CPCN Pró-Mata abrange uma zona caracterizada pelo encontro de três formações vegetais importantes: os Campos de Cima da Serra e a Floresta Ombrófila Mista ou Floresta com Araucária nas áreas de maior altitude e a Floresta Ombrófila Densa ou Mata Atlântica nas regiões de encosta (Marchiori, 2002). Uma das peculiaridades da área de estudo é a exclusão do fogo e do pastejo desde 1993 (Oliveira & Pillar, 2004) (Apêndice 1).

Avaliação de plântulas

O levantamento de plântulas foi realizado em parcelas circulares de 30 cm de raio, sendo considerados os indivíduos de espécies lenhosas (exceto lianas) com até 1 m de altura. Para a identificação das plântulas foi utilizada a literatura botânica, exsiccatas do Herbário Instituto de Biociências (ICN) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e do Laboratório de Botânica do Museu de Ciências e Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, assim como de exemplares coletados no CPCN Pró-Mata para confirmação da identificação das espécies. Quando possível, as plântulas foram determinadas em nível de espécie, sendo o restante classificado em gênero ou família. A delimitação de famílias foi segundo a APG II (2003). O levantamento foi realizado em dezembro de 2006 e repetido nas mesmas parcelas em agosto de 2007. Na primeira avaliação, cada indivíduo foi identificado e etiquetado para posterior avaliação no segundo levantamento (Fig. 1). Na segunda avaliação, em cada parcela foram verificadas as plântulas que permaneceram desde o primeiro levantamento (sobreviventes) e também aquelas que emergiram neste período (novos recrutamentos).

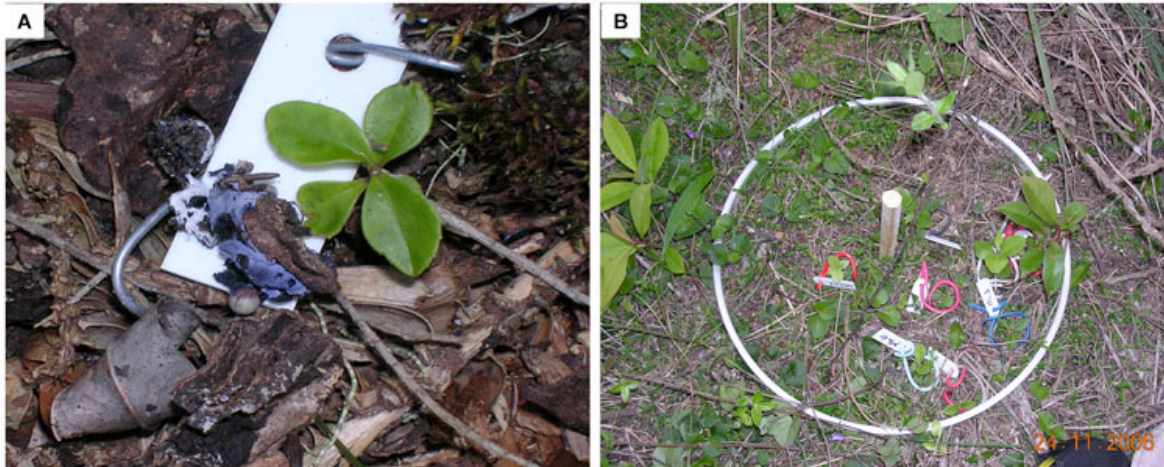


Figura 1: em **A** foto de plântula de *Myrsine lorentziana* (Mez) Arechav etiquetada; em **B** demonstração das parcelas utilizadas nesse estudo e das plântulas identificadas e marcadas para a avaliação dos indivíduos sobreviventes durante o segundo levantamento no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata PUC RS.

Delineamento amostral

Condições estruturais diferentes foram testadas quanto ao padrão de sobrevivência de plântulas: áreas sob a transição de floresta-campo e áreas sob indivíduos lenhosos isolados (poleiros) no campo (Apêndice 2). As parcelas foram localizadas nos mesmos locais onde foram instalados coletores de diásporos (Dos Santos *et al.*, CAP.1). Na transição floresta-campo, as parcelas foram demarcadas na floresta (FL; *ca.* 10 m da borda), na borda florestal (BO; limite dos indivíduos arbóreos da floresta contínua), em áreas de campo com predomínio de *Baccharis uncinella* (CB) e em áreas de campo com predomínio de gramíneas (CG; em ambos os casos, numa distância aproximada de 10 m da borda). As espécies lenhosas utilizadas para avaliar a condição de poleiros foram *Araucaria angustifolia* (AA) e *B. uncinella* (BU), por serem importantes no processo de expansão florestal em áreas de campo excluído no planalto sul-brasileiro (Oliveira & Pillar, 2004; Duarte *et al.*, 2006a; Dos Santos & Pillar, 2007; Duarte *et al.*, submetido; Julia M.

Hermann, dados não publicados). Ao todo, foram seis tratamentos. Nas áreas de transição floresta-campo foram selecionados 12 locais de amostragem, cuja disposição das parcelas seguiu o gradiente FL-BO-CB/CG. Cada local era composto de nove pares de parcelas, sendo cada conjunto de três distantes um do outro por cerca de 10 m paralelamente à borda. Cada seis parcelas equivaleram a uma unidade amostral (UA), ou seja, eram três unidades amostrais por local, tendo cada unidade amostral 0,42 m² de área. Assim, considerando a combinação de BO-CB ou BO-CG, os tratamentos de CB e CG tiveram seis unidades amostrais cada, enquanto o FL foram representados por 12 cada. Como áreas sob poleiros, foram selecionados 14 indivíduos de *A. angustifolia* (AA) e 14 de *B. uncinella* (BU), que estavam localizados a uma distância máxima de 100 m da borda florestal mais próxima. O número de parcelas sob cada poleiro seguiu o critério de disporem-se duas parcelas a cada 10 m² de área de copa. Os indivíduos de *A. angustifolia* possuíam seis parcelas em média e os indivíduos de *B. uncinella*, por não apresentarem área de copa superior a 10 m², possuíam duas parcelas em cada. Cada indivíduo-poleiro foi considerado uma unidade amostral, onde foram somadas as abundâncias de plântulas de todas as parcelas sob cada indivíduo, formando uma amostra composta.

