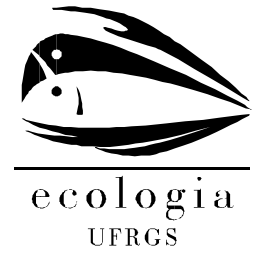




UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA



**DINÂMICA DE COLONIZAÇÃO DE *Araucaria angustifolia* EM CAMPOS E  
SUA INFLUÊNCIA NA EXPANSÃO FLORESTAL NO SUL DO BRASIL**

por

Adriana Schüler da Silva

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia da  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul como um dos pré-requisitos para  
obtenção do título de Mestre em Ciências - ênfase em Ecologia

Orientador: Prof. Dr. Valério De Patta Pillar

Porto Alegre, abril de 2009.

DINÂMICA DE COLONIZAÇÃO DE *Araucaria angustifolia* EM CAMPOS E  
SUA INFLUÊNCIA NA EXPANSÃO FLORESTAL NO SUL DO BRASIL

por

Adriana Schüler da Silva

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ecologia da  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul como um dos pré-requisitos para  
obtenção do título de Mestre em Ciências - ênfase em Ecologia

Orientador: Prof. Dr. Valério De Patta Pillar

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Fidel Alejandro Roig

Prof. Dr. João André Jarenkow

Prof. Dr. Andreas Kindel

Data da defesa pública: 27 de abril de 2009.

Schüler-da-Silva, Adriana

Dinâmica de colonização de *Araucaria angustifolia* em campos e sua influência na expansão florestal no sul do Brasil / Adriana Schüler da Silva.  
- Porto Alegre: PPG-Ecologia da UFRGS, 2009.

109 f.: Il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Porto Alegre, BR - RS, 2009. Orientador: Pillar, Valério De Patta

1. Nucleação. 2. Dendrocronologia. 3. *Araucaria*.  
4. Expansão florestal. I. Título

## AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia da UFRGS (professores e funcionários), ao Inter-American Institute for Global Change Research (IAI) pelo financiamento do projeto e pela concessão do primeiro ano de bolsa, a CAPES pela concessão do segundo ano de bolsa. Ao IBAMA por permitir a realização deste trabalho na Estação Ecológica de Aracuri, Muitos Capões, RS, especialmente ao Seu Alfredo por sempre nos receber de braços abertos e por zelar pela Estação, e ao Sérgio pelas conversas, churrascos, chimarrões e principalmente pelas ajudas em campo!

A todos os colegas do Laboratório de Ecologia Quantitativa que de uma forma ou outra estiveram presentes ao longo desta jornada. Agradeço também àqueles que se encorajaram a desbravar o vassoural e as Araucárias de Aracuri: Marcus Vieira, Bethânia Azambuja, Alessandra Fidelis, Letícia Dadalt (pela super ajuda de última hora!), José Vicente, Martina Ritter, Carolina (amiga do Max), Graham Martin e Andrea Skiba. Em especial, a Maximiliano de Oliveira pelas muuuitas ajudas em campo, fosse furando Araucária, marcando parcelas ou anotando....obrigada pela parceria constante! Outro agradecimento especial dedico à Carolina Blanco da Rosa por sempre estar disponível para qualquer ajuda, pois colaborou muito com a elaboração do projeto e tantas outras coisas, muito obrigada! Agradeço também a atenção de nosso colega Eduardo Vélez com a Kombi do Ecoqua, sem a qual não poderíamos realizar nossos trabalhos com tamanha facilidade.

À Letícia Casarotto Troian pela grande amizade, conversas, caronas(!), desabafos, e pela atenção especial no fim da dissertação para revisão das referências bibliográficas e formatação do texto. A outros colegas queridos que estiveram presentes, sempre me dando força: Luisa Brusius, Wágner Camelotti, Luciana Podgalski, Guilherme Michels e Bethânia Azambuja (mais uma vez!). À Camila Schinestsck por tudo né.....por toda parceria de campo, pelas longas conversas sobre ecologia, a vida e o futuro e por ter se tornado uma grande amiga; e à Ana Luisa Matte por outras longas e infundáveis conversas e também pela grande amizade que construímos nesses dois anos.

Às gurias do Laboratório de Dendrocronologia (anexo do Ecoqua): Rita Rauber e Felícia Fischer pela parceria, auxílio e companhia no laboratório. Ao professor Fidel Roig pelos ensinamentos dendrocronológicos.

À Melina Grassotti dos Santos, amiga e mais nova comadre, por sempre estar disponível para conversas e discussões, pelo auxílio em campo (até onde conseguiu né!), pela revisão das referências bibliográficas e formatação do texto e por tudo mais que ela já sabe!

À Ângelo Schneider, professor João André Jarenkow, Guilherme Seger e Edson Soares pelo auxílio na identificação das espécies.

À Sandra Müller por toda ajuda na construção deste trabalho, desde desenvolvimento de projeto, ajudas em campo, discussões, contribuições, análises estatísticas, enfim....por tudo, muito obrigada!

Ao Juliano Morales de Oliveira, colega pesquisador e compadre, pelo apoio imprescindível, sempre! Obrigada por me mostrar o incrível mundo dos anéis de crescimento, e por acreditar neste trabalho. Espero algum dia poder retribuir por toda ajuda.

Ao meu orientador Valério Pillar pelos ensinamentos compartilhados, pela atenção e contribuições essenciais à lapidação deste trabalho, mas principalmente por acreditar nele e depositar confiança em mim. Agradeço também pela oportunidade de trabalhar no Ecoqua, lugar que considero privilegiado!

À família Bergamin por terem se tornado minha segunda família e por sempre me apoiarem, inclusive com o empréstimo do “Corsinha” para irmos a Aracuri e a tantos outros lugares!

Agradeço especialmente ao Rodrigo Bergamin (Berga) pelo companheirismo, pela amizade, pela paciência, pelo auxílio inestimável em campo, identificação das espécies, e principalmente por fazer os meus dias mais felizes e por compartilhar todos os momentos importantes dos últimos seis anos da minha vida!

Por fim (mas não menos importante!) agradeço a meus pais, Pedro e Katia, e a minha irmã Luiza pelo apoio incondicional, pela dedicação, carinho e por tornarem a minha vida sempre completa.

À minha família e ao Berga, dedico este trabalho.

## SUMÁRIO

Resumo.....	vii
Abstract.....	viii
Lista de figuras.....	ix
Lista de tabelas.....	xiii
Lista de apêndices.....	xiv
1. Introdução.....	1
2. Estrutura etária de <i>Araucaria angustifolia</i> (Araucariaceae) em campos no sul do Brasil.....	7
2.1 Introdução.....	7
2.2 Materiais e métodos.....	10
2.3 Resultados.....	13
2.4 Discussão.....	18
2.5 Conclusões.....	24
2.6 Referências bibliográficas.....	25
3. Nucleação e dinâmica espaço-temporal de <i>Araucaria angustifolia</i> (Araucariaceae) em campos sob exclusão de distúrbios antrópicos no sul do Brasil.....	30
3.1 Introdução.....	30
3.2 Materiais e métodos.....	32
3.3 Resultados.....	37
3.4 Discussão.....	42
3.5 Conclusões.....	47
3.6 Referências bibliográficas.....	48
4. Considerações finais.....	52
5. Referências bibliográficas.....	54
6. Apêndices.....	60

## Resumo

A expansão natural de vegetação lenhosa sobre pradarias tem sido observada em escala global, mas os regimes de distúrbio influenciam a dinâmica da expansão. Basicamente dois padrões de expansão florestal podem ser considerados em áreas campestres excluídas de manejo: o avanço gradual a partir das bordas florestais e a colonização de indivíduos isolados na matriz campestre. Uma vez estabelecidas, as espécies colonizadoras de campos podem facilitar a dispersão de outras espécies sob suas copas (*perch effect*), servindo como poleiros naturais; e/ou ainda podem facilitar o estabelecimento dessas espécies, atuando como berçários (*nurse plant effect*). Neste contexto, *Araucaria angustifolia* é um exemplo de espécie colonizadora em campos que contribui para o processo de expansão. Além disso, *A. angustifolia* caracteriza-se pela formação de anéis de crescimento anuais em decorrência de variações climáticas sazonais, permitindo o estudo da dinâmica e estrutura etária das populações com o uso de métodos dendrocronológicos. Com base nisso, avaliamos nesta dissertação a estrutura etária de *A. angustifolia* em campos excluídos de manejo por 34 anos e a relacionamos com o processo de expansão florestal, bem como averiguamos o seu papel como facilitadora da dispersão e estabelecimento de espécies lenhosas colonizadoras de campos. Os resultados apontam para uma relação inversa entre a estrutura etária e a distância da borda florestal; e indicam que *A. angustifolia* atua mais como um poleiro para deposição de diásporos, do que propriamente como uma facilitadora do estabelecimento dessas espécies.

Palavras-chave: nucleação, *perch effect*, *Araucaria*, expansão florestal.

## *Abstract*

The natural expansion of woody vegetation over grassland has been observed worldwide, but the expansion dynamics is influenced by the disturbance regimes. Two patterns of forest expansion are well documented: gradual expansion from the forest borders and by the process of nucleation, which consists in the colonization of the grassland matrix by isolated trees. Once established, these colonizing species can facilitate the dispersion process by acting as perches, and/or as nurse plants by facilitating the recruitment of new colonizers. *Araucaria angustifolia* is an example of colonizer species in open areas contributing to forest expansion. Besides, *A. angustifolia* presents tree rings that reflect annual cycles of growth and dormancy, allowing us to study dynamics and population age structures using dendrochronological methods. In this dissertation, we evaluate the age structure of *A. angustifolia* in grasslands excluded from disturbance for 34 years and relate it to the expansion process. As well, we evaluate the role of *A. angustifolia* as perch (by facilitating seed dispersal) and as a nurse plant (by facilitating the establishment of other species under the crown). Our results point out to an inverse relationship between age structure and distance from the border and indicate that the role of *A. angustifolia* is more important as a perch than facilitating the establishment of other species.

Key-words: nucleation, *perch effect*, *Araucaria*, forest expansion.



## LISTA DE FIGURAS

### 2. Estrutura etária de *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae) em campos no Sul do Brasil.

Figura 1: Mapa de vegetação da Estação Ecológica de Aracuri, RS (Cestaro *et al.* 1986, modificado). Os pontos em vermelho representam os 150 pontos plotados nas áreas de campo e vassoural para seleção dos pontos de amostragem.....11

Figura 2: Distribuição da idade de *Araucaria angustifolia* em relação à distância da borda florestal, em Campos excluídos de pastejo e queima desde 1974, na Estação Ecológica de Aracuri, Muitos Capões, RS. Em A, os pontos em preto representam árvores estabelecidas antes da exclusão do manejo, e os pontos em cinza indicam indivíduos estabelecidos após a exclusão. Em B, modelo de regressão linear ajustado com base nos indivíduos estabelecidos após a exclusão.....12

Figura 3: Relação entre idade e variáveis morfológicas de *Araucaria angustifolia* em Campos excluídos de pastejo e queima desde 1974, na Estação Ecológica de Aracuri, Muitos Capões, RS.....14

Figura 4: Relação entre idade real (determinada por dendrocronologia) e idade predita pela altura total em *Araucaria angustifolia*, em campos excluídos de pastejo e queima desde 1974, na Estação Ecológica de Aracuri, Muitos Capões, RS.....15

Figura 5: Relação entre idade de *Araucaria angustifolia* predita segundo a altura total dos indivíduos e a distância da borda florestal em campos excluídos de pastejo e queima desde 1974,

na Estação Ecológica de Aracuri, Muitos Capões, RS.....16

### 3. Nucleação e dinâmica espaço-temporal de *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae) em campos sob exclusão de distúrbios antrópicos no sul do Brasil.

Figura 1: Mapa de vegetação da Estação Ecológica de Aracuri, RS (Cestaro *et al.* 1986, modificado). Os pontos em vermelho representam os 150 pontos plotados nas áreas de campo e vassoural para seleção dos pontos de amostragem.....30

Figura 2: Esquema do delineamento amostral para o levantamento quali-quantitativo de espécies lenhosas, considerando parcelas pareadas na Estação Ecológica de Aracuri, Muitos Capões, RS. Em A, amostragem embaixo da copa de *Araucaria angustifolia*; em B amostragem adjacente à área de copa (controle). Círculos grandes representam as unidades para amostragem do estrato arbóreo-arbustivo e os círculos pequenos representam as unidades para amostragem do estrato regenerante.....31

Figura 3: Abundância de indivíduos de todas as espécies sob a copa e adjacente à copa de *Araucaria* (controle) para o estrato arbóreo-arbustivo na Estação Ecológica de Aracuri, Muitos Capões, RS. Os pontos pretos representam a mediana, as barras indicam os primeiros e terceiros quartis, e os traços horizontais representam a abundância total mínima e máxima encontradas.....33

Figura 4: Índice de diversidade Shannon de espécies vegetais do estrato arbóreo-arbustivo sob a copa de indivíduos de *Araucaria* e fora delas (controle), na Estação Ecológica de Aracuri, Muitos Capões, RS. Em A, foram consideradas todas as espécies ( $H'$ ); em B, apenas as espécies zoocóricas ( $H'_z$ ); e em C, apenas as espécies não-zoocóricas (anemocóricas ou autocóricas, ( $H'_{nz}$ )).

Os pontos pretos representam a mediana, as barras indicam os primeiros e terceiros quartis, e os traços horizontais representam a diversidade mínima e máxima encontradas. Os valores de diversidade são apresentados como desvios em relação à média de cada par (*Araucaria* e controle), por isso os valores negativos.....34

Figura 5: Relação entre a diferença de diversidade (índice de Shannon) das comunidades lenhosas sob e fora das copas de indivíduos de *Araucaria* considerando apenas espécies zoocóricas e a distância da borda florestal (A) ou a idade do indivíduo de *Araucaria* (B), na Estação Ecológica de Aracuri, Muitos Capões, RS. Os pontos com diferença de diversidade positiva representam maior diversidade sob a copa de *Araucaria angustifolia*, e os pontos com diferença negativa indicam maior diversidade fora da área de copa (controle). Os valores de diversidade são apresentados como desvios em relação à média de cada par (*Araucaria* e controle), por isso a presença de valores negativos.....35

Figura 6: Abundância total sob as copas e adjacente às copas de *Araucaria* (controle), para o estrato regenerante na Estação Ecológica de Aracuri, Muitos Capões, RS. Os pontos pretos representam a mediana, as barras indicam os primeiros e terceiros quartis, e os traços horizontais representam a abundância total mínima e máxima encontradas.....37

Fig. 7: Índice de diversidade Shannon de espécies vegetais do estrato regenerante sob a copa de indivíduos de *Araucaria* e fora delas (controle), na Estação Ecológica Aracuri, Muitos Capões, RS. Em A, foram consideradas todas as espécies ( $H'_t$ ); em B, apenas as espécies zoocóricas ( $H'_z$ ); e em C, apenas as espécies não-zoocóricas (anemocóricas ou autocóricas,  $H'_{nz}$ ). Os pontos pretos representam a mediana, as barras indicam os primeiros e terceiros quartis, e os traços horizontais representam a diversidade mínima e máxima encontradas. Em C, o valor máximo sob *Araucaria* e

o mínimo no Controle são iguais à mediana, bem como os primeiros e terceiros  
quartis.....37

## LISTA DE TABELAS

### 3. Nucleação e dinâmica espaço-temporal de *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae) em campos sob exclusão de distúrbios antrópicos no sul do Brasil.