Análise dos dados

Em cada unidade amostral foram avaliados três conjuntos de dados descrevendo a comunidade de plântulas quanto ao estado inicial, à taxa de sobrevivência e ao recrutamento. O estado inicial da comunidade foi dado pela densidade plântulas no primeiro levantamento. A taxa de sobrevivência foi dada pelo percentual de plântulas sobreviventes (até o segundo levantamento) em relação ao total de plântulas existentes no primeiro levantamento. Nesta, somente foram consideradas as unidades amostrais que

apresentavam plântulas no primeiro levantamento. O recrutamento foi dado pela densidade de plântulas que emergiram entre o primeiro e o segundo levantamentos.

Para cada um desses conjuntos de dados os tratamentos foram comparados por meio de análise de variância com teste de aleatorização. Nas análises do estado inicial e do recrutamento os tratamentos foram comparados quanto à densidade total de plântulas, à riqueza de plântulas e à densidade de plântulas por táxon (composição). Na análise de sobrevivência os tratamentos foram comparados quanto à proporção total de plântulas sobreviventes, à riqueza de plântulas sobreviventes e à proporção de plântulas sobreviventes por táxon. As análises de variância seguiram os métodos descritos em Pillar & Orłóci (1996), usando 10.000 permutações. Como medida de semelhança entre unidades amostrais utilizou-se distância de corda para a análise de composição e distância euclidiana para as análises de densidade total e de riqueza de plântulas. As análises de variância foram efetuadas com auxílio do aplicativo computacional MULTIV (Pillar, 2007).

3.3 Resultados

No primeiro levantamento foram encontradas 425 plântulas, determinadas como pertencendo a 31 táxons. Destas, 86 % sobreviveram até a segunda avaliação. Além disso, apenas 43 plântulas emergiram após o primeiro levantamento, no qual houve o surgimento de nova espécie, *Inga lentiscifolia* Benth.

Em relação à composição de espécies no primeiro levantamento, áreas de floresta foram diferentes em relação aos demais tratamentos; bordas florestais e campo com predomínio de *Baccharis* também diferiram dos outros tratamentos, porém foram similares entre si, o mesmo ocorrendo para área de campo com predomínio de gramíneas e *Baccharis*

isolado. Das espécies predominantes, *Miconia hiemalis* apareceu na maioria dos tratamentos, exceto nos *Baccharis* isolados; *Psidium cattleianum* também esteve presentes na maioria dos tratamentos, exceto nas áreas de campo com predomínio de gramíneas; *Myrsine lorentziana* foi predominante nas áreas de floresta e sob Araucárias, estando ausente em campo com gramíneas e *Baccharis* isolado (Tab. 1). Quanto à densidade total de plântulas também houve diferença significativa entre tratamentos e o mesmo padrão da composição foi encontrado, exceto as araucárias que também apresentaram densidade similar às áreas de borda florestal e campo com predomínio de *Baccharis*. Áreas de floresta apresentaram maior densidade e *Baccharis* isolado e campo com predomínio de gramíneas apresentaram menos plântulas. Avaliando a riqueza de táxons, o mesmo padrão de diferenças foi encontrado, exceto as araucárias que foram similares somente a áreas de borda florestal. A floresta apresentou maior riqueza e, nas áreas de expansão florestal, campo com *Baccharis* mostrou-se menos rico em táxons do que a borda florestal e os poleiros de araucárias. As menores riquezas foram apresentadas pelo campo com predomínio de gramíneas e *Baccharis* isolado.

No grupo de plântulas sobreviventes, a composição de táxons foi diferente entre áreas florestais e os demais tratamentos, assim como para os poleiros de araucárias, que também diferiram dos demais tratamentos. As áreas de borda foram similares aos dois tipos de campo e os poleiros de *Baccharis* apresentaram uma composição de plântulas sobreviventes similar às áreas de campo. Quanto à sobrevivência, novamente *Miconia hiemalis*, *Psidium cattleianum* e *Myrsine lorentziana* foram predominantes e seguiram o padrão descrito no primeiro levantamento (Tab. 2). Considerando a taxa total de plântulas sobreviventes, os tratamentos não foram diferentes (Fig. 2). Já quanto à riqueza de táxons de plântulas sobreviventes, áreas de floresta tiveram a maior riqueza, diferindo de todos os

demais tratamentos (Fig. 2). Bordas foram estatisticamente similares a campo com *Baccharis*, apesar de apresentaram menor riqueza do que estes. Campo com predomínio de gramíneas e os poleiros foram diferentes dos demais tratamentos, mas similares entre si; desses, poleiros de araucárias apresentaram maior riqueza.

Tabela 1: Frequência absoluta (FA; % de parcelas com a espécie presente) e densidade média (DM; indivíduos por m²) por tratamento dos táxons presentes no primeiro levantamento no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata PUC RS. A análise de variância com teste de aleatorização indicou que os tratamentos diferem estatisticamente ($P=0,0001$). Tratamentos seguidos de mesma letra não diferiram estatisticamente em contrastes pareados ($\alpha > 0,1$). FL (floresta, n=12), BO (borda florestal, n=11), CB (campo com predomínio de *B. uncinella*, n=6), CG (campo com predomínio de gramíneas, n=2), BU (*B. uncinella*, n=3) e AA (*A. angustifolia*, n=12).

Táxons	FL ^a		BO ^b		CB ^b		CG ^c		BU ^c		AA ^d	
	FA	DM	FA	DM	FA	DM	FA	DM	FA	DM	FA	DM
<i>Myrsine lorentziana</i> (Mez) Arechav.	92	13,16	5	4,32	67	4,32					79	9,35
<i>Miconia hiemalis</i> A. St.-Hil. & Naudin ex Naudin	67	3,34	67	4,52	83	2,76	17	0,79			36	1,60
Myrtaceae	33	1,18										
<i>Piptocarpha notata</i> (Martius)	25	0,79	8	0,20								
Lauraceae	25	1,18										
<i>Miconia pusilliflora</i> (DC) Naudin	25	1,18										
<i>Ilex</i> spp.	17	0,79			5	1,57						
<i>Drimys angustifolia</i> Miers	17	0,39									7	0,13
<i>Daphnopsis fasciculata</i> (Meisn.) Nevling	17	0,39										
<i>Leandra sublanata</i> Cogn.	17	0,39										
<i>Croton</i> sp.			33	1,57	17	0,39						
<i>Laplacea acutifolia</i> (Wawra) Kobuski	8	0,20	17	0,59								
<i>Myrcia retorta</i> Cambess.	5	2,36	17	0,39								
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br.					33	0,79					21	0,80
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	8	0,20	8	0,20	33	1,57			14	2,21	14	0,29
Melastomataceae	8	0,20			17	1,18					7	0,34
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	8	0,39										
<i>Rudgea parquioides</i> (Cham.) Müll. Arg.	8	0,39										
<i>Myrceugenia myrcioides</i> (Cambess) O. Berg	8	0,20										
<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	8	0,20										
<i>Nectandra grandiflora</i> Nees	8	0,20										
<i>Roupala</i> cf. <i>brasiliensis</i> Klotzsch	8	0,20										
<i>Zanthoxylum</i> sp.	8	0,20										
<i>Siphoneugenia reitzii</i> D. Legrand	5	4,13	8	0,20	17	0,39						
<i>Miconia cinerascens</i> Miq.	5	1,57			17	0,39						
<i>Ocotea pulchella</i> (Nees) Mez	5	4,72										
<i>Mimosa scabrella</i> Benth.			8	0,20	17	0,39						
<i>Myrceugenia euosma</i> (O. Berg.) D. Legrand					17	0,39						
<i>Podocarpus lambertii</i> Klotzsch ex Endl.			8	0,59								

<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	8	0,20
<i>Vernonia discolor</i> (Spreng.) Less.	8	0,20

Tabela 2: Frequência absoluta (FA; % de parcelas com a espécie presente) e percentual de sobrevivência média (TS) por tratamento dos táxons de plântulas sobreviventes (que permaneceram até o segundo levantamento) no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata PUC RS. A análise de variância com teste de aleatorização indicou que os tratamentos diferem estatisticamente ($P=0,0001$). Tratamentos seguidos de mesma letra não diferiram estatisticamente em contrastes pareados ($\alpha > 0,1$). FL (floresta, n=12), BO (borda florestal, n=11), CB (campo com predomínio de *B. uncinella*, n=6), CG (campo com predomínio de gramíneas, n=2), BU (*B. uncinella*, n=3) e AA (*A. angustifolia*, n=12).

Táxons	FL ^a		BO ^b		CB ^{bc}		CG ^{bc}		BU ^c		AA ^d	
	FA	TS	FA	TS	FA	TS	FA	TS	FA	TS	FA	TS
<i>Myrsine lorenziana</i> (Mez)												
Arechav.	92	29,87	55	21,12	67	21,18					92	60,42
<i>Miconia hiemalis</i> A. St.-Hil. & Naudin ex Naudin	67	8,98	73	28,30	83	25,42	50	50,00			42	10,69
<i>Miconia cinerascens</i> Miq.	50	3,43			17	0,98						
<i>Myrcia retorta</i> Cambess.	50	4,68	18	1,15								
<i>Ocotea pulchella</i> (Nees) Mez	50	11,46										
<i>Siphoneugena reitzii</i> D. Legrand	50	8,43	9	1,52	17	1,67						
<i>Croton</i> sp.			36	8,64	17	1,67						
<i>Laplacea acutifolia</i> (Wawra)												
Kobuski	8	0,30	18	1,82								
<i>Piptocarpha notata</i> (Martius)	25	2,08	9	1,30								
<i>Ilex</i> spp.	17	1,75			50	8,07						
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	8	0,64	9	9,09	33	13,33			67	66,67	17	2,50
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br.					33	2,65					25	4,72
<i>Mimosa scabrella</i> Benth.			9	0,51	17	3,33						
Melastomataceae	8	0,46			17	8,33					8	1,67
<i>Myrceugenia euosma</i> (O. Berg.) D. Legrand					17	0,98						
<i>Podocarpus lambertii</i> Klotzsch ex Endl.			9	1,52								
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong			9	0,51								
<i>Vernonia discolor</i> (Spreng.) Less.			9	1,52								
Myrtaceae	33	2,58										
Lauraceae	25	4,00										
<i>Miconia pusilliflora</i> (DC) Naudin	25	2,37										
<i>Daphnopsis fasciculata</i> (Meisn.) Nevling	17	0,74										
<i>Drimys angustifolia</i> Miers	17	0,92									8	2,78
<i>Leandra sublanata</i> Cogn.	17	0,74										
<i>Myrceugenia myrcioides</i> (Cambess) O. Berg	8	0,46										
<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	8	0,52										
<i>Nectandra grandiflora</i> Nees	8	0,52										
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	8	0,83										
<i>Roupala</i> cf. <i>brasiliensis</i> Klotzsch	8	0,56										
<i>Rudgea parquoides</i> (Cham.) Müll. Arg.	8	0,60										
<i>Zanthoxylum</i> sp.	8	0,44										

No grupo de plântulas recrutantes, a espécie mais importante foi *Miconia hiemalis* que presente na maioria dos tratamentos, exceto sob Araucárias. *Myrsine lorentziana* esteve presente somente em floresta, bordas florestais e poleiros de Araucária. Plântulas de *Siphoneugena reitzii* somente foram encontradas nas amostras de floresta e sob poleiros de Araucária (Tab. 3). Os tratamentos foram diferentes quanto à composição quantitativa de táxons, sendo as áreas de campo intermediárias entre as áreas de transição floresta-campo e poleiros, com exceção das parcelas sob araucárias, que foram similares às áreas florestais.

Tabela 3: Frequência absoluta (FA; % de parcelas com a espécie presente) e densidade média (DM; indivíduos por m²) por tratamento dos táxons de plântulas recrutantes (que emergiram após o primeiro levantamento) no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata PUC RS. A análise de variância com teste de aleatorização indicou que os tratamentos diferem estatisticamente ($P=0,079$). Tratamentos seguidos de mesma letra não diferiram estatisticamente em contrastes pareados ($\alpha > 0,1$). FL (floresta, n=12), BO (borda florestal, n=12), CB (campo com predomínio de *B. uncinella*, n=6), CG (campo com predomínio de gramíneas, n=6), BU (*B. uncinella*, n=14) e AA (*A. angustifolia*, n=14).