Tabela 1: Índice de diversidade Shannon para espécies arbóreo-arbustivas não-zoocóricas de hábito campestre ( $H'_{\text{campo}}$ ) e de transição ( $H'_{\text{transição}}$ ) sob e fora à área de copa de *Araucaria*, na Estação Ecológica de Aracuri, Muitos Capões, RS.....34

Tabela 2: Resultados de cinco modelos de regressão linear desenvolvidos para o estrato arbóreo-arbustivo, considerando três grupos de espécies, onde  $H'_t$ = diversidade total de espécies;  $H'_z$ = diversidade de espécies zoocóricas e  $H'_{nz}$ = diversidade de espécies não-zoocóricas (anemo e autocóricas), na Estação Ecológica Aracuri, Muitos Capões, RS. A diversidade é expressa pelo índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ). Os fatores são DIS= distância da borda florestal; IDA= idade de *Araucaria*; IDA<sub>r</sub>= idade residual (o que não é explicado pela distância da borda) e INT= interação entre os fatores. \* indica significância estatística ( $\alpha=0,05$ ).....36

Tabela 3: Resultados de quatro modelos de regressão linear desenvolvidos para o estrato arbóreo-arbustivo, considerando três grupos de espécies, onde  $H'_t$ = diversidade total de espécies;  $H'_z$ = diversidade de espécies zoocóricas e  $H'_{nz}$ = diversidade espécies não-zoocóricas (anemo e autocóricas), na Estação Ecológica de Aracuri, Muitos Capões, RS. A diversidade é expressa pelo índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ). Os fatores são DIS= distância da borda florestal; IDA= idade de *Araucaria*; IDA<sub>r</sub>= idade residual (o que não é explicado pela distância da borda) e INT= interação entre os fatores.....38

## LISTA DE APÊNCICES

Apêndice 1: Representação dos anéis de crescimento de *Araucaria angustifolia*. Em A, corte transversal do tronco com indicação do local de retirada de amostras dendrocronológicas (retângulo vermelho); em B, representação de amostras dendrocronológicas com indicação dos anéis de crescimento (círculo vermelho); em C, anéis de crescimento em maior resolução, indicando os lenhos iniciais (banda de coloração clara) e tardios (banda de coloração escura).....60

Apêndice 2: Área de estudo. Em A, localização da região de estudo, com ênfase na cidade de Vacaria no Estado do Rio Grande do Sul (círculo vermelho), próxima à Unidade de Conservação; em B, imagem de satélite de 2007 da Estação Ecológica de Aracuri (delimitada pela linha vermelha) e áreas limítrofes com a indicação dos principais grupos fitofisionômicos: F = Floresta; V = Vassoural; B = Campo Higromórfico (Banhado); C = Campo Seco; G = pasto e/ou gramado; L = Lavoura; e S = Silvicultura.....61

Apêndice 3: Lista das espécies encontradas nas áreas de campo e vassoural da Estação Ecológica de Aracuri, Muitos Capões, RS. As espécies foram categorizadas quanto ao estrato vegetal, síndrome de dispersão e hábito.....62

Apêndice 4: Tabela com dados brutos referentes à população de *Araucaria angustifolia* na área de vassoural da Estação Ecológica de Aracuri, Muitos Capões, RS.....65

Apêndice 5: Dados brutos referentes ao estrato arbóreo-arbustivo sob a copa de *Araucaria angustifolia* na Estação Ecológica de Aracuri, Muitos Capões, RS.....68

Apêndice 6: Dados brutos referentes ao estrato arbóreo-arbustivo adjacente à copa de *Araucaria angustifolia* na Estação Ecológica de Aracuri, Muitos Capões, RS.....79

Apêndice 7: Dados brutos referentes ao estrato regenerante sob copa de *Araucaria angustifolia* na Estação Ecológica de Aracuri, Muitos Capões, RS.....88

Apêndice 8: Dados brutos referentes ao estrato regenerante adjacente à copa de *Araucaria angustifolia* na Estação Ecológica de Aracuri, Muitos Capões, RS.....92

## 1. INTRODUÇÃO

Alterações nas condições climáticas, edáficas e bióticas influenciam a dinâmica de ecossistemas, modificando tanto a composição e distribuição de espécies como a estrutura de comunidades em escala global (Fitzpatrick *et al.* 2008). Deste modo as espécies vegetais substituem-se gradual ou abruptamente entre os diferentes ambientes, formando zonas de transição entre as distintas formações vegetais. Os limites dessas zonas de transição sofrem movimentos de expansão e retrocesso ao longo do tempo, apresentando uma dinâmica única e por isso podem ser potenciais indicadores de mudanças climáticas globais (Shrader-Frchette & McCoy 1993; Camarero *et al.* 2000).

### *Dinâmica de expansão florestal sobre Campos*

Associada a algumas zonas de transição está a dinâmica de expansão florestal, caracterizada por ser um processo global onde espécies arbóreo-arbustivas colonizam áreas abertas, modificando a estrutura de comunidades herbáceas (Scholes & Archer 1997). A expansão pode desenvolver-se em diferentes matrizes, variando desde áreas desmatadas e pastos abandonados (Peterson & Haines 2000; Holl 2002; Guevara *et al.* 2004) até pradarias (Oliveira & Pillar 2004; Pärtel & Helm 2007) e savanas (Silva *et al.* 2007). Por isso o histórico de uso da terra, assim como a distância de uma área-fonte de propágulos influem sobre a disposição espacial das espécies lenhosas colonizadoras, bem como sobre o padrão de expansão.

Além disso, é possível identificar outros fatores que explicam o processo de expansão, como alterações nas condições de temperatura e umidade, principalmente dos últimos 3000 anos antes do presente, que parecem ter favorecido o avanço de espécies florestais sobre campos (Behling *et al.* 2004); o acréscimo nos níveis de CO<sub>2</sub>



atmosféricos após a Revolução Industrial, que tende a beneficiar o desenvolvimento de espécies  $C_3$  quando comparadas às  $C_4$  (Archer *et al.* 1995; Davies *et al.* 2007). Por outro lado, distúrbios como pastejo por pecuária extensiva e fogo podem atuar como agentes controladores da dinâmica de expansão (Pillar 2003), uma vez que retardam o estabelecimento das espécies lenhosas, seja através de herbivoria ou pela queima dos indivíduos. No entanto, trabalhos como de Silva *et al.* (2001) e Watson *et al.* (2009) mostram que diferentes regimes de fogo podem favorecer o estabelecimento de algumas espécies lenhosas, uma vez que a competição dessas com as espécies campestres é enfraquecida visto a ação do fogo sobre o componente herbáceo.

No processo de expansão florestal, basicamente dois padrões podem ser considerados: a transição gradual de espécies a partir da borda florestal (Oliveira & Pillar 2004), e através do estabelecimento de indivíduos isolados na matriz campestre, também conhecido por nucleação (Scarano 2002; Duarte *et al.* 2006). As espécies consideradas nucleadoras podem facilitar a dispersão de sementes (efeito de poleiro, Pausas *et al.* 2006) e/ou o estabelecimento de espécies sob suas copas (Franco & Nobel 1989). No entanto, o processo de facilitação pode co-ocorrer com mecanismos de competição, e a influência desses fatores associados produz efeitos complexos e variados nas comunidades vegetais (Callaway & Walker 1997). Segundo os autores, o balanço entre interações positivas e negativas apresenta conseqüências contrastantes sobre os diferentes estádios de vida das espécies vegetais. Como exemplo, espécies que são classificadas como nucleadoras em estádios de vida inicial, e com o tempo passam a competir por recursos com as espécies que foram inicialmente beneficiadas por elas.

Outro aspecto relacionado ao processo de nucleação florestal é a ação dos agentes dispersores de sementes, que se tornam extremamente importantes para a colonização de novas áreas, pois carregam os diásporos para locais distantes da planta-

mãe, diminuindo teoricamente as chances de predação e competição (Howe & Miriti 2004). Em florestas tropicais, 50 a 90% das espécies vegetais apresentam síndrome de dispersão zoocórica e de 20 a 50% das espécies de mamíferos e aves alimentam-se de frutos (Jordano *et al.* 2006). Neste contexto, é possível identificar a importância das interações bióticas sobre a dinâmica de comunidades vegetais. Segundo Janzen (1974), a perda dessas interações em ambientes tropicais merece especial atenção, visto ser muito mais difícil de salvá-las da extinção do que as próprias espécies consideradas isoladamente.

Alguns conceitos acerca das dinâmicas de recrutamento e estabelecimento de espécies vegetais devem ser considerados: *limitação de dispersão*, *limitação de recrutamento* e *limitação de estabelecimento* (Jordano *et al.* 2006). Os termos *recrutamento* e *estabelecimento* seguem Harper (1977), onde o primeiro refere-se ao período logo após a germinação e o segundo a períodos mais tardios do estágio de vida das plantas, uma vez já fixadas em determinado sítio. Deste modo, Jordano *et al.* (2006) descrevem os três conceitos, a começar pela limitação de dispersão que se refere tanto a fatores intrínsecos das plantas, como a quantidade de frutos produzidos para poderem ser dispersos ou ainda como a fatores externos, variando desde predação de flores e de sementes em fases de pré-dispersão, até a ação direta dos dispersores de sementes que podem não conseguir chegar a determinadas áreas. Já a limitação de recrutamento encontra-se associada aos eventos pós-dispersão, onde os locais de deposição influenciam na germinação das sementes, tanto pela disponibilidade de nutrientes e água como pela intensidade luminosa. Por fim, a limitação de estabelecimento também se associa aos fatores citados anteriormente, contudo em níveis mais avançados dos estágios de vida vegetal. Nota-se que os três conceitos estão intimamente associados

entre si, evidenciando a importância das *interações* sobre a dinâmica de comunidades vegetais, incluindo o processo de expansão florestal sobre campos.

*Araucaria angustifolia* é uma conífera subtropical dominante em florestas de altitude no Sul do Brasil e por isso a formação é designada Floresta com Araucária ou também Floresta Ombrófila Mista (Teixeira *et al.* 1986). As formações de Floresta com Araucária no Estado do Rio Grande do Sul apresentam-se de forma contínua ou em capões de mato. Esses capões são definidos por Rambo (1956) como manchas isoladas circundadas por vegetação campestre, formando mosaicos de florestas e campos na paisagem. Estudos mostram que atualmente há um avanço das florestas sobre as formações campestres (Pillar 2003; Oliveira & Pillar 2004; Machado 2004). Além disso, evidências paleoambientais indicam que os Campos são relictos de fases glaciais e pós-glaciais frias e secas que precederam a atual situação de distribuição florestal (Behling 2004). Contudo, é evidente que distúrbios antrópicos têm auxiliado na manutenção das formações campestres frente à tendência de expansão florestal sobre os Campos.

A Floresta com Araucária estende-se originalmente por seis Estados do Brasil: Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, apresentando menor continuidade em São Paulo, Minas Gerais (Serra da Mantiqueira) e Rio de Janeiro (Serra dos Órgãos), onde ocorrem em pequenas manchas isoladas e em altitudes bastante elevadas (1300m a 1600m) (Klein 1960; Jarenkow & Baptista 1987). Esta espécie torna-se especialmente importante na estrutura da comunidade florestal devido a algumas de suas características, tais como apresentar grande porte (ultrapassando os limites do dossel da floresta), grande acúmulo de biomassa e produção de sementes (grandes e ricas em amido) em época de escassez alimentar para fauna, ou seja, no inverno (Guglielme & Ganade 2006).

### *Dendroecologia aplicada ao estudo de dinâmica vegetal*

O estudo da determinação da idade e crescimento de plantas através de anéis de crescimento denomina-se dendrocronologia. Através desta ciência é possível analisar séries temporais de anéis de crescimento de algumas espécies vegetais e relacioná-las com fenômenos climáticos, tais como fogo, neve, regimes de chuva e seca (Fritts 1976; Worbes 1989; Détienne 1989; Miller *et al.* 2001; Drobyshev *et al.* 2004; Bravo *et al.* 2008), bem como com processos ecológicos (Oliveira 2007). Desta forma, a dendrocronologia permite a reconstrução histórica de ecossistemas com base em dados de escala temporal, e busca encontrar padrões de crescimento a fim de entender como o ambiente influencia no desenvolvimento das plantas e na dinâmica dos ecossistemas.

Para estudos em dendrocronologia, basicamente é necessário que a espécie em questão desenvolva anéis de crescimento visíveis, com formação periódica conhecida. Os anéis de crescimento são estruturas celulares formadas em decorrência da atividade cambial sazonal das plantas, e encontram-se dispostos circularmente ao redor da medula (Oliveira 2007). Os anéis são caracterizados pela diferenciação do xilema em lenhos iniciais, que são as células que primeiramente se desenvolvem; e lenhos tardios, que se formam posteriormente ao lenho inicial. Os primeiros organizam-se em traqueídes alongados e apresentam parede celular delgada, o que confere coloração clara à madeira; já os lenhos tardios são arrançados em traqueídes menores e de parede celular mais espessa, conferindo coloração escura (Santarosa *et al.* 2007). Em consequência, duas bandas (uma clara e outra mais escura) pronunciam-se na madeira e essa diferença de coloração permite a diferenciação e contagem dos anéis de crescimento. Desta forma, um anel pode ser definido pela combinação de um lenho inicial e um lenho tardio (Apêndice 1).

Muitos dos trabalhos em dendrocronologia enfocam o estudo das espécies em regiões temperadas ou áridas (Gillespie *et al.* 1998; Flichter *et al.* 2004; Wang *et al.* 2005; Deslauriers *et al.* 2007; Werf *et al.* 2007; George *et al.* 2009) visto a forte sazonalidade climática que define uma estação de crescimento e outra de dormência a cada ano nas espécies (Oliveira 2007). Contudo, no Brasil e também no restante da América do Sul, pesquisas desenvolvidas com dendrocronologia vêm aumentando nas últimas décadas e as espécies tropicais e subtropicais têm contribuído substancialmente para este avanço (ver Roig 2000 e Worbes 2002; Grau *et al.* 2003; Worbes 2003; Callado *et al.* 2004; Roig 2005; Brienen 2006; Lisi *et al.* 2008). Em recente trabalho publicado por Tomazello-Filho e colaboradores (2009), há uma compilação dos trabalhos realizados com dendrocronologia na América Latina. No sul do Brasil, *A. angustifolia* enquadra-se no âmbito dos estudos com dendrocronologia, pois reconhecidamente produz anéis de crescimento com periodicidade anual (Seitz & Kanninen 1989; Lisi *et al.* 2001; Oliveira *et al.* 2009).