Táxons	FL ^{abd}		BO ^a		CB ^{abc}		CG ^{abc}		BU ^c		AA ^{bcd}	
	FA	DM	FA	DM	FA	DM	FA	DM	FA	DM	FA	DM
<i>Myrsine lorentziana</i> (Mez) Arechav.	33	1,57	8	0,20							14	1,52
<i>Miconia hiemalis</i> A. St.-Hil. & Naudin ex Naudin	25	0,98	42	1,96	17	0,39	17	0,39	7	0,55		
<i>Siphoneugena reitzii</i> D. Legrand	25	1,18									7	0,17
<i>Ilex</i> spp.	17	0,98										
Myrtaceae	8	0,20	8	0,20								
<i>Croton</i> sp.			8	0,20								
<i>Podocarpus lambertii</i> Klotzsch ex Endl.			8	0,20								
<i>Laplacea acutifolia</i> (Wawra) Kobuski	8	0,20										
<i>Inga lentiscifolia</i> Benth.	8	0,20										
Melastomataceae	8	0,20										
<i>Ocotea pulchella</i> (Nees) Mez	8	0,39										
<i>Rudgea parquioides</i> (Cham.) Müll. Arg	8	0,20										

Quanto à densidade de plântulas recrutadas entre os períodos de avaliação, houve uma separação entre as áreas florestais e de borda, com maior densidade em relação às áreas de campo e poleiros, exceto as araucárias, que foram similares a bordas florestais. Considerando a riqueza de espécies de plântulas recrutantes, as áreas florestais foram

significativamente mais ricas que as áreas de campo e dos poleiros, mas similares às bordas florestais. Estas, porém, apresentaram valores de riqueza intermediária entre as áreas de floresta e de campos com gramíneas ou com *Baccharis*, embora sem diferença estatística entre ambos os grupos. Já os poleiros apresentaram riqueza de táxons menor que nas florestas e bordas, porém semelhantes às áreas de campo (Fig. 2).