O presente trabalho é dividido em dois artigos, os quais tratam da dinâmica de *Araucaria* sobre campos no Sul do Brasil. O primeiro artigo aborda a expansão florestal, relacionando a estrutura etária populacional de *A. angustifolia* com a distância da borda florestal, bem como avalia relações morfométricas entre os indivíduos a fim prever a idade da população com base em atributos morfológicos mensurados a campo. O segundo artigo trata do efeito de *A. angustifolia* como nucleadora em campos, medido através do índice de diversidade de espécies lenhosas que estão se estabelecendo nas áreas campestres. O primeiro artigo está formatado de acordo com as normas da revista *Austral Ecology*, e o segundo de acordo com *Journal of Vegetation Science*.

## 2. ESTRUTURA ETÁRIA DE *Araucaria angustifolia* (ARAUCARIACEAE) EM CAMPOS NO SUL DO BRASIL

### 2.1 Introdução

Estudos sobre a dinâmica de processos ecológicos visando interpretar a distribuição dos organismos no espaço e no tempo são amplamente desenvolvidos. A expansão natural de florestas é um processo ecológico que tem sido observado em escala global sobre diversos tipos de matriz de vegetação aberta, variando desde áreas desmatadas e pastagens abandonadas (Duncan & Chapman 1999; Peterson & Haines 2000; Holl 2002; Guevara *et al.* 2004) até savanas (Cabral *et al.* 2003; Silva *et al.* 2007) e pradarias (Oliveira & Pillar 2004; Pärtel & Helm 2007). Desta forma, a matriz pode influenciar a distribuição dos organismos nas áreas, configurando diferentes padrões de expansão.

Esse processo pode ser explicado por diversos fatores. Alterações climáticas relacionadas ao aumento de umidade e de temperatura estiveram provavelmente associadas ao estabelecimento de espécies lenhosas em áreas abertas (Behling & Pillar 2007). Outro fator é o aumento significativo nos níveis de CO<sub>2</sub> atmosféricos após a Revolução Industrial, fato que parece conferir vantagem às espécies C<sub>3</sub> quando comparadas às C<sub>4</sub>, sendo estas comumente dominantes em comunidades herbáceas (Archer *et al.* 1995). Em contraste, distúrbios como o pastejo por rebanhos (Carmel & Kadmon 1999) e o fogo (Pillar 2003) podem retardar o processo de expansão. No entanto, este último também parece atuar de forma inversa, uma vez que pode favorecer o aumento do componente arbóreo quando em diferentes regimes de fogo (Silva *et al.* 2001).

Nas regiões de maior altitude no Sul do Brasil a vegetação apresenta-se como um mosaico de formações predominantemente herbáceas (Campos) e arbóreas (Floresta Ombrófila Mista, conhecida como Floresta com Araucária), com zonas de contato claramente distinguíveis (Rambo 1956). Evidências paleo-palinológicas indicam que nessa região, durante fases glaciais mais secas e frias ou pós-glaciais mais secas e quentes, os campos eram a vegetação predominante. Somente nos últimos 3000 anos, possivelmente devido a um aumento da umidade e redução da temperatura (com relação à fase climática anterior), florestas com Araucária expandiram-se sobre campos (Behling *et al.* 2004).

Em campos mantidos sem distúrbios de pastejo e fogo, dois padrões de expansão florestal podem ser identificados: expansão gradual de arbustos e árvores a partir das bordas florestais (Oliveira & Pillar 2004) e através de indivíduos arbóreo-arbustivos estabelecidos isoladamente na matriz campestre que atuam como nucleadores (*nurse plants*), facilitando a dispersão e ou o estabelecimento de outras espécies florestais (Scarano 2002; Duarte *et al.* 2006). Neste contexto, a espécie arbórea *Araucaria angustifolia* (Bertol.) O. Kuntze, dominante nas formações florestais, é encontrada frequentemente em campos, sendo considerada uma espécie pioneira (Reitz & Klein 1978) e a principal nucleadora (Duarte *et al.* 2006) do processo de sucessão florestal.

A dispersão de sementes em *A. angustifolia* é zoocórica (Guglielme & Ganade 2006; Iob & Vieira 2008). Deste modo, a colonização dessa espécie em campos dependerá de como os animais dispersores exploram o ambiente, determinando os locais de deposição e a distância da borda florestal a partir da qual chegarão suas sementes (Kindel 1996; Iob & Vieira 2008). Portanto, variações na estrutura da comunidade campestre ao longo do processo de sucessão, *e.g.* aumento da biomassa herbácea e arbustiva (Oliveira & Pillar 2004), devem alterar a forma com que os

dispersores exploram os campos, e conseqüentemente os padrões de dispersão de sementes de *A. angustifolia*.

Dada a relevante importância de *A. angustifolia*, variações na sua estrutura e dinâmica populacionais em campos devem estar fortemente relacionadas ao processo de expansão florestal. Contudo, há poucos estudos sobre o tema. Klein (1960) acredita que a espécie está inserida em um ecossistema de forte desequilíbrio dinâmico e é influenciada principalmente pelo fogo e por mudanças abruptas nas condições edáficas, que atuam sobre a distribuição das populações. O autor ainda sugere que *A. angustifolia* caracteriza-se como pioneira, pois é frequentemente encontrada em bordas florestais e também colonizando áreas campestres isoladamente. O trabalho de Ferreira & Irgang (1979) trata também do efeito do fogo sobre a regeneração natural de *A. angustifolia* em Campos, tendo encontrado um alto número de indivíduos com rebrote em áreas de campo em comparação ao interior da floresta. Além disso, os autores sugerem que os indivíduos de *A. angustifolia* sobreviventes ao fogo são aqueles que encontram ambientes protegidos como entre pedras ou sob troncos.

Dados sobre a dinâmica e estrutura etária de populações de *A. angustifolia* poderiam ser obtidos por meio de análise dendrocronológica, visto que essa espécie forma anéis de crescimento anuais em decorrência de variações climáticas sazonais (Oliveira *et al.* 2009a; Lisi & Pessenda 2001; Seitz & Kanninen 1989), o que permite determinar a idade de indivíduos através da contagem dessas estruturas (Oliveira *et al.* 2009b no prelo). Comumente, estudos sobre a dinâmica de populações de espécies arbóreas são embasados em dados morfológicos (*e.g.* diâmetro do tronco e altura total), assumindo uma relação entre idade e tamanho dos indivíduos. Entretanto, essa relação nem sempre é significativa ou mesmo conhecida, o que torna frágil as interpretações a respeito da dinâmica dessas populações (Kitzberger *et al.* 2000).



Neste trabalho buscamos responder as seguintes questões: (1) como a estrutura etária de *Araucaria angustifolia* varia em função da distância da borda florestal?; (2) é possível estimar a idade de indivíduos de *A. angustifolia* com base em atributos morfológicos e como essa estrutura etária com base em dados morfológicos varia em função da distância da borda florestal?

## **2.2 Material e Métodos**

### *Área de estudo*

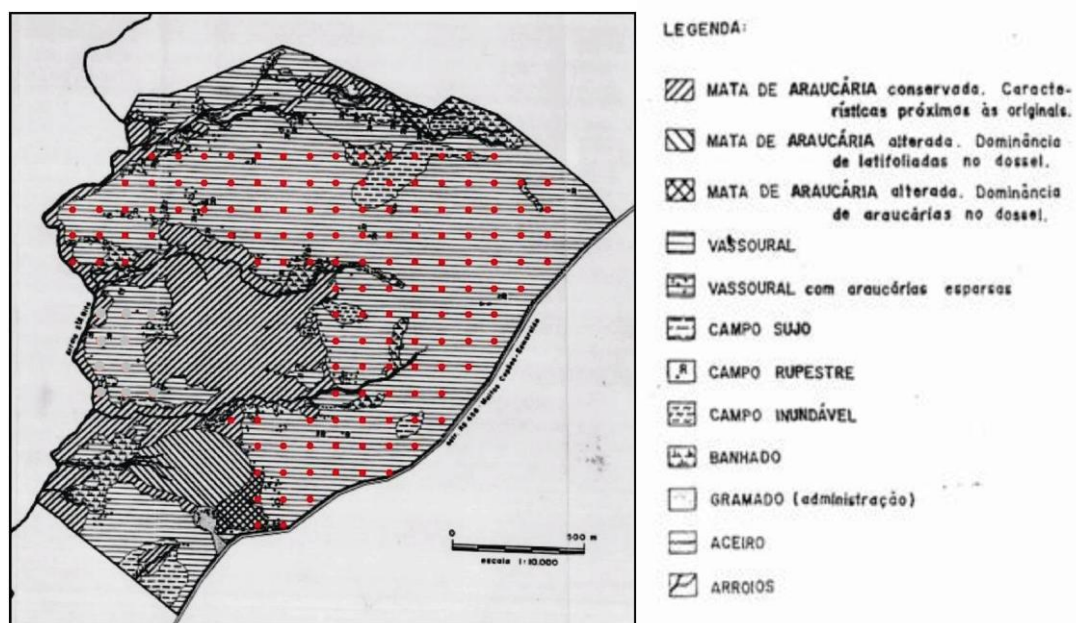
O estudo foi realizado na Estação Ecológica Aracuri (E.E. Aracuri, 28°13'S, 51°10'W), localizada no município de Muitos Capões, nordeste do Estado do Rio Grande do Sul (Apêndice 2). Essa unidade de conservação federal foi criada em 1981 e compreende um total de 272ha. A região apresenta uma altitude média de 900m, variando de 870 a 930m (Cestaro *et al.* 1986), e enquadra-se no tipo climático Cfb segundo a classificação de Köppen, com precipitação média anual de 1700 mm e temperaturas médias de 15,6 °C (Moreno 1961).

Waechter *et al.* (1984) reconheceram quatro tipos fisionômicos na E.E. Aracuri: banhado, campo, vassoural e mata com Araucária. O presente estudo limitou-se às áreas de campo e vassoural (campo com estrato herbáceo alto e arbustos). Embora a E.E. Aracuri tenha sido criada em 1981, desde 1974 a área já era excluída de manejos como pastejo e queima (P. L. de Oliveira, comunicação pessoal). A análise de uma fotografia aérea de 1965, portanto anterior à exclusão do pastejo e queima, indica que a área de estudo e a região de entorno era caracterizada por manchas (capões) de floresta com *Araucaria* entremeadas por campos manejados para criação de gado. Portanto, as áreas da E.E. Aracuri reconhecidas por Waechter *et al.* (1984) como vassoural, eram campos antes da exclusão do manejo.

### *Delineamento amostral*

Para a seleção dos indivíduos de *A. angustifolia* a serem avaliados foi utilizado um delineamento amostral estratificado em classes de distância da borda florestal. A borda florestal foi definida usando o mapa da vegetação da E.E. Aracuri, obtido com base em fotografias aéreas de 1965 (Cestaro *et al.* 1986). Nas áreas identificadas nesse mapeamento como campo ou vassoural foram plotados 150 pontos, equidistantes 100m do ponto mais próximo (Figura 1). Desses, foram aleatorizados 10 pontos de amostragem em cada uma das seguintes classes de distância da borda florestal: de 0 a 100m; de 101 a 200m; de 201 a 300m; de 301 a 400m; de 401 a 500m; e acima de 501m. Em cada ponto de amostragem foram sorteadas duas direções e em cada uma o indivíduo de *Araucaria* com diâmetro de tronco à altura do peito maior ou igual a 10cm ( $DAP \geq 10\text{cm}$ ) e mais próximo ao ponto foi selecionado para amostragem. Não havendo nenhum indivíduo nessas condições e ausente até 50m de raio do ponto, outra direção era sorteada.

Nos indivíduos selecionados foi medido o DAP e o fuste (altura da primeira ramificação do tronco), estimado visualmente o diâmetro de copa e a altura total, e tomadas amostras de secções transversais de tronco com trado de incremento a cerca de 20cm de altura do chão. As secções foram montadas em suportes de madeira, secas, lixadas e examinadas sob microscópio estereoscópico para determinação da idade estimada através da contagem dos anéis de crescimento (Stokes & Smiley 1968). A localização geográfica dos indivíduos foi obtida com auxílio de um receptor GPS (*Geographical Positioning System*) para determinar sua distância da borda florestal, segundo o mapa de vegetação (Cestaro *et al.* 1986).



**Figura 1:** Mapa de vegetação da Estação Ecológica de Aracuri, RS (Cestaro *et al.* 1986, modificado). Os pontos em vermelho representam os 150 pontos plotados nas áreas de campo e vassoural para seleção dos pontos de amostragem.

### *Análise dos dados*

Cada árvore selecionada foi considerada uma unidade amostral descrita por sua idade (segundo análise dendrocronológica) e distância da borda florestal. A relação entre essas variáveis foi avaliada através de regressão linear, tendo como variável resposta a idade e como fator a distância da borda. A significância do modelo foi testada por aleatorização (Manly 1991), com auxílio do programa computacional MULTIV (Pillar 2008).

Relações entre a idade dos indivíduos e variáveis morfológicas foram avaliadas por modelos de regressão linear simples. Esses modelos foram ajustados com metade das unidades amostrais, escolhidas aleatoriamente. As demais unidades foram utilizadas para validar o modelo de melhor ajuste, comparando a idade predita pelo modelo com a idade observada, determinada por análise dendrocronológica. A variação da idade

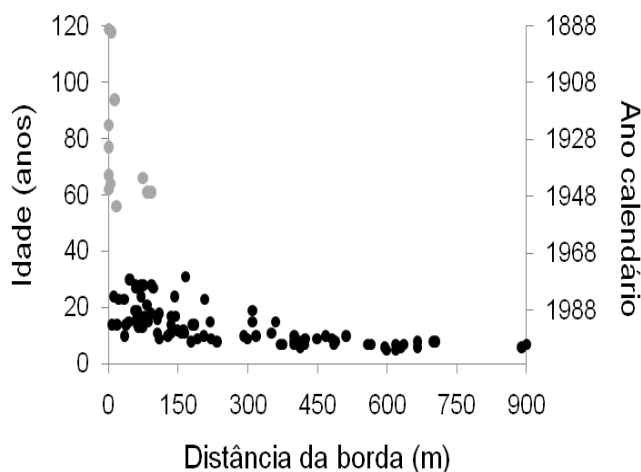
predita pelo modelo em função da distância da borda florestal foi avaliada por regressão linear.

### **2.3 Resultados**

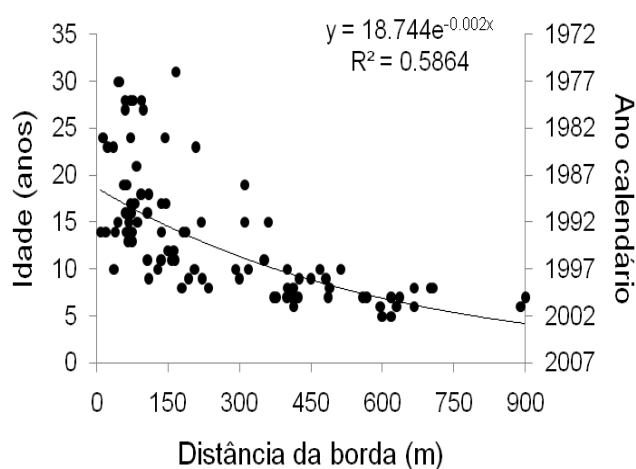
#### *Estrutura etária em relação à distância da borda*

Os resultados apontam para a existência de duas coortes de *A. angustifolia*: uma estabelecida antes e outra após a exclusão dos distúrbios de pastejo e queima, em 1974. As árvores estabelecidas antes da exclusão (com 34 anos ou mais; N=12) atingiram o máximo de 150m da borda florestal, enquanto aquelas estabelecidas após a exclusão (menos de 34 anos; N= 97) alcançaram até 900m de distância da borda (Figura 2a). Na Figura 2a nota-se também que há um intervalo de 25 anos (entre 1952 e 1977) onde não há evidências de estabelecimento de indivíduos de *A. angustifolia*, nem próximo ou distante à borda florestal.