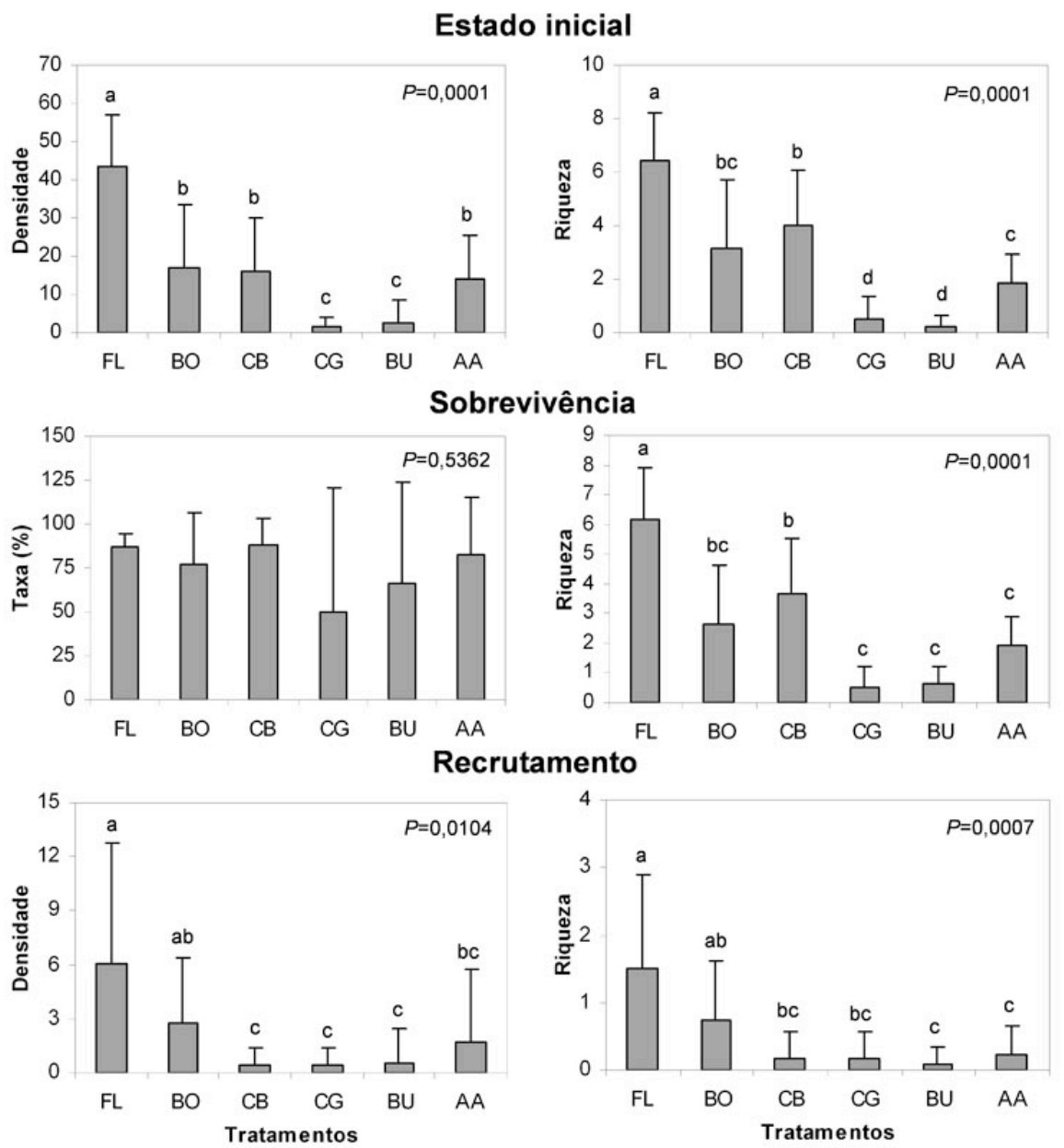


Figura 2: Médias e desvios padrão de densidade (indivíduos por m²) e de riqueza de táxons em cada tratamento, para o primeiro levantamento, proporção de sobrevivência (plântulas que permaneceram até o segundo levantamento) e de recrutamento (plântulas que emergiram após o primeiro levantamento) no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata PUC RS. As letras acima das barras indicam diferença significativa entre tratamentos. $P(Qb^0 \geq Qb) < 0,1$. Tratamentos: floresta (FL), borda (BO), campo com predomínio de *B. uncinella* (CB), campo com predomínio de gramíneas (CG), *B. uncinella* (BU) e *A. angustifolia* (AA). O número de unidades amostrais foi: FL=12, BO=12; CB=6, CG=6, BU=14 e AA=14. Exceto para a análise de taxa de sobrevivência, em que o número de unidades amostrais mudou, pois foram consideradas apenas as unidades que possuíam plântulas no primeiro levantamento: FL=12, BO=11; CB=6, CG=2, BU=3 e AA=12.

3.4 Discussão

As espécies que se destacaram, tanto no grupo de recrutantes quanto de sobreviventes, são caracteristicamente pioneiras na região de estudo, como observado por Duarte *et al.* (2006a), onde *Myrsine lorentziana* foi mais abundante em áreas de campo associadas a indivíduos lenhosos, enquanto *Siphoneugena reitzii* foi muito abundante em bordas florestais, e considerada a espécie com maior capacidade ao estabelecimento em áreas de campo (Fontoura *et al.* 2006) para a região. *Miconia hiemalis* também é considerada uma espécie pioneira e foi a única presente em áreas de campo com predomínio de gramíneas.

Áreas de campo com predomínio de *B. uncinella* foram mais favoráveis ao estabelecimento de plântulas do que as áreas de campo sem estes arbustos, sugerindo que estas formações arbustivas junto às bordas florestais facilitam a expansão de espécies florestais sobre áreas campestres. A presença destes arbustos tende a suprimir a vegetação campestre (Fidelis *et al.*, 2008), diminuindo a competição das plântulas com as herbáceas e gramíneas. A abundância de espécies lenhosas florestais aumenta drasticamente com a

remoção de gramíneas (Peterson & Haines. 2000), pois estas são consideradas um fator limitante ao crescimento de muitas espécies (Nepstad *et al.* 1996). Fenômeno semelhante foi também observado por De Steven (1991) em experimento na América do Norte, onde a sobrevivência de espécies arbóreas foi reduzida com a cobertura de herbáceas. Porém, este padrão não foi encontrado entre as plântulas recrutantes, onde os dois tipos de campo (predominantemente gramináceo e com arbustos) não diferiram. Provavelmente, estes resultados devem-se ao fato destas formações arbustivas estarem funcionando como facilitadoras à sobrevivência e conseqüente estabelecimento das espécies lenhosas. Outro resultado importante é que os campos com predomínio de *B. uncinella* em contato com florestas apresentaram resultados muito semelhantes a áreas de borda florestal, podendo estas formações arbustivas serem consideradas extensões da borda florestal em áreas campestres, facilitando a expansão da floresta sobre os campos. Formações arbustivas de *B. uncinella*, em análise de imagens de satélites, apresentaram expansão mais rápida da Floresta com Araucária sobre os campos (Oliveira & Pillar, 2004).

Quanto aos poleiros nas áreas campestres, indivíduos de *A. angustifolia* foram também similares às bordas florestais, exceto quanto à composição e riqueza de táxons das plântulas recrutantes. Arbustos de *B. uncinella* isolados nas áreas de campo, tiveram efeito similar a indivíduos de *A. angustifolia* quanto às plântulas recrutantes. Resultados semelhantes foram encontrados por Holl (1998), onde não houve diferença no número de plântulas entre áreas de campo e sob poleiros. Estudos farmacológicos verificaram propriedades alelopáticas e antimicrobianas em *B. uncinella* (Ferronato *et al.* 2007), o que poderia explicar a diferença entre os tipos de poleiros quanto à sobrevivência de plântulas. Porém, isto não explicaria o padrão encontrado em relação às formações arbustivas contínuas com esta espécie em bordas florestais, onde a presença predominante de *B.*

uncinella foi diferencial ao estabelecimento de espécies lenhosas florestais em vegetação campestre. Portanto, outros fatores possivelmente abióticos ou bióticos estão atuando na baixa taxa de sobrevivência das plântulas em áreas sob poleiros de *B. uncinella*.

Indivíduos de *A. angustifolia* foram descritos como facilitadores ao estabelecimento de plântulas florestais em áreas campestres, quando comparados a outras espécies lenhosas (Duarte *et al.*, 2006a). As espécies de *B. uncinella* e *A. angustifolia* apresentam diferenças quanto à altura, sendo a última de maior porte, o que pode gerar diferenças em relação à chuva de sementes. A altura das árvores isoladas, conforme observado em pastagens na África por Duncan & Chapman (1999), mostraram relação com a deposição de sementes, apresentando maior deposição de sementes árvores maiores. Entretanto, este incremento na chuva de sementes na presença de poleiros pode não ser suficiente para superar as outras barreiras impostas ao recrutamento e estabelecimento das espécies lenhosas em campos (Holl, 2000).

Os resultados de recrutamento e sobrevivência de plântulas demonstraram um favorecimento de formações arbustivas contínuas de *B. uncinella* e de indivíduos-poleiros de *A. angustifolia* ao estabelecimento de elementos florestais em áreas campestres, reforçando as idéias de Klein (1960) quanto aos processos de expansão da Floresta com Araucária sobre os Campos de Cima da Serra. Portanto, este favorecimento pode ser visto como um mecanismo de aceleração nos processos de sucessão vegetal na região (Oliveira & Pillar, 2004; Duarte *et al.*, 2006a).

3.5 Referências bibliográficas

- Backes, A., Fernandes, A.V. & Zeni, D.J. (2000). Produção de folheto em uma floresta com *Araucaria angustifolia* no sul do Brasil. *Pesquisas (Botânica)* 50: 97-117.
- Behling, H., V.D. Pillar, L. Orlóci & S.G. Bauermann. 2004. Late Quaternary *Araucaria* forest, grassland (Campos), fire and climate dynamics, studied by high-resolution pollen, charcoal and multivariate analysis of Cambará do Sul core in southern Brazil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 203: 277-297.
- Calaway, R.M. & Walker, L.R. 1997. Competition and facilitation: a synthetic approach to interactions in plant communities. *Ecology* 78(7): 1958-1965.
- Caldato, S.L., Floss, P.A., Da Croce, D.M. & Longhi, S.J. 1996. Estudo da regeneração natural, banco de sementes e chuva de sementes na Reserva Genética Florestal de Caçador, SC. *Ciência Florestal* 6(1): 27-38.
- Castro, J., Gómez, J.M., García, D., Zamora, R. & Hódar, J. A. 1999. Seed pradation and dispersal in relict Scot pine forests in Southern Spain. *Plant Ecology* 145: 115-123.
- Clark, C.J., Poulsen, J.R., Connor, E.F., Parker, V.T. 2004. Fruiting trees as dispersal foci in a semi-deciduous tropical forest. *Oecologia* 139: 66-75.
- Crawley, M.J. 1992. Seed predators and plant population dynamics. In: Fenner, M. (ed.) *Seeds. The ecology of regeneration in plant communities*. CAB International, Wallingford. p: 156-191.
- De Steven, D. 1991. Experiments on mechanisms of tree establishment in old-field succession: seedling survival and growth. *Ecology* 72(3): 1076-1088.
- Dos Santos, M.M.G.; Pillar, V.D. 2007. Influência de poleiros naturais e artificiais na expansão da Floresta com Araucária sobre os campos, em São Francisco de Paula, RS. *Revista Brasileira de Biociências* 5(1): 594-596.
- Duarte, L. da S., Dos Santos, M.M.G., Hartz, S.M. & Pillar, V.D. 2006a. Role of nurse plants in *Araucaria* Forest expansion over grassland in south Brazil. *Austral Ecology* 31: 520-528.

- Duarte, L. da S., Machado, R.E., Hartz, S.M., Pillar, V.D. 2006b. What saplings can tell us about Forest expansion over natural grasslands. *Journal of Vegetation Science* 17: 799-808.
- Duncan, R.S. & Chapman, C.A. 1999. Seed dispersal and potential Forest succession in abandoned agriculture in tropical Africa. *Ecological Applications* 9(3): 998-1008.
- Ferronato, R., Marchesan, E.D., Pezenti, E., Bednarski, F. & Onofre, S. B. 2007. Atividade antimicrobiana de óleos essenciais produzidos por *Baccharis dracunculifolia* D.C. e *Baccharis uncinella* D.C. (Asteraceae). *Revista Brasileira de Farmacognosia* 17(2): 224-230.
- Fidelis, A., Overbeck, G., Pillar, V.D. & Pfadenhauer, J. 2008. Effects of disturbance on population biology of the rosette species *Eryngium horridum* Malme in grassland in southern Brazil. *Plant Ecology* 195: 55-67.
- Fontoura, S. B., Ganade, G. & Larocca, J. 2006. Changes in plant community diversity and composition across na edge between Araucaria Forest and pasture in South Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 29(1): 79-91.
- Fuentes, E.R., Otaiza, R.D., Alliende, M.C., Hoffmann, A., Poiani, A. 1984. Shrub clumps of the Chilean matorral vegetation – structure and possible maintenance mechanisms. *Oecologia* 62: 405-411.
- Gómez-Aparicio, L., Gómez, J.M., Zamora, R., Boettinger, J.L. 2005. Canopy vs. soil effects of shrubs facilitating tree seedlings in Mediterranean montane ecosystems. *Journal of Vegetation Science* 16: 191-198.
- Guevara, S., Meave, J., Moreno-Cassola, P., Laborde, J. 1992. Floristic composition and structure of vegetation under isolated tress in neotropical partures. *Journal of Vegetation Science* 3: 655-664.
- Holl, K.D., Loik, M.E., Lin, E.H.V. & Samuels, I. A. 2000. Tropical montane Forest restoration in Costa Rica: overcoming barriers to dispersal and establishment. *Restoration Ecology* 8(4): 339-349.
- Holl, K.D. 1998. Do bird perching structure elevate seed rain and seedling establishment in abandoned tropical pasture? *Restoration Ecology* 6:253-261.

- Holmgren, M., Scheffer, M. & Huston, M. A. 1997. The interplay of facilitation and competition in plant communities. *Ecology* 78(7): 1966-1975.
- Howe, H.F. & Smallwood, J. (1982). Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics* 13: 201-228.
- Klein, R.M. 1960. O aspecto dinâmico do pinheiro brasileiro. *Sellowia* 12: 17-44.
- Machado, R.E. 2004. Padrões vegetacionais em capões de floresta com araucária no planalto nordeste do Rio Grande do Sul, Brasil. MSC. Dissertação, UFRGS, Porto Alegre.
- Marchiori, J.N.C. 2002. Fitogeografia do Rio Grande do Sul: Enfoque Histórico e Sistemas de Classificação. EST Edições, Porto Alegre.
- Nepstad, D.C., Uhl, C., Pereira, C.A. & Silva, J.M.C. da. 1996. A comparative study of tree establishment in abandoned pasture and mature forest of eastern Amazonia. *Oikos* 76: 25-39.
- Oliveira, J.M. & V.D. Pillar. 2004. Vegetation dynamics on mosaics of Campos and Araucaria forest between 1974 and 1999 in Southern Brazil. *Community Ecology* 5(2): 197-202.
- Peterson, C.J. & Haines, B.L. 2000. Early successional patterns and potencial facilitation by rotting logs in premontane Costa Rican pastures. *Restoration Ecology* 8(4): 361-369.
- Pillar, V.D. 2003. Dinâmica da expansão florestal em mosaicos de floresta e campos no sul do Brasil. In: Claudino-Sales, V. (ed.) *Ecosistemas Brasileiros: Manejo e Conservação*. p. 209-216. Expressão Gráfica, Fortaleza.
- Pillar, V.D. 2007. MULTIV, software para análise multivariada, testes de hipóteses e auto-reamostragens. Porto Alegre, Departamento de Ecologia, UFRGS(versions 2.5b for Machintosh and Windows available at: <http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br>).
- Pillar, V.D. & L. Orlóci. 1996. On randomization testing in vegetation science: multifactor comparisons of relevé groups. *Journal of Vegetation Science* 7: 585-592.
- Rambo, B. 1956. A fisionomia do Rio Grande do Sul. 2ª Ed. Editora Selbach & Cia, Porto Alegre.