O modelo de regressão linear ajustado para as árvores estabelecidas após a exclusão do manejo evidencia um declínio exponencial da idade de *A. angustifolia* conforme o aumento da distância da borda florestal. Esse modelo explica 58% da variação da idade ( $p=0,001$ ; Figura 2b). Além disso, a amplitude etária diminui com o aumento da distância da borda, variando de 10 a 30 anos a 100m da borda e de 7 a 10 anos a 600m, aproximadamente.



A

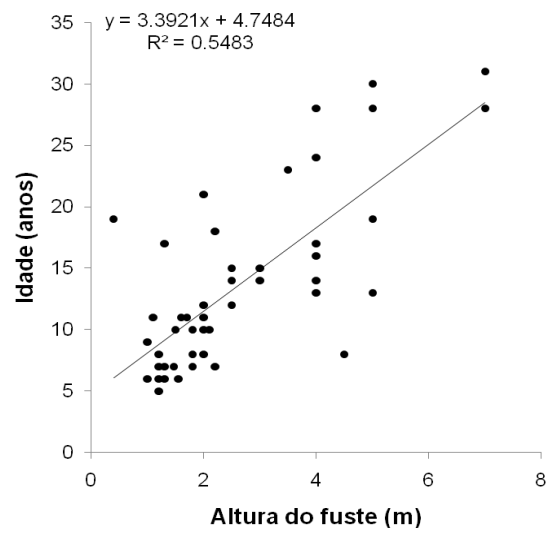
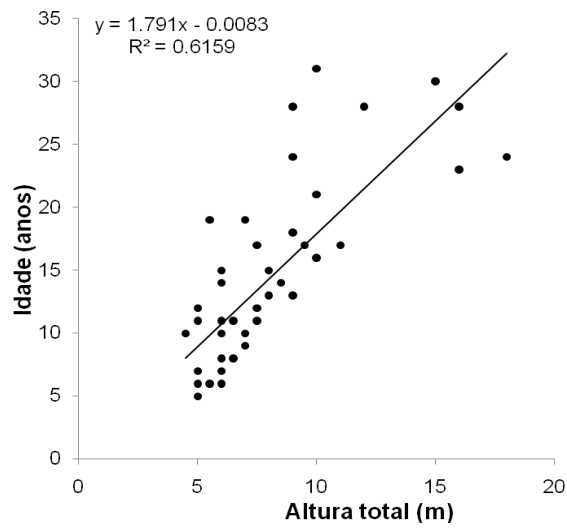


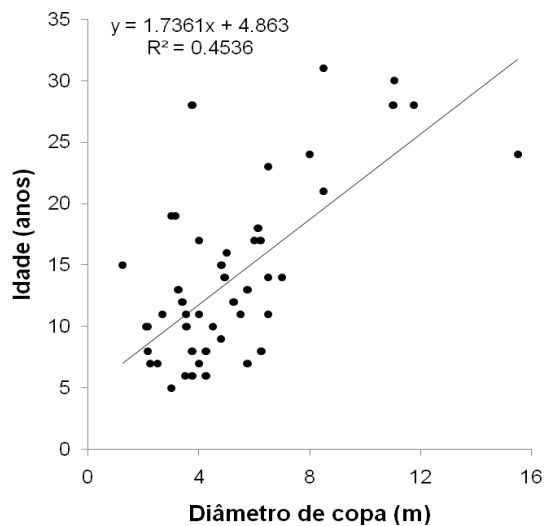
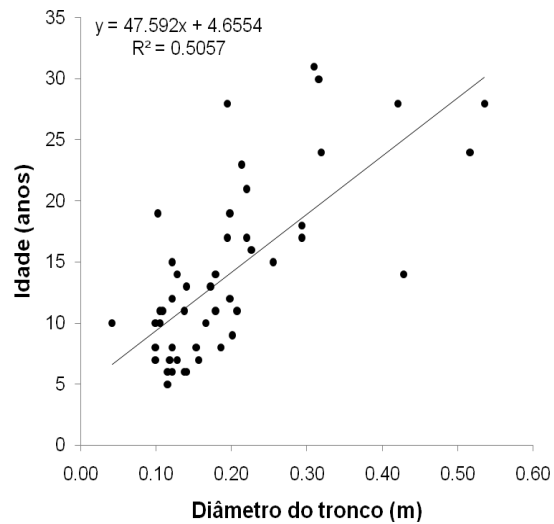
B

**Figura 2:** Distribuição da idade de *Araucaria angustifolia* em relação à distância da borda florestal, em campos excluídos de pastejo e queima desde 1974, na Estação Ecológica de Aracuri, Muitos Capões, RS. Em A, os pontos em cinza representam árvores estabelecidas antes da exclusão do manejo, e os pontos em preto indicam indivíduos estabelecidos após a exclusão. Em B, modelo de regressão linear ajustado com base nos indivíduos estabelecidos após a exclusão.

### Relações morfométricas

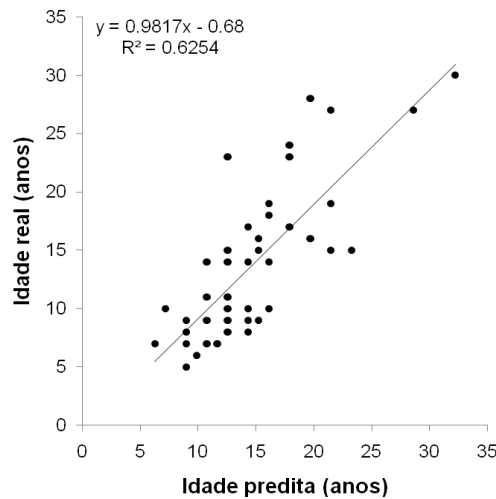
Foram encontradas relações positivas entre a idade de *A. angustifolia* e todas as variáveis morfológicas avaliadas (Figura 3). A variável “altura total” é a que melhor explica a variação da idade ( $R^2=0,61$ ;  $p=0,001$ ), seguida das variáveis “altura do fuste” ( $R^2=0,54$ ;  $p=0,001$ ), “diâmetro do tronco” ( $R^2= 0,50$ ;  $p=0,001$ ) e “diâmetro da copa” ( $R^2=0,45$ ;  $p=0,001$ ).





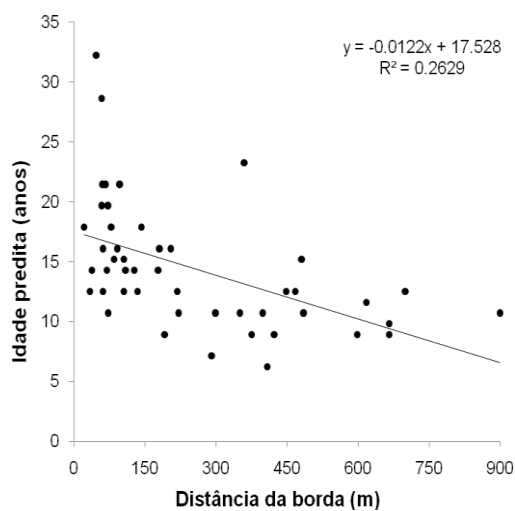
**Figura 3:** Relação entre idade e variáveis morfológicas de *Araucaria angustifolia* em campos excluídos de pastejo e queima desde 1974, na Estação Ecológica de Aracuri, Muitos Capões, RS.

A validação do modelo de melhor ajuste foi significativa ( $R^2=0,62$ ;  $p=0,001$ ), ou seja, 62% da variação nos dados de idade pode ser predita pela altura total dos indivíduos (Figura 4). Em média, o desvio dos dados observados com relação aos preditos pelo modelo foi de três anos, para mais ou para menos.



**Figura 4:** Relação entre idade real (determinada por dendrocronologia) e idade predita pela altura total em *Araucaria angustifolia*, em campos excluídos de pastejo e queima desde 1974, na Estação Ecológica de Aracuri, Muitos Capões, RS.

A relação entre a idade de *A. angustifolia* predita pela altura total dos indivíduos e a distância da borda florestal aponta um decréscimo linear da idade com o aumento da distância da borda (Figura 5). O modelo ajustado explicou 26% da variação nos dados de idade predita pela altura ( $p = 0,0001$ ).



**Figura 5:** Relação entre idade de *Araucaria angustifolia* predita segundo a altura total dos indivíduos e a distância da borda florestal em campos excluídos de pastejo e queima desde 1974, na Estação Ecológica de Aracuri, Muitos Capões, RS.



## 2.4 Discussão

### *Dinâmica de Araucaria angustifolia em campos manejados*

Os resultados apontam para a existência de duas coortes com tamanho e distribuição espacial nitidamente distintas, que podem ser explicadas por mudanças no manejo dos campos na área de estudo. A primeira é composta por poucos indivíduos de *A. angustifolia* estabelecidos entre 1888 e 1950, portanto antes da criação da unidade de conservação, e que se restringiram às proximidades da borda florestal, alcançando a distância máxima de 150m. A segunda coorte é formada por um número oito vezes maior de indivíduos (em comparação à coorte anterior) que se estabeleceram após a criação da E.E. Aracuri, entre 1974 e 2006, e atingiram até 900m da borda florestal.

A região do planalto Sul-Brasileiro apresenta uma forte característica quanto ao manejo tradicional de áreas campestres: criação extensiva de gado bovino em associação a queimadas invernais a cada dois anos aproximadamente. A área atualmente incluída na E.E. Aracuri era parte de fazendas de criação de gado que adotavam o manejo tradicional na região. Deste modo, indivíduos de *A. angustifolia* estabelecidos antes da criação da unidade de conservação tiveram influência do pastejo por rebanhos bovinos e do fogo, e esses distúrbios poderiam ter restringido o estabelecimento de uma maior população de árvores nos campos, corroborando os resultados observados por Ferreira & Irgang (1979), onde o fogo influenciou a sobrevivência de indivíduos jovens da espécie em áreas campestres, no Parque Nacional dos Aparados da Serra, RS. Já os indivíduos estabelecidos após a criação da E.E. Aracuri não sofreram ação dos distúrbios, e a interrupção do manejo pode ter sido um dos fatores de facilitação ao recrutamento e estabelecimento de diversas espécies lenhosas sobre a área além de *A. angustifolia*, tais como *Myrsine coriaceae* (Sw.) R. Br., *Schinus polygama* (Cav.)

Cabrera, *Lithraea brasiliensis* Marchand, *Styrax leprosus* Hook. & Arn. e *Baccharis uncinella* DC. (obs. pess.).

Os distúrbios podem influenciar a dinâmica de colonização de *A. angustifolia* sobre campos em dois aspectos: a dispersão de sementes e a sobrevivência de plântulas. Quanto à dispersão, os campos manejados podem atuar como uma barreira seletiva para animais cursoriais que se deslocam a partir de áreas ou manchas florestais (Pedó 2005), limitando a dispersão de sementes a áreas próximas à borda. Em relação à sobrevivência de plântulas, os indivíduos jovens (e mesmo pinhões) podem ser consumidos e pisoteados pelo gado e não resistem ao fogo. Isso explicaria o pequeno número de indivíduos da coorte mais antiga. Em campos sob manejo tradicional, a sobrevivência de *A. angustifolia* estaria relacionada a sítios protegidos (Ferreira e Irgang 1979; Pillar 2003) ou a queimadas menos frequentes, o que permitiria o crescimento das plantas o suficiente para resistir à queima (Soares 1990). Assim, um menor número de indivíduos de *A. angustifolia* estabelecidos sob manejo implica numa redução do processo de nucleação (ver Duarte *et al.* 2006), o que deve retardar significativamente o avanço da floresta nessas condições.

O lapso de 25 anos sem estabelecimento de indivíduos de *A. angustifolia*, entre 1952 e 1977, poderia ser explicado pela falta de refúgios disponíveis (afloramentos rochosos). Esses refúgios poderiam estar ocupados por outros indivíduos já estabelecidos, não restando sítios disponíveis para novos indivíduos de *A. angustifolia* se estabelecerem e resistirem à ação pirogênica (Ferreira & Irgang 1979). Uma restrição climática (período restritivo ao estabelecimento dos indivíduos), como períodos de escassez de chuva, também podem explicar esse tempo sem estabelecimento aparente.

### *Dinâmica de Araucaria angustifolia em Campos sob exclusão de manejo*

*A. angustifolia* é considerada uma espécie “pioneira” quanto ao estabelecimento em áreas campestres, devido a sua alta capacidade de colonização (Klein 1960; Guglielme & Ganade 2006). A espécie também é considerada heliófila por alguns autores (Klein 1960; Ferreira & Irgang 1979). Duarte & Dillenburg (2000) encontraram elevadas taxas de crescimento de plântulas de *Araucaria* expostas a altos níveis de radiação luminosa em diferentes regimes de luz. Os altos níveis de radiação poderiam ser análogos à alta incidência solar nas áreas de campo, quando comparados ao interior das florestas, favorecendo desta forma o crescimento de *A. angustifolia* sobre campos. A tolerância da espécie a fatores como alta incidência solar, temperaturas baixas e elevada precipitação, associados à exclusão do manejo e a outros fatores como dispersão, parecem ter beneficiado o estabelecimento de indivíduos de *A. angustifolia* da coorte jovem a uma distância de até 900m da borda florestal, em menos de 34 anos. A ocorrência de árvores mais antigas nos campos junto à borda da floresta pode ser explicada pelo maior aporte de sementes esperado neste tipo de ambiente mais próximo a indivíduos adultos de *A. angustifolia* da área-fonte. Dos-Santos (2008) encontrou maiores valores de riqueza e densidade na chuva de sementes em ambientes no interior da floresta com *Araucaria* e nas suas bordas com campos, em São Francisco de Paula, RS. Além disso, áreas sob as copas de Araucárias isoladas no campo e sob adensamentos de arbustos da espécie *B. uncinella* apresentaram maior chuva de sementes do que as áreas de campo. Logo, a grande quantidade de diásporos (sementes) disponível pode estar associada aos indivíduos das duas coortes encontrados próximos à borda florestal.