- Scarano, F.R., Dias, A.T.C. 2004. A importância de espécies no funcionamento de comunidades e ecossistemas. In: Coelho, A.S., Loyola, R.D. & Souza, M.B.G., Ecologia teórica: desafios para o aperfeiçoamento da Ecologia no Brasil. p. 43-60. O lutador, Belo Horizonte.
- Shiels, A.B., Walker, L.R. 2003. Bird perches increase forest seeds on Puerto Rican landslides. Bird perches increase forest seeds on Puerto Rican landslides. *Restoration Ecology* 11(4): 457-465.
- Stiling, P. 1999. Ecology, theories and applications. 3rd Edition. Prentice Hall, USA.
- APG II. 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Botanical Journal of the Linnean Society* 141(4): 399-436.
- Válio, I.F.M. & Scarpa, F.M. 2001. Germination of seeds of tropical pioneer species under controlled and natural conditions. *Revista brasileira de Botânica* 24(1): 79-84.
- Valk, A.G. van der. 1992. Establishment, colonization and persistent. In: Glenn-Lewin, D.C., Peet, R.K. & Veblen, T.T. Plant succession, theory and prediction. Chapman & Hall, London. P: 60-102.
- Waechter, J.L., Cestaro, L.A. & Miotto, S.T.S. 1984. Vegetation types in the Ecological Station of Aracuri, Esmeralda, Rio Grande do Sul, Brazil. *Phytocoenologia* 12(2,3): 261-269.
- Zanini, L., Ganade, G. & Hübel, I. 2006. Facilitation and competition influence succession in subtropical old field. *Plant Ecology* 185: 179-190.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados da chuva de sementes, assim como de recrutamento e sobrevivência de plântulas em áreas campestres demonstraram que estes processos ocorrem em sítios preferenciais. Indivíduos de *A. angustifolia* e formações arbustivas contínuas de *B. uncinella* em áreas campestres mostraram-se importantes, pois incrementam a chuva de sementes e facilitam o estabelecimento de plântulas em áreas de campo. Portanto, há um favorecimento ao estabelecimento de elementos florestais em áreas campestres e este poder ser visto como um fator de aceleração nos processos de expansão da Floresta com Araucária sobre os Campos.

Entretanto, muitas questões ficam abertas em relação a esse processo, sendo necessário estudos nessas áreas para que sejam verificados experimentalmente quais fatores bióticos e abióticos estariam controlando esta expansão nos sítios preferenciais detectados. Por exemplo, estudos envolvendo a avaliação da fauna dispersora associada a estes ambientes; taxas de predação de sementes, banco de sementes e herbivoria de plântulas; por fim, a análise das condições abióticas propiciadas por esses ambientes, como intensidade de radiação solar, umidade, composição do solo entre outras.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

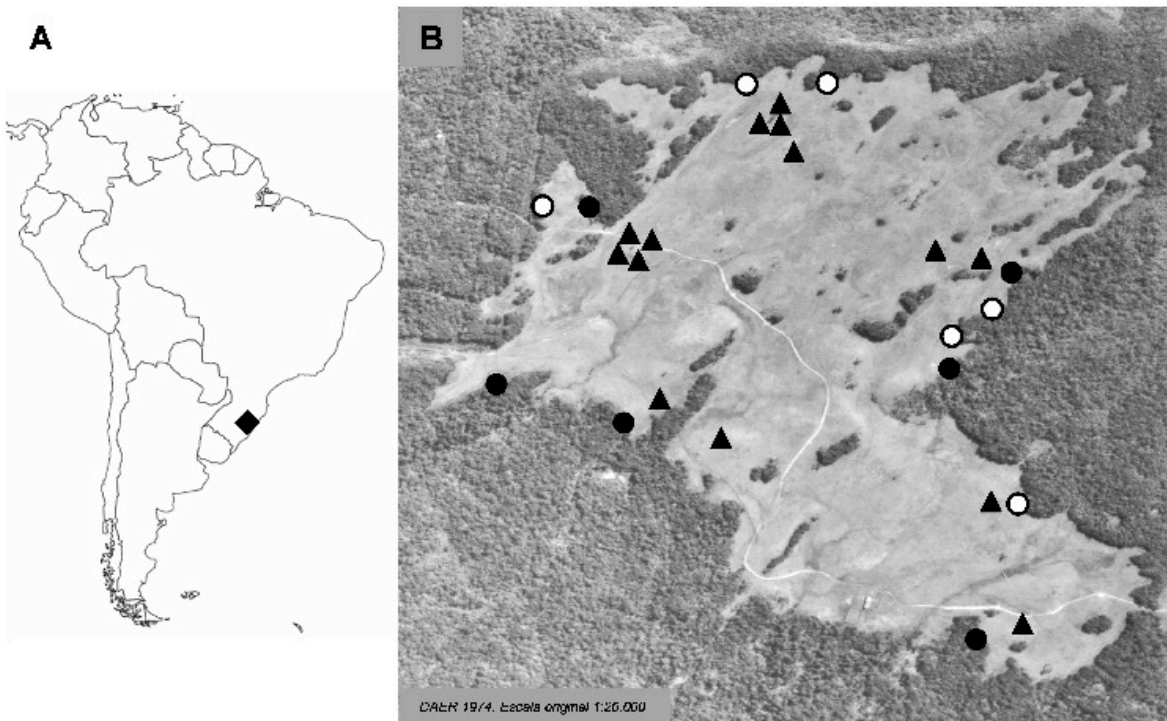
- Abrahamson, W.G. 1989. Plant-animal interactions. McGraw-Hill, USA.
- Begon, M., Townsend, C.R. & Harper, J.L. 2006. Ecology from individuals to ecosystems. 4th edition. Blackwell Publishing, London.
- Bleher, B. & Bohning-Gaese, K. 2001. Consequences of frugivory diversity for seed dispersal, seedling establishment and the spatial pattern of seedlings and trees. *Oecologia* 129: 385-394.
- Calaway, R.M. & Walker, L.R. 1997. Competition and facilitation: a synthetic approach to interactions in plant communities. *Ecology* 78(7): 1958-1965.
- Crawley, M.J. 1997. Plant Ecology. 2nd edition. Blackwell Science, London.
- De Steven, D. 1991. Experiments on mechanisms of tree establishment in old-field succession: seedling survival and growth. *Ecology* 72(3): 1076-1088.
- Dos Santos, M.M.G.; Pillar, V.D. 2007. Influência de poleiros naturais e artificiais na expansão da Floresta com Araucária sobre os campos, em São Francisco de Paula, RS. *Revista Brasileira de Biociências* 5(1): 594-596.
- Duarte, L. da S., Carlucci, M.B., Hartz, S.M., Pillar, V.D. 2007. Plant dispersal strategies and the colonization of Araucaria Forest patches in a grassland-forest mosaic. *Journal of Vegetation Science* 18: 847-858.
- Duncan, R.S. & Chapman, C.A. 1999. Seed dispersal and potential Forest succession in abandoned agriculture in tropical Africa. *Ecological Applications* 9(3): 998-1008.
- Fenner, M. 1992. The ecology of regeneration in plant communities. CAB International, UK.
- Fenner, M. & Thompson, K. 2005. The ecology of seeds. Cambridge University Press, UK.
- Ferri, M.G., Menezes, N.L. de & Monteiro, W.R. 1992. Glossário ilustrado de Botânica. Nobel, São Paulo.
- Fidelis, A., Overbeck, G., Pillar, V.D. & Pfadenhauer, J. 2008. Effects of disturbance on population biology of the rosette species *Eryngium horridum* Malme in grassland in southern Brazil. *Plant Ecology* 195: 55-67.
- Galetti, M., Pizo, M.A. & Morellato, P.C. 2006. Fenologia, frugivoria e dispersão de sementes. In: Cullen Jr., L., Rudran, R. & Valladares-Padua, C. (org.) Métodos de