A região de borda de florestas e próximo a ela caracteriza-se por apresentar variações nas condições microclimáticas de umidade, vento e luminosidade (Davies-

Colley *et al.* 2000), aumentando assim a abundância de algumas espécies vegetais (Williams-Linera 1990; Sizer & Tanner 1999; Fontoura *et al.* 2006) e diminuindo a de outras (Chen & Franklin 1992; Jules & Rathcke 1999). No caso de *A. angustifolia*, a borda florestal parece facilitar seu crescimento populacional (Guglielme & Ganade 2006), permitindo o estabelecimento dos indivíduos nos campos adjacentes tanto sob regimes de manejo (árvores antigas) quanto em regimes de exclusão (árvores jovens). Com relação à coorte jovem, Klein (1960) já retratava um grande número de exemplares jovens na borda, referido pelo autor como “periferia”. Além disso, é importante ressaltar que na medida em que há colonização e recrutamento de espécies lenhosas na borda, ocorre um direcionamento do processo de expansão e um avanço da borda.

Ao avaliar os indivíduos estabelecidos após a exclusão do manejo, constatamos que a distância máxima da borda alcançada foi de 900m. Considerando que *A. angustifolia* é uma espécie de dispersão zoocórica, ou seja, que depende de animais para carregarem suas sementes (Tabarelli & Peres 2002), fica evidente o papel dos dispersores para a colonização da espécie em áreas campestres. Além disso, a espécie caracteriza-se por produzir seus frutos em época de escassez alimentar para a fauna devido à baixa produção de frutos pelas angiospermas, nos meses de inverno (Paise & Vieira 2005), conferindo grande importância à espécie na dinâmica do mosaico floresta-campo.

Segundo Solórzano-Filho (2001), há pelo menos 14 espécies de mamíferos que utilizam os frutos de Araucária como recurso alimentar e os vertebrados parecem desempenhar o papel tanto de dispersores de sementes como de predadores (Silvius & Fragoso 2002; Tabarelli & Peres 2002; Wall *et al.* 2005). Iob & Vieira (2008) evidenciaram a importância de pequenos mamíferos para a dispersão de sementes de *A. angustifolia*, tendo encontrado que aproximadamente 4% das sementes removidas pelos

roedores não foram predadas e que os animais foram responsáveis pela maioria da remoção de sementes, em comparação a espécies maiores de mamíferos. Além disso, Baldissera & Ganade (2005) encontraram uma redução na atividade de roedores predadores mais próximos à borda florestal em estudo realizado em São Francisco de Paula, RS; já em áreas abertas parece haver um número maior de espécies de roedores insetívoros ou insetívoro-onívoros (Job & Vieira 2008). Adicionalmente, eles encontraram as menores taxas de remoção de sementes de *A. angustifolia* nos campos e todos esses fatos podem ter contribuído para o estabelecimento de *A. angustifolia* nas áreas abertas. Por isso, os autores sugerem que os campos sejam locais “seguros” para deposição e germinação das sementes, uma vez que há alta intensidade luminosa e baixas taxas de predação.

A cutia (*Dasyprocta azarae*) é outra espécie de roedor (de maior porte) que também parece ser responsável pela dispersão dos pinhões de *Araucaria*. Este roedor apresenta uma forma peculiar de alimentação, onde enterra essas sementes provavelmente em épocas de abundância do recurso alimentar (Kindel 1996). Quando reencontrar as sementes, a cutia pode atuar também como predadora, entretanto, muitas vezes os animais não voltam ao local de deposição dos pinhões, permitindo que germinem caso as condições sejam favoráveis ao seu desenvolvimento.

As aves também assumem importante papel na dispersão de sementes (Westcott 2000; Wütherich *et al.* 2001; Melo *et al.* 2003; Russo 2003) e têm como vantagem o deslocamento através do voo, tornando possível a remoção dos diásporos a largas distâncias. No caso de *A. angustifolia*, espécies como a gralha-azul (*Cyanocorax caeruleus*) e o papagaio-charão (*Amazona petrei*) são conhecidos por atuarem como dispersores e predadores (Kindel 1996; Pereira & Ganade 2008). Kindel (1996) avaliou o papel das aves na mesma área de estudo em questão e constatou que, além de

predadoras, essas duas espécies podem dispersar o pinhão a distâncias de 70m a 1km, respectivamente, para longe da planta-mãe. Deste modo, a gralha-azul e o papagaio-charão também seriam responsáveis pelo estabelecimento de *Araucaria* nos campos, visto a grande distância atingida pelas plantas em relação à borda florestal. Kindel (1996) ainda sugere Dois mecanismos que resultam no escape da predação: (1) produção de muitas sementes por indivíduo ou ao nível de população que saturaria o predador, aumentando as chances de colonização; e (2) ineficiência na predação, seja pela perda das sementes no deslocamento de uma área a outra, ou ainda pelo enterramento das sementes pelas cutias, por exemplo.

#### *Relações morfométricas*

Os resultados mostraram que é possível prever a idade de indivíduos de *Araucaria* com base na altura da árvore, entretanto o erro médio pode ser de três anos para mais ou para menos. Dois modelos de regressão linear foram desenvolvidos: um da idade real em relação à distância da borda, e outro da idade predita pela altura total em relação à distância da borda. Ao compará-los, nota-se que há um padrão similar de distribuição das idades, entretanto o segundo modelo possui uma precisão menor em comparação ao primeiro.

Segundo Hess & Schneider (2009) a altura é a variável mais utilizada para estimativa da capacidade produtiva de *A. angustifolia*, devido a sua alta correlação com a produção volumétrica. Os autores encontraram um padrão de crescimento sigmoidal, no qual a velocidade de crescimento aumenta rapidamente até os 25 anos aproximadamente (corroborando nosso estudo), e depois decresce gradualmente atingindo uma assíntota aos 60, indicando a maturidade da planta. Este estudo foi realizado para três localidades no Estado do Rio Grande do Sul: Serra do Sudeste (1),

Planalto Médio (2) e Encosta Superior do Nordeste (3). Os valores de máximo incremento médio anual em altura foram de 0,50 m/ano, aos 22 anos para a localidade 1; 0,61 m/ano, aos 20 anos para a localidade 2 e 0,96 m/ano aos 13 anos para a localidade 3, considerado ótimo pelos autores.

Para a espécie *Araucaria araucana*, no Chile, Lusk & Le-Quesne (2000), encontraram que o número de verticilos prediz melhor a idade do que parâmetros como diâmetro e altura. Entretanto, os autores enfatizam que esses resultados aplicam-se apenas às formas juvenis de *A. araucana*. Ou seja, esta relação é válida somente para populações regenerantes em áreas abertas, devido à baixa relação do número de verticilos com a idade em condições de sombreamento.

## **2.5 Conclusões**

*A. angustifolia* é favorecida e se estabelece em áreas abertas excluídas de manejo, podendo atingir até 900m de distância da borda florestal em um período de 34 anos. A idade dos indivíduos, avaliada nos anéis de crescimento, diminui com a distância da borda florestal. Modelo morfométrico baseado na altura total da planta permite predizer a idade dos indivíduos. As evidências que encontramos indicam que a exclusão de distúrbios como pastejo e fogo, possivelmente associada à atividade de dispersores de sementes, são fatores que influenciam o estabelecimento de indivíduos de *A. angustifolia* sobre os campos em mosaicos de floresta-campo no Sul do Brasil.

## 2.6 Referências bibliográficas

- Archer, S.; Schimel, D. S. & Holland, E. A. (1995) Mechanisms of shrubland expansion: land use, climate or CO<sub>2</sub>? *Clim.Chan.* **29**: 91-99.
- Baldissera, R. & Ganade, G. (2005) Predação de sementes ao longo de uma borda de Floresta Ombrófila Mista e pastagem. *Act. Bot. Bras.* **19**: 161-165.
- Behling, H.; Pillar, V. D.; Orlóci, L. & Bauermann, S. G. (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. *Palaeogeog. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* **203**: 277-297.
- Behling, H. & Pillar, V. D. (2007) Late Quaternary vegetation, biodiversity and fire dynamics on the southern Brazilian highland and their implication for conservation and management of modern *Araucaria* forest and grassland ecosystems. *Phil. Trans. R. Soc. B.* **362**: 243-251.
- Cabral, A. C.; De Miguel, J. M.; Rescia, A. J.; Schmitz, M. F. & Pineda, F. D. (2003) Shrub encroachment in Argentinean savannas. *J. Veg. Sci.* **14**: 145- 152.
- Carmel, Y. & Kadmon, R. (1999) Effects of grazing and topography on long-term vegetation changes in a Mediterranean ecosystem in Israel. *Pl. Ecol.* **145**: 243-254.
- Cestaro, L. A.; Waechter, J. L. & Baptista, L. R. M. (1986) Fitossociologia do estrato herbáceo da mata de Araucária da Estação Ecológica de Aracuri, Esmeralda, RS. *Hoeh.*, **13**: 59-72.
- Chen, J.; Franklin, J. F. & Spies, T. A. (1992) Vegetation responses to edge environments in old-growth Douglas-fir forests. *Ecol. Appl.* **2**: 387-396.
- Davies-Colley, R. J.; Payne, G. W. & Elswijk, M. (2000) Microclimate gradients across a forest edge. *N. Z. J. Ecol.* **24**: 111-121.
- Dos-Santos, M. M. G. (2008) *Chuva de sementes e estabelecimento de plântulas de espécies lenhosas florestais em mosaicos de floresta com Araucária e campos no sul do Brasil.* (Dissertação de Mestrado). UFRGS, Porto Alegre.



- Duarte, L. S. & Dillenburg, L. R. (2000) Ecophysiological responses of *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae) seedlings to different irradiance levels. *Aust. J. Bot.* **48**: 531-537.
- Duarte, L. S.; Dos-Santos, M. M. G.; Hartz, S. M. & Pillar, V. D. (2006) The role of nurse plants on *Araucaria* forest expansion over grassland in South Brazil. *Aust. Ecol.* **31**: 520-528.
- Duncan, R. S. & Chapman, C. A. (1999) Seed dispersal and potential forest succession in abandoned agriculture in tropical Africa. *Ecolog. Appl.* **9**: 998-1008.
- Ferreira, A. G. & Irgang, B. E. (1979) Regeneração natural de *Araucaria angustifolia* nos aparados da Serra, RS. *An. Soc. Bot. Bras.*, XXX Congresso Nacional de Botânica, São Paulo.
- Fontoura, S. B.; Ganade, G. & Larocca, J. (2006) Changes in plant community diversity and composition across an edge between *Araucaria* forest and pasture in South Brazil. *Rev. Bras. Bot.* **29**: 79-91.
- Guevara, S.; Laborde, J. & Sánchez-Rios, G. (2004) Rain forest regeneration beneath the canopy of fig trees isolated in pastures of Los Tuxtlas, Mexico. *Biotropica* **36**: 99-108.
- Guglielme, I. & Ganade, G. (2006) Predação de sementes afetando a distribuição de indivíduos de *Araucaria angustifolia* ao longo de uma borda de floresta com campo. *Neotr. Biol. Cons.* **1**: 62-71.
- Holl, K.D. (2002) Effect of shrubs on tree seedling establishment in an abandoned tropical pasture. *J. Ecol.* **90**: 179-187.
- Iob, G. & Vieira, E. (2008) Seed predation of *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae) in the Brazilian *Araucaria* forest: influence of deposition site and comparative role of small and “large” mammals. *Pl. Ecol.* **198**: 185-196.
- Jules, E. S. & Rathcke, B. J. (1999) Mechanisms of reduced *Trillium* recruitment along edges of old-growth forest fragments. *Cons. Biol.* **13**: 784-793.
- Kindel, E. A. I. (1996) *Padrões de dispersão e disposição espacial de Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. *E suas relações com aves e mamíferos na Estação Ecológica de Aracuri, Esmeralda, RS.* (Dissertação de Mestrado). UFRGS, Porto Alegre.
- Klein, R. M. (1960) O aspecto dinâmico do pinheiro brasileiro. *Sellowia*, **12**: 17-44.

- Kitzberger, T.; Veblen, T. T. & Villalba, R. (2000) Métodos dendroecológicos y sus aplicaciones en estudios de dinámica de bosques templados de Sudamérica. In: *Dendrocronología en América Latina*. (Ed. F. A. Roig). pp. 17-78. EDIUNC, Mendoza.
- Lisi, C. S. & Pessenda, L. C. R. (2001)  $^{14}\text{C}$  Bomb effect in tree rings of tropical and subtropical species of Brazil. *Tree-Ring Res.* **57**: 191-196.
- Lusk, C. H. & Le-Quesne, C. 2000. Branch whorls of juvenile *Araucaria araucana* (Molina) Koch: are they formed annually? *Revista Chilena de Historia Natural* **73**: 497-501.
- Manly, B. F. J. (1991) *Randomization and Monte Carlo methods in Biology*. Chapman and Hall, London.
- Melo, C.; Bento, E. C. & Oliveira, P.E. (2003) Frugivory and dispersal of *Faramea cyaneae* (Rubiaceae) in Cerrado woody plant formations. *Braz. J. Biol.* **63**: 75-82.
- Moreno, J. A. 1961. *Clima do Rio Grande do Sul*. Secretaria da Agricultura, Porto Alegre.
- Oliveira, J. M. & V. D. Pillar. (2004) Vegetation dynamics on mosaics of Campos and Araucaria forest between 1974 and 1999 in Southern Brazil. *Com. Ecol.* **5**: 197-202.
- Oliveira, J. M.; Santarosa, E.; Pillar, V. D. & Roig, F. A. (2009a). Seasonal cambium activity in the subtropical rain forest tree *Araucaria angustifolia*. *Trees* **23**: 107-115.
- Oliveira, J.M.; Roig, F. A. & Pillar, V. D. (2009b) Climatic signal in tree-rings of *Araucaria angustifolia* on southern Brazilian highlands. *Aust. Ecol.* (no prelo).
- Paise, G. & Vieira, E. (2005) Produção de frutos e distribuição espacial de angiospermas com frutos zoocóricos em uma Floresta Ombrófila Mista no Rio Grande do Sul, Brasil. *Rev. Bras. Bot.* **28**: 615-625.
- Pärtel, M. & Helm, A. (2007) Invasion of woody species into temperate grasslands: relationship with abiotic and biotic soil resource heterogeneity. *J. Veg. Sci.* **18**: 63-70.
- Pedó, E. (2005) *Assembléia de pequenos mamíferos não-voadores em áreas de ecótono campo-floresta com Araucária na região dos Campos de Cima da Serra, rio Grande do Sul*. Dissertação de Mestrado, UFRGS, Porto Alegre.
- Pereira, F. & Ganade, G. (2008) Spread of Brazilian keystone-species in a landscape mosaic. *For. Ecol. Man.* **255**: 1674-1683.

- Peterson, C. J. & Haines, B. L. (2000) Early successional patterns and potencial facilitation of woody plant colonization by rotting logs in premontane Costa Rican pastures. *Rest. Ecol.* **8**: 361-369.
- Pillar, V. D. (2008) *MULTIV, software para análise multivariada, testes de hipóteses e auto-reamostragens*. Departamento de Ecologia, Porto Alegre, UFRGS. Disponível em URL: <http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br>).
- Pillar, V. D. (2003) Dinâmica da expansão florestal em mosaicos de floresta e campos no sul do Brasil. In: *Ecossistemas Brasileiros: Manejo e Conservação* (ed. V., Claudino-Sales) pp. 209-216. Expressão Gráfica, Fortaleza.
- Rambo, B. (1956) *A fisionomia do Rio Grande do Sul*. 2nd ed. Selbach & Cia, Porto Alegre.
- Reitz, P. R. & Klein, R. M. (1978) *Projeto Madeira de Santa Catarina*. Sudesul/IBDF, Itajaí.
- Russo, S. E. (2003) Responses of dispersal agents to tree and fruit traits in *Virola calophylla* (Myristicaceae): implications for selection. *Oecol.* **136**: 80-87.
- Scarano, F. R. (2002) Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressfull habitats marginal to the Brazilian Atlantic Rainforest. *Ann. Bot.* **90**: 517-524.
- Seitz, R. A. & Kanninen, M. (1989) Tree ring analysis of *Araucaria angustifolia* in Southern Brazil: preeliminary results. *IAWA Bull.* **10**: 170-174.
- Silva, J. F.; Zambrano, A. & Fariñas, M. R. (2001) Increase in the woody component of seasonal savannas under different fire regimes in Calabozo, Venezuela. *J. Biogeog.* **28**: 977-983.
- Silva, L. C. R.; Sternberg, L. S. L.; Hoffman, W. A. & Haridasan, M. (2007) *Expansão florestal no Brasil Central*. Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambú.
- Silvius, K. M. & Fragoso, J. M. V. (2002) Pulp handling by vertebrate seed dispersers increases palm seed predation by bruchid beetles in the northern Amazon. *J. Ecol.* **90**: 1024-1032.
- Sizer, N. & Tanner, E. V. J. (1999) Responses of woody plant seedlings to edge formation in a lowland tropical rainforest, Amazonia. *Biol. Cons.* **91**: 135-142.
- Soares, R. V. (1990) Fire in some tropical and subtropical South American vegetation: an overview. In: *Fire in the tropical biota*. (ed. J.G. Goldammer). Springer-Verlag, Berlin.

- Solórzano-Filho, J. A. (2001) *Demografia, fenologia e ecologia da dispersão de sementes de Araucaria angustifolia em uma população relictual em Campos do Jordão, SP*. (Dissertação de Mestrado). USP, São Paulo.
- Stokes, M. A. & Smiley T. L. (1968) *An introduction to tree-ring dating*. The University of Chicago Press, Chicago and London.
- Tabarelli, M. & Peres, C. A. (2002) Abiotic and vertebrate seed dispersal in the Brazilian Atlantic forest: implications for conservation. *Biol. Cons.* **106**: 165-176.
- Waechter, J. L.; Cestaro, L. A. & Mioto, S. T. S. (1984) Vegetation types in the Ecological Station of Aracuri, Esmeralda, Rio Grande do Sul, Brasil. *Phytocoenol.*, **12**: 261-269.
- Wall, S. B. V.; Kuhn, K. M. & Gworek, J. R. (2005) Two-phase seed dispersal: linking the effects of frugivorous birds and seed-caching rodents. *Oecol.* **145**: 282-287.
- Westcott, D. A. & Graham, D. L. (2000) Patterns of movement and seed dispersal of a tropical frugivore. *Oecol.* **122**: 249-257.
- Williams-Linera, G. (1990) Vegetation structure and environmental conditions of forest edges in Panama. *J. Ecol.* **78**: 356-373.
- Wütherich, D.; Azócar, A.; Garcia-Nuñez, G. & Silva, J. (2001) Seed dispersal in *Palicourea rigida*, a common treelet species from neotropical savannas. *J. Tr. Ecol.* **17**: 449-458.

### **3. NUCLEAÇÃO E DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DE *Araucaria angustifolia* EM CAMPOS SOB EXCLUSÃO DE DISTÚRBIOS ANTRÓPICOS NO SUL DO BRASIL**

#### **3.1 Introdução**

As alterações climáticas, edáficas e bióticas influenciam os ecossistemas, modificando a distribuição das espécies em escala global (Hughes 2000; Root *et al.* 2003; Fitzpatrick *et al.* 2008). Comunidades vegetais, particularmente, alteram sua composição e estrutura gradual ou abruptamente, formando zonas de transição entre diferentes formações vegetais. Essas zonas de transição apresentam uma dinâmica vegetacional singular, pois se expandem e se retraem ao longo do tempo, e por isso podem ser potenciais indicadores de mudanças climáticas globais (Shrader-Frchette & McCoy 1993; Camarero *et al.* 2000).

Da mesma forma, no sul do Brasil existem zonas de transição entre florestas e campos que têm mostrado alterações as quais podem ser associadas a um processo global conhecido por expansão florestal. Nele, espécies lenhosas passam a colonizar áreas campestres, modificando a estrutura do ambiente e direcionando a dinâmica de sucessão vegetal (Klein 1960). O processo de expansão parece ser favorecido quando cessam distúrbios antrópicos como pastejo e fogo, pois esses agem como fatores controladores da dinâmica de expansão (Pillar, 2003).

A expansão florestal pode desenvolver-se através de dois mecanismos, atuando tanto isolados quanto em conjunto: a partir das áreas de borda, onde ocorre o avanço gradual das espécies advindas diretamente de uma área-fonte (Oliveira & Pillar 2004) ou através da nucleação florestal (Scarano 2002; Duarte *et al.* 2006). O processo de nucleação caracteriza-se pelo estabelecimento isolado de árvores ou arbustos (*nurse*

*plants*) em áreas abertas, que podem facilitar a germinação e o crescimento de outras espécies lenhosas embaixo de suas copas (Tewksbury & Lloyd, 2001; Scarano, 2002; Duarte *et al.*, 2006). Guevara *et al.* (1992) estudaram o efeito de árvores isoladas sobre a estrutura da vegetação e composição florística associada, e acreditam que a sombra criada embaixo da copa dessas árvores possa resultar em um microclima favorável para o estabelecimento das espécies florestais.

Outro processo que se encontra intimamente associado ao de nucleação é o de dispersão de sementes. Nele, os propágulos são levados para diferentes locais de deposição e colonização através de organismos dispersores, que disseminam as sementes o mais longe possível de seu local de origem (Schupp 1992). *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze é uma conífera subtropical de dispersão zoocórica, que se utiliza de agentes dispersores (aves e mamíferos) para o estabelecimento em campos (Guglielme & Ganade 2006). Depois de estabelecida e com determinado porte de altura, a espécie pode atuar como um poleiro, fonte atratora dos dispersores de sementes, podendo favorecer a colonização de outras espécies zoocóricas florestais sob sua copa (Duarte *et al.* 2006). A distinção entre o efeito de poleiro (*perch effect*, Pausas *et al.* 2006) e o efeito de berçário (facilitação, *nurse effect*, Franco & Nobel 1989) não é trivial, pois podem ser facilmente confundidos. Além disso, o fato de *A. angustifolia* ser uma espécie que forma anéis de crescimento anualmente, em decorrência de variações climáticas sazonais (Seitz & Kanninen 1989; Lisi & Pessenda 2001; Oliveira *et al.* 2009), permite avaliar mais precisamente a idade dos indivíduos e estudar suas relações com as comunidades estabelecidas sob sua copa, e fora dela, em função desses efeitos.

Neste trabalho, estudamos o processo de nucleação associado a indivíduos de *A. angustifolia* estabelecidos durante a expansão da floresta sobre uma área originalmente campestre, a qual foi excluída de fogo e pastejo por mais de 30 anos. Avaliamos a

diversidade de espécies lenhosas recrutadas e estabelecidas sob a influência ou não da copa de indivíduos de *A. angustifolia* com diferentes idades e localizadas a diferentes distâncias da borda da floresta. Buscamos distinguir efeitos de poleiro e de berçário respondendo às seguintes questões:

- Qual a influência dos indivíduos de *A. angustifolia* na diversidade das comunidades lenhosas, considerando apenas espécies com síndrome de dispersão zoocórica? E considerando apenas as não-zoocóricas?
- Qual a influência da idade do indivíduo de *A. angustifolia* e da distância da borda na diferença de diversidade entre as comunidades lenhosas desenvolvidas sob e fora à área de projeção de cobertura de sua copa, também considerando as síndromes de dispersão das espécies?

### **3.2 Material e Métodos**

#### *Área de estudo*

O trabalho foi desenvolvido na Estação Ecológica de Aracuri (E.E. Aracuri, 28°13'S, 51°10'W) no município de Muitos Capões, na região nordeste do Estado do Rio Grande do Sul (Apêndice 2). A Estação Ecológica foi criada em 1981 pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMA) e abrange um total de 272ha. A região apresenta uma altitude média de 900m, variando de 870 a 930m (Cestaro *et al.*, 1986), e enquadra-se no tipo climático Cfb, segundo a classificação de Köppen, com precipitação média anual de 1700mm e temperaturas médias de 15,6°C (Moreno, 1961). A vegetação da área foi classificada em quatro tipos fisionômicos, segundo Waechter *et al.* (1984): banhado, campo, vassoural e mata com *Araucaria*. Neste estudo nos restringimos às áreas de campo e vassoural, este caracterizado principalmente por campo alto constituído por espécies de *Baccharis* que formam o estrato superior.

As áreas originalmente campestres da E.E. Aracuri foram excluídas de regimes de fogo e pastejo desde 1974 (P. L. de Oliveira, comunicação pessoal) o que provavelmente resultou no predomínio da fisionomia denominada de vassoural por Waechter *et al.* (1984). Após 34 anos de exclusão de fogo e pastejo, a área de vassoural mostra um processo evidente de expansão da floresta a partir das suas bordas originalmente mapeadas. Desta forma, foi possível o estudo do processo de expansão florestal na área.

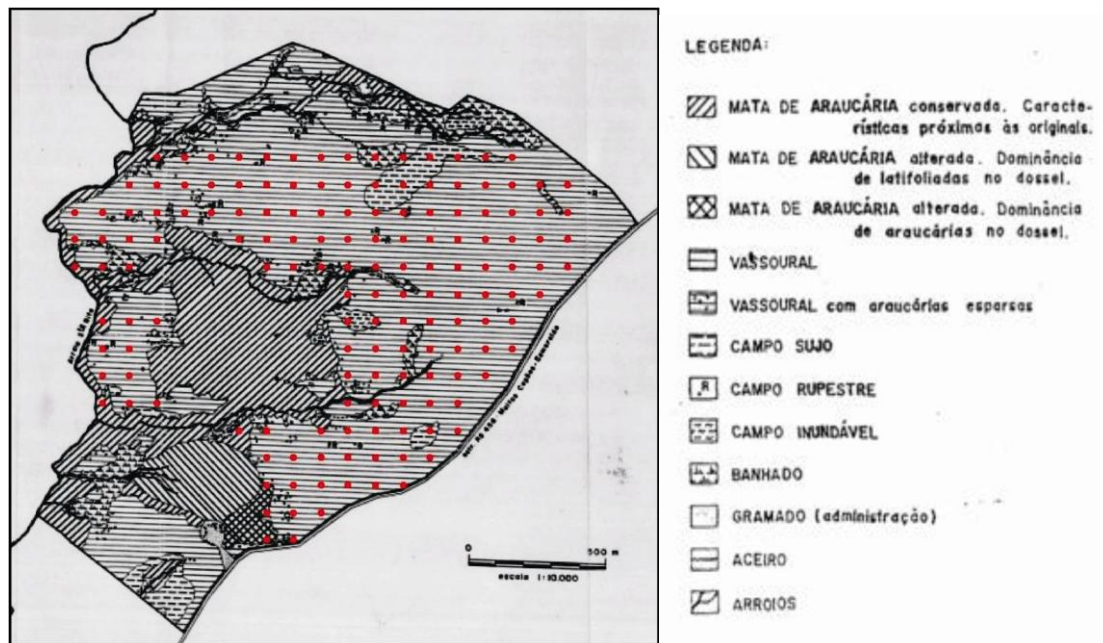
#### *Delineamento amostral*

Para seleção dos indivíduos de *A. angustifolia*, foi utilizado um delineamento amostral estratificado em classes de distância da borda florestal, com base no mapa de vegetação desenvolvido por Cestaro (1986). Nas áreas do mapa identificadas como campo e vassoural, 150 pontos foram plotados a cada 100m numa grade (Fig. 1). Desses, foram escolhidos aleatoriamente 10 pontos de amostragem em cada uma das seguintes classes de distância da borda florestal: de 0 a 100m; de 101 a 200m; de 201 a 300m; de 301 a 400m; de 401 a 500m; e acima de 501m. Em cada ponto de amostragem foram sorteadas duas direções e em cada uma, o indivíduo de *A. angustifolia* com diâmetro de tronco à altura do peito maior ou igual a 10cm e mais próximo ao ponto foi selecionado para amostragem. Não havendo indivíduo numa determinada direção até 50m de distância do ponto de amostragem, outra árvore era sorteada.

Para cada indivíduo de *Araucaria* selecionado, foram marcadas duas parcelas circulares de 3 m de raio, as quais foram pareadas, uma embaixo, com o centro no tronco da Araucária, e a outra fora da área de copa, adjacente ao indivíduo selecionado. A parcela fora da copa não apresentava influência da copa de outros indivíduos de *A.*



*angustifolia* e também foi usada como controle para avaliar o efeito da espécie como poleiro natural.

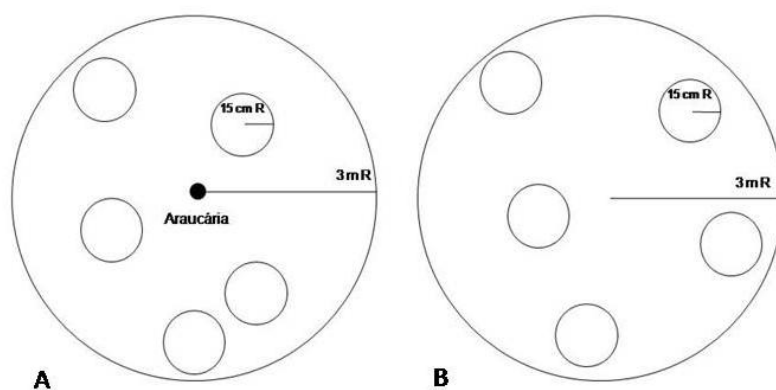


**Fig. 1:** Mapa de vegetação da Estação Ecológica de Aracuri, RS (Cestaro *et al.* 1986, modificado). Os pontos em vermelho representam os 150 pontos plotados nas áreas de campo e vassoural para seleção dos pontos de amostragem.