- estudos em Biologia da Conservação & Manejo da Vida Silvestre. p. 395-422. Editora UFPR, Curitiba.
- Guevara, S., Meave, J., Moreno-Cassola, P., Laborde, J. 1992. Floristic composition and structure of vegetation under isolated trees in neotropical pastures. *Journal of Vegetation Science* 3:655-664.
- Harper, J. L. 1977. *Population biology of plants*. Academic Press, London.
- Howe, H.F. & Smallwood, J. (1982). Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics* 13:201-228.
- Hubbel, S.P. 1979. Tree dispersion, abundance, and diversity in a tropical dry forest. *Science* 203: 1299-1309.
- IPNI – The International Plant Names Index 2004. Published on the Internet <http://www.ipni.org>. (acessado em Janeiro/2008).
- Klein, R.M. 1960. O aspecto dinâmico do pinheiro brasileiro. *Sellowia* 12: 17-44.
- Nogales, M., Quilis, V., Medina, F.M., Mora, J.L., Trigo, L.S. 2002. Are predatory birds effective secondary seed dispersers? *Biological Journal of the Linnean Society* 75: 345-352.
- Odum, E.P. 1988. *Ecologia*. Editora Guanabara Koogan S.A., Rio de Janeiro.
- Peterson, C.J. & Haines, B.L. 2000. Early successional patterns and potential facilitation by rotting logs in premontane Costa Rican pastures. *Restoration Ecology* 8(4): 361-369.
- Pijl, L. van der. 1982. *Principals of dispersal in higher plants*. Springer-Verlag, New York.
- Pizo, M.A. 2003. Padrão de deposição de sementes e sobrevivência de sementes e plântulas de duas espécies de Myrtaceae na Mata Atlântica. *Revista Brasileira de Botânica* 26(3): 371-377.
- RADAMBRASIL. 1986. Levantamento de recursos naturais Vol. 33 – Folha SH 22 Porto Alegre e parte das folhas SH 21 Uruguaiana e SI 22 Lagoa Mirim. IBGE, Rio de Janeiro.
- Rambo, B. 1956. *A fisionomia do Rio Grande do Sul*. 2ª Ed. Editora Selbach & Cia, Porto Alegre.

- Ricklefs, R.E. 2003. A economia da natureza. 3ª Ed. Editora Guanabara Koogan S.A., Rio de Janeiro.
- Rizzini, C.T. 1992. Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológico e florísticos. 2ª ed. Âmbito Cultural Edições Ltda.
- Stiling, P. 1999. Ecology, theories and applications. 3rd Edition. Prentice Hall, USA.
- Vidal, W.N. & Vidal, M.R.R. 2006. Botânica organográfica. 4ª edição. Editora UFV, Viçosa.
- Taiz, L. & Zeiger, E. 1998. Plant physiology. 2nd edition. Sinauer Associates, USA.
- Yarranton, G.A. & Morrison, R.G. (1974). Spatial dynamics of a primary succession: nucleation. *Journal of Ecology* 62(2): 417-428.
- Zanini, L., Ganade, G. 2005. Restoration of Araucaria Forest: the role of perches, pioneer vegetation, and soil fertility. *Restoration Ecology* 13(3): 507-514.

6. APÊNDICES

Apêndice 1: Área de estudo. Em A, localização do Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata PUCRS (CPCN) na América do Sul (losângulo preto); em B, vista aérea do campo insular no CPCN, com a disposição das unidades amostrais identificando os tratamentos: pares de *Araucaria angustifolia* e *Baccharis uncinella* isolados (triângulos); transições floresta e campo com predomínio de gramíneas (círculo branco) e campo com predomínio de *Baccharis uncinella* (círculo preto).



Apêndice 2: Fotografias das áreas de transição floresta e campo e dos indivíduos lenhosos idolados avaliados no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata PUC RS. Em **A** e **B** *A. angustifolia* e *B. uncinella*, respectivamente. Em **C** área de borda florestal e campo com predomínio de arbustos de *B. uncinella* e em **D** borda florestal e campo com predomínio de gramíneas.