### *Levantamento da vegetação*

O levantamento da vegetação foi dividido em dois estratos: (1) indivíduos arbóreo-arbustivos com altura acima de 1m e (2) indivíduos regenerantes entre 0,2m e 1m de altura. O estrato arbóreo-arbustivo foi amostrado nas parcelas de 3m de raio, e o estrato regenerante foi amostrado em cinco subparcelas circulares de 15cm de raio cada, dispostas aleatoriamente dentro das parcelas do estrato superior (Fig. 2). Todas as espécies lenhosas foram amostradas, tanto arbustos de campo (vassouras) quanto arbóreas florestais. Os indivíduos amostrados em ambos os estratos foram identificados em nível de espécie quando possível, seguindo a delimitação de famílias segundo APG II (2003), e as espécies foram categorizadas quanto ao hábitat, espécies exclusivamente florestais, espécies de transição campo-floresta (ou seja, que são encontradas nos dois

ambientes inclusive na borda) e espécies exclusivas de campos (Apêndice 3). Além disso, no estrato arbóreo-arbustivo foram tomadas medidas de diâmetro à altura do solo (DAS) e no estrato regenerante os indivíduos foram apenas contados. Para fins de análise, foram somadas as abundâncias avaliadas para cada espécie nas subparcelas do estrato regenerante em cada parcela de 3m. As espécies foram posteriormente classificadas quanto às síndromes de dispersão em zoocóricas, anemocóricas ou autocóricas (Van der Pijl 1982). Para fins de análise, as duas últimas categorias foram agrupadas em uma só (não-zoocóricas).



**Fig. 2:** Esquema do delineamento amostral para o levantamento quali-quantitativo de espécies lenhosas, considerando parcelas pareadas na Estação Ecológica de Aracuri, Muitos Capões, RS. Em A, amostragem embaixo da copa de *Araucaria angustifolia*; em B amostragem adjacente à área de copa (controle). Círculos grandes representam as unidades para amostragem do estrato arbóreo-arbustivo e os círculos pequenos representam as unidades para amostragem do estrato regenerante.

#### *Amostragem dendrocronológica*

Os indivíduos de *A. angustifolia* selecionados para o levantamento da vegetação sob sua copa foram amostrados para avaliação dendrocronológica. Com auxílio de um trado de incremento, foram realizadas coletas de secções transversais do tronco das árvores a cerca de 20cm de altura do chão. As secções foram montadas em suportes de madeira, secas, lixadas e examinadas sob microscópio estereoscópico para identificação

e contagem dos anéis de crescimento, segundo a metodologia descrita por Stokes & Smiley (1968).

### *Análise de dados*

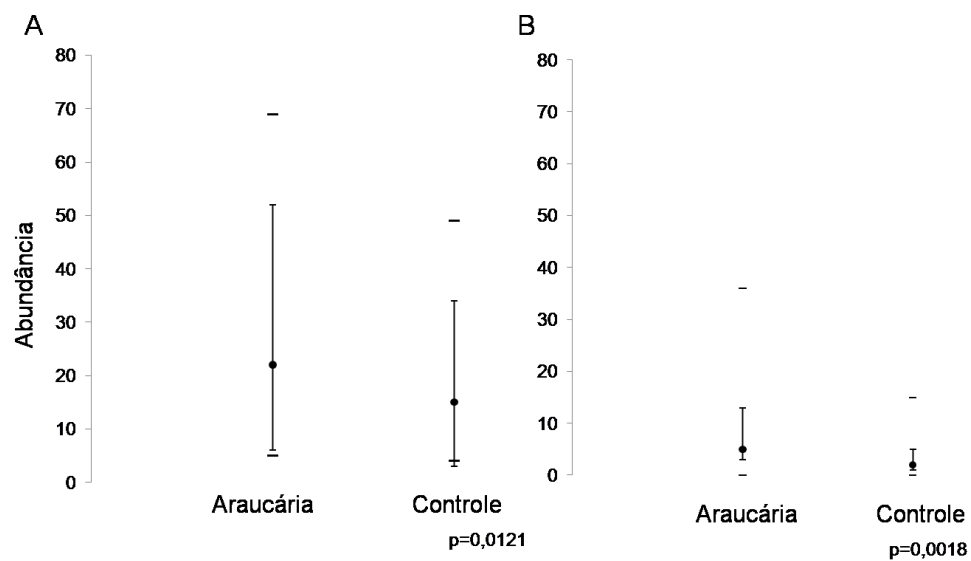
Todas as análises foram realizadas usando o programa computacional MULTIV (Pillar 2008). Para verificar se havia diferença de diversidade e de abundância total de indivíduos entre as comunidades sob as copas e adjacente às copas de *A. angustifolia* utilizou-se análise de variância univariada (ANOVA) via testes de aleatorização (Pillar & Orłóci, 1996). As permutações foram restringidas dentro de cada par de parcelas (sob e fora da copa) considerando o delineamento amostral em blocos, com intuito de remover a variação relacionada a outros fatores não controlados (*e.g.* solo e distância da borda florestal). Para cada estrato, as parcelas foram comparadas pelo índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ) calculado para três conjuntos de espécies: apenas aquelas com síndrome de dispersão zoocórica ( $H'_z$ ), apenas aquelas com síndrome de dispersão não-zoocórica ( $H'_{nz}$ ), e todas as espécies levantadas ( $H'_t$ ).

Para avaliar como a diferença de diversidade entre as comunidades sob e adjacentes às copas de *Araucaria* variou em função da distância da borda florestal e da idade do indivíduo de *Araucaria*, utilizou-se análise de regressão linear com teste de aleatorização (Manly 1991). Os modelos desenvolvidos tiveram como variável resposta a diferença de diversidade de espécies (Shannon) em cada bloco, ou seja, para cada par:  $H'_{Araucaria} - H'_{Controle}$ ; e como variáveis preditoras cinco conjuntos de dados cada qual testado separadamente (DIS+IDA<sub>r</sub>+INT; DIS+IDA<sub>r</sub>; IDA<sub>r</sub>; IDA e DIS), onde DIS=distância da borda florestal; IDA=idade, IDA<sub>r</sub>=idade residual e INT=interação entre os dois fatores). Como anteriormente, as análises foram distintas para cada estrato e considerando os três grupos de espécies.

### 3.3 Resultados

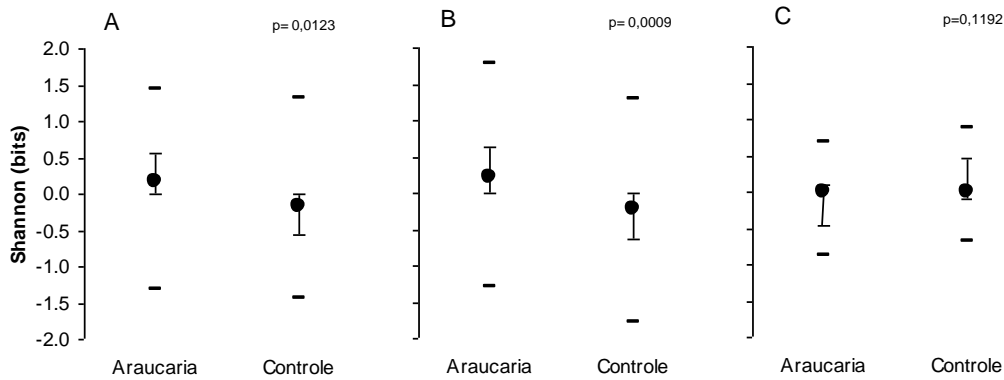
#### *Estrato arbóreo-arbustivo*

Encontramos diferenças estatisticamente significativas entre as comunidades de espécies lenhosas estabelecidas sob as copas de *A. angustifolia* e fora das suas copas quanto à abundância total de indivíduos (Fig. 3A;  $p=0,0121$ ) e quanto ao índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ), quando foram consideradas todas as espécies (Fig. 4.1a) e apenas as espécies zoocóricas (Fig. 4.1b). Contudo, não houve diferença significativa quando apenas as espécies não-zoocóricas foram consideradas (Fig. 4.1c). Quando comparamos o índice de diversidade de Shannon para as espécies não-zoocóricas de hábito campestre e de transição, observamos diferença marginalmente significativa para as espécies de hábito campestre em relação às áreas sob a influência e adjacente à copa de *A. angustifolia* ( $p=0,0673$ ). Contudo, as espécies não-zoocóricas de transição não apresentaram diferença significativa entre as áreas sob e adjacente à copa de *A. angustifolia* ( $p=0,4985$ , NS). A análise não permitiu comparações com as espécies não-zoocóricas de hábito florestal, pois não foi encontrada nenhuma espécie nesta categoria.

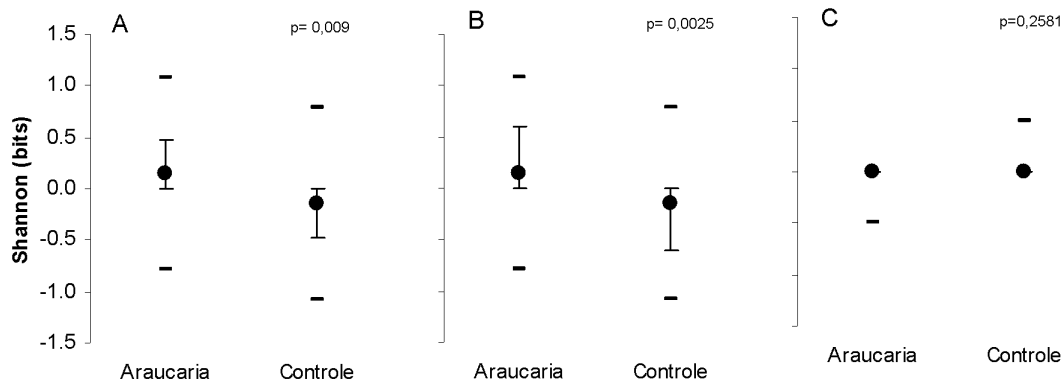


**Fig. 3:** Abundância de indivíduos de todas as espécies sob a copa e adjacente à copa de *Araucaria angustifolia* (controle), para o estrato arbóreo-arbustivo (A) e estrato regenerante (B) na Estação Ecológica de Aracuri, Muitos Capões, RS. Os pontos pretos representam a mediana, as barras indicam os primeiros e terceiros quartis, e os traços horizontais representam a abundância total mínima e máxima encontradas.

1



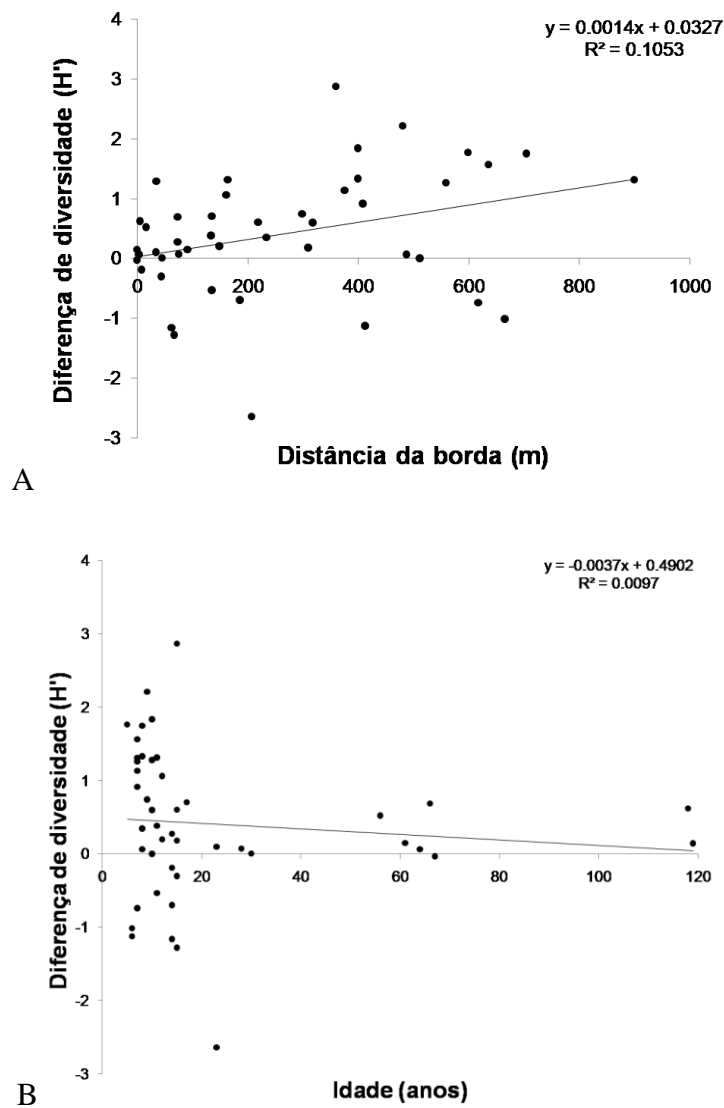
2



**Fig. 4:** Índice de diversidade Shannon de espécies vegetais do estrato arbóreo-arbustivo (1) e estrato regenerante (2) sob a copa de indivíduos de *Araucaria angustifolia* e fora delas (controle), na Estação Ecológica de Aracuri, Muitos Capões, RS. Em A, foram consideradas todas as espécies ( $H'_t$ ); em B, apenas as espécies zoocóricas ( $H'_z$ ); e em C, apenas as espécies não-zoocóricas (anemocóricas ou autocóricas,  $H'_{nz}$ ). Os pontos pretos representam a mediana, as barras indicam os primeiros e terceiros quartis, e os traços horizontais representam a diversidade mínima e máxima encontradas. Os valores de diversidade são apresentados como desvios em relação à média de cada par (Araucaria e controle), por isso os valores negativos.

Os modelos de regressão com a diferença de diversidade das comunidades lenhosas sob e fora das copas de indivíduos de *A. angustifolia*, mostraram uma relação linear positiva com a distância da borda florestal, considerando apenas as espécies zoocóricas ( $H'_z$ ,  $r^2= 0,1053$ ,  $p= 0,0309$ ; Fig. 5a e Tabela 2) e todas as espécies ( $H'_t$ ,

$r^2=0,122$ ,  $p=0,0192$ ; Tabela 2). Porém, o modelo de regressão com a idade dos indivíduos de *A. angustifolia* não mostrou uma relação significativa ( $r^2= 0,0097$ ;  $p=0,5079$ ) considerando o total de espécies (Fig. 5b), nem considerando síndromes de dispersão separadamente ( $H'_z$  e  $H'_a$ ), Tabela 2). O modelo utilizando o fator idade residual não explica a diferença de diversidade, entretanto o modelo considerando  $DIS+IDA_r$  foi significativo. Deste modo, optamos pela escolha do modelo que tomou como base somente o fator DIS (Tabela 2).



**Fig. 5:** Relação entre a diferença de diversidade (índice de Shannon) das comunidades lenhosas sob e fora das copas de indivíduos de *Araucaria angustifolia* considerando apenas espécies zoocóricas e a

distância da borda florestal (A) ou a idade do indivíduo de *A. angustifolia* (B), na Estação Ecológica Aracuri, Muitos Capões, RS. Os pontos com diferença de diversidade positiva representam maior diversidade sob a copa de *A. angustifolia*, e os pontos com diferença negativa indicam maior diversidade fora da área de copa (controle). Os valores de diversidade são apresentados como desvios em relação à média de cada par (*Araucaria* e controle), por isso a presença de valores negativos.

Tabela 2: Resultados de cinco modelos de regressão linear desenvolvidos para o estrato arbóreo-arbustivo, considerando três grupos de espécies, onde  $H'_t$ = diversidade específica total;  $H'_z$ = diversidade de espécies zoocóricas e  $H'_{nz}$ = diversidade de espécies não-zoocóricas (anemo e autocóricas), na Estação Ecológica Aracuri, Muitos Capões, RS. A diversidade é expressa pelo índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ). Os fatores são DIS= distância da borda florestal; IDA= idade de *Araucaria*; IDA<sub>r</sub>= idade residual (o que não é explicado pela distância da borda) e INT= interação entre os fatores. \* indica significância estatística ( $\alpha = 0,05$ ).

	DIS+IDA <sub>r</sub> +INT		DIS+IDA <sub>r</sub>		IDA <sub>r</sub>		IDA		DIS	
	r <sup>2</sup>	p	r <sup>2</sup>	p	r <sup>2</sup>	p	r <sup>2</sup>	p	r <sup>2</sup>	p
$H'_t$	0,115	0,1693	0,113	0,0829	1,519	0,9942	0,009	0,5079	0,105	0,0309*
$H'_z$	0,134	0,1147	0,113	0,0519	3,863 x 10 <sup>-5</sup>	0,9656	0,007	0,5599	0,122	0,0192*
$H'_{nz}$	0,047	0,5683	0,025	0,0225	0,017	0,3946	0,1648	0,4088	0,002	0,7507

### *Estrato de regenerantes*

Encontramos diferenças estatisticamente significativas entre as comunidades de espécies lenhosas estabelecidas sob as copas de *A. angustifolia* e fora das suas copas quanto à abundância total de indivíduos (Fig. 3 B; p=0,0018) e quanto ao índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ), quando foram consideradas todas as espécies (Fig. 4.2a) e apenas as espécies zoocóricas (Fig. 4.2b). Novamente não houve diferença significativa quando apenas as espécies anemocóricas e autocóricas foram consideradas (Fig. 4.2c). Não foi possível realizar análises de diversidade das espécies não-zoocóricas entre os



diferentes tipos de hábito, pois só foram encontradas espécies de hábitat campestre no estrato regenerante.

No estrato regenerante, os modelos de regressão linear indicaram que a distância da borda florestal e a idade da população de *A. angustifolia* não explicam a diferença de diversidade das comunidades lenhosas sob e fora das copas de indivíduos de *A. angustifolia*, nos três grupos de espécies ( $H'_t$ ,  $H'_z$ ,  $H'_{nz}$ ; Tabela 3).

Tabela 3: Resultados de quatro modelos de regressão linear desenvolvidos para o estrato arbóreo-arbustivo, considerando três grupos de espécies, onde  $H'_t$ = diversidade total de espécies;  $H'_z$ = diversidade de espécies zoocóricas e  $H'_{nz}$ = diversidade espécies não-zoocóricas (anemo e autocóricas), na Estação Ecológica de Aracuri, Muitos Capões, RS. A diversidade é expressa pelo índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ). Os fatores são DIS= distância da borda florestal; IDA= idade de *Araucaria angustifolia*; IDA<sub>r</sub>= idade residual (o que não é explicado pela distância da borda) e INT= interação entre os fatores.

	DIS+IDA <sub>r</sub> +INT		DIS+IDA <sub>r</sub>		IDA		DIS	
	r <sup>2</sup>	p	r <sup>2</sup>	p	r <sup>2</sup>	p	r <sup>2</sup>	p
$H'_t$	0,023	0,818	0,022	0,6245	0,005	0,6475	0,002	0,768
$H'_z$	0,085	0,3032	0,083	0,168	0,005	0,6404	0,031	0,2588
$H'_{nz}$	0,037	0,6201	0,025	0,5263	0,145	0,4124	0,024	0,322

### 3.4 Discussão

Manejos tradicionais na região de estudo, como pecuária extensiva e fogo, têm influência sobre a dinâmica de expansão florestal sobre campos, pois esses fatores retardam o estabelecimento de arbustos e arbóreas florestais (Pillar 2003). Ferreira & Irgang (1979) analisaram a sobrevivência de *A. angustifolia* em campos e concluíram que o fogo é um dos principais responsáveis pelo baixo estabelecimento da espécie, e acreditam que locais mais protegidos, como sob troncos e cascas de árvores, sirvam de

abrigo e proteção à ação pirogênica. A supressão do fogo e do pastejo no local por mais de 34 anos permitiu a expansão da floresta sobre os campos que originalmente ali ocorriam. Nossos resultados indicam que esse processo foi facilitado pelo estabelecimento, na matriz campestre, de indivíduos pioneiros de *Araucaria angustifolia* a partir da borda original da floresta. Os resultados também evidenciam que nesse processo *A. angustifolia* atua principalmente como facilitadora da dispersão de sementes de espécies zoocóricas (efeito de poleiro).

O estrato arbóreo-arbustivo reflete o papel de *A. angustifolia* como poleiro no início do processo de expansão da floresta, uma vez que os indivíduos amostrados possuem no mínimo 1m de altura. Da mesma forma, o estrato de regenerantes demonstra a influência positiva de Araucária sobre a diversidade de espécies, onde a composição florística reflete a sucessão vegetal após 34 anos de exclusão de distúrbios antrópicos. Os poleiros naturais teoricamente auxiliam o processo de sucessão, pois são atratores da fauna e podem funcionar como local para pouso, habitat, nidificação ou mesmo alimentação. Por possuírem o hábito de defecar enquanto estão empoleiradas, as aves contribuem significativamente para o aumento da chuva de sementes (Cortines *et al.* 2005). Deste modo, sementes de diversas espécies conseguem atingir novos locais para deposição e os novos focos de recrutamento podem apresentar um importante papel no processo de regeneração da vegetação lenhosa (Jordano *et al.* 2006).

O efeito de *A. angustifolia* como poleiro já havia sido apontado por Duarte *et al.* (2006) em campos abandonados por 15 anos, próximo à área de estudo. Guevara *et al.* (1986), já enfatizavam a contribuição de árvores isoladas para o estabelecimento de espécies florestais ao longo do processo de sucessão em campos abandonados no México. Segundo os autores essas árvores remanescentes tornaram-se poleiros naturais para aves e morcegos residentes ou que estivessem apenas de passagem, pois algumas

espécies costumam evitar áreas abertas, e se o fazem, utilizam os poleiros como parada estratégica para chegar a outras manchas florestais. Em outras regiões do mundo, o efeito poleiro também é evidenciado como é o caso de *Ceratonia siliqua*, espécie zoocórica que participa do processo de sucessão vegetal nos campos mediterrâneos, funcionando como poleiro para atração da avifauna (Pausas *et al.* 2006).

Os resultados ainda mostram uma maior diversidade de espécies zoocóricas sob as copas de *A. angustifolia* em comparação a áreas adjacentes da copa, considerando tanto o estrato arbóreo-arbustivo como o de regenerantes. Além disso, o efeito da Araucária desaparece ao considerarmos apenas as espécies não-zoocóricas. Esses resultados combinados sugerem maior evidência de um efeito de poleiro (Pausas *et al.* 2006), pois se um efeito de berçário se pronunciasse esperaria-se encontrar maior diversidade de espécies não-zoocóricas de transição sob a copa de Araucária. Entretanto, o estágio avançado de regeneração da área pode estar diluindo o efeito berçário da espécie, pois outros indivíduos também podem estar desempenhando o mesmo papel sobre a comunidade, como por exemplo *Baccharis uncinella*, *Lithraea brasiliensis*, *Escallonia bifida*, *Symplocos uniflora*, entre outras espécies que também apresentam maior porte na área de vassoural. A diferença marginalmente significativa encontrada para o Índice de Diversidade de Shannon para as espécies não-zoocóricas de hábito campestre e de transição, pode ser um indicativo de que no início do processo de sucessão *A. angustifolia* realmente atuasse como berçário, e que com o avanço do processo de sucessão, este efeito se diluiu entre outras espécies também. Como não avaliamos o efeito berçário de outras espécies, adotamos esta posição. Ou seja, além do evidente efeito de poleiro para zoocóricas e aparente indiferença das de campo sob as copas, não é de todo descartado o efeito berçário para as zoocóricas. Da mesma forma, Pausas *et al.* (2006) concluíram em seu estudo que os padrões de nucleação encontrados

em campos abandonados são melhores explicados pelo efeito de poleiro, enquanto a facilitação apresenta uma importância secundária.

A menor diversidade de espécies não-zoocóricas de campo sob à copa de Araucária pode estar diretamente relacionada à redução de incidência luminosa decorrente do sombreamento pela copa de Araucária.

Diversos são os trabalhos que retratam a influência de espécies nucleadoras sobre comunidades vegetais (Toh *et al.* 1999; Scarano 2002; Guevara *et al.* 2004; Duarte *et al.* 2006; Dos-Santos 2008). No entanto, fatores ambientais também estão relacionados à dinâmica de estabelecimento e sobrevivência das espécies colonizadoras. Pärtel & Aveliina (2007) avaliaram como a heterogeneidade do solo encontra-se relacionada à expansão de arbustos e árvores sobre campos, e concluíram que as condições de solo podem ser tanto causa como consequência da invasão das espécies lenhosas. Essas se beneficiam em locais de solos pobres devido a diferenças no sistema radicular entre os dois grupos vegetais (causa), e uma vez estabelecidas, as espécies nucleadoras passam a contribuir para o próprio enriquecimento dos solos (consequência). No caso da área de estudo, acreditamos que o solo possa estar sendo incrementado pelas espécies lenhosas já estabelecidas, e assim favorecendo de forma indireta o processo de expansão florestal.

A facilitação, processo onde plantas influenciam positivamente o estabelecimento ou crescimento de outras (Franco & Nobel 1989; Holmgren *et al.* 1997), é reconhecida como uma importante força motriz nos processos de sucessão primária e secundária (Connell & Slatyer 1977). No entanto, Callaway & Walker (1997) discutem sobre a ação conjunta da facilitação e da competição na estruturação de comunidades vegetais e citam diversos estudos que enfatizam a interação desses dois fatores sobre a dinâmica vegetal, onde o balanço da facilitação e competição parece

variando de acordo com os diferentes estágios de vidas das plantas. Neste trabalho levantamos evidências de que *Araucaria* atua mais como facilitadora de dispersão (efeito de poleiro) do que facilitadora no estabelecimento de espécies lenhosas.

Os resultados do modelo de regressão linear desenvolvido para o estrato arbóreo-arbustivo relacionando a distância da borda florestal com a diferença de diversidade de espécies sob as copas e fora das copas de *A. angustifolia*, mostram que a distância da borda explica apenas 10% da variação nessa diferença para as espécies com síndrome de dispersão zoocórica. Esses indícios nos permitem explorar mais uma vez a atuação *A. angustifolia* como um atrator natural (Dos-Santos & Pillar 2007) para aves, roedores e outros grupos dispersores de sementes.

As aves têm grande importância no processo de dispersão de sementes (Corlett 1998; Kimura *et al.* 2001; Galetti *et al.* 2003) e são capazes de disseminar os diásporos a distâncias relativamente grandes. Logo, este grupo de dispersores pode explicar o efeito da distância da borda florestal sobre a maior diversidade de espécies zoocóricas sob a copa de *A. angustifolia* em comparação a áreas abertas. Sabe-se que a maioria das espécies associadas à Floresta com Araucária é zoocórica, ou seja, necessitam de algum agente dispersor para o recrutamento em novos locais. Diversas espécies de aves e mamíferos cumprem este papel (Bleher & Böhning-Gaese 2001; Melo *et al.* 2003; Amico & Aizen 2000; Alcántara *et al.* 2000), e na área de estudo podem estar carregando sementes florestais para a área de vassoural. Logo, podem estar utilizando Araucária tanto como local de alimentação, descanso, nidificação ou pequenas paradas entre o deslocamento de uma área a outra, favorecendo a dispersão de espécies zoocóricas embaixo de sua copa.

Em relação ao estrato regenerante, não foi possível estabelecer qualquer relação entre a distância da borda ou da idade da população de *Araucária* com a dinâmica de regeneração de espécies lenhosas baseada na diversidade de espécies.

### 3.5 Conclusões

*Araucaria angustifolia* atua como poleiro que facilita a dispersão de espécies lenhosas zoocóricas estabelecidas em campos na E.E. Aracuri. O índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ) apontou para uma maior diversidade, baseada na abundância de indivíduos, para espécies com síndrome de dispersão zoocórica, e para os dois estratos avaliados (arbóreo-florestal e regenerante). No estrato arbóreo-florestal, foi constatada uma relação linear positiva entre distância da borda florestal e a diferença de diversidade para os dois grupos de espécies. Em suma, *A. angustifolia* parece facilitar a dispersão (e não restringir o estabelecimento) de espécies lenhosas zoocóricas florestais sob sua copa, acelerar e direcionar o processo de expansão florestal sobre campos excluídos de distúrbios antrópicos no sul do Brasil.

### 3.6 Referências bibliográficas

- Alcántara, J. M.; Rey, P. J.; Sánchez-Lafuente, A. M. & Valera, F. 2000. Early effects of rodent post-dispersal seed predation on the outcome of the plant – seed disperser interaction. *Oikos* 88: 362-370.
- Amico, G. & Aizen, M. A. 2000. Mistletoe as seed dispersal by a marsupial. *Nature* 408: 929-930.
- 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: 399–436.
- Bleher, B. & Böhning-Gaese, K. 2001. Consequences of frugivore diversity for seed dispersal, seedling establishment and the spatial pattern of seedlings and trees. *Oecologia* 129: 385-394.
- Callaway, R. M. & Walker, L. R. 1997. Competition and facilitation: a synthetic approach to interactions in plant communities. *Ecology* 78: 1958-1965.
- Camarero, J. J.; Gutiérrez, E. & Fortin, M. 2000. Spatial pattern of subalpine forest-alpine grassland ecotones in the Spanish Central Pyrenees. *Forest Ecology and Management* 134: 1-16.
- Cestaro, L. A.; Waechter, J. L. & Baptista, L. R. M. 1986. Fitossociologia do estrato herbáceo da mata de Araucária da Estação Ecológica de Aracuri, Esmeralda, RS. *Hoehnea*, 13: 59-72.
- Connell, J. H. & Slatyer, R. O. 1977. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. *The American Naturalist* 111: 1119-1144.
- Corlett, R. T. 1998. Frugivory and seed dispersal by vertebrates in the Oriental (Indomalayan) region. *Biological Reviews* 73: 413-448.
- Cortines, E.; Tienne, L.; Bianchini, L. A.; morokawa, M. J.; Barboza, R. S.; Valcarcel, R. & Zandonadi, J. E. 2005. Uso de poleiros artificiais para complementar medidas ocnervacionistas do projeto de reabilitação de áreas de empréstimo na Amazônia, Tucurí, PA. In: *VI Simpósio Nacional sobre Áreas Degradadas e II congresso Latino Americano de Recuepração de Áreas Degradadas*. Anais, 735 p., p.61-69.

- 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: 594-596.
- Dos-Santos, M. M. G. 2008. *Chuva de sementes e estabelecimento de plântulas de espécies lenhosas florestais em mosaicos de floresta com Araucária e campos no sul do Brasil*. Dissertação de Mestrado, UFRGS, Porto Alegre, BR.
- Duarte, L. S.; Dos-Santos, M. M. G.; Hartz, S. M. & Pillar, V. D. 2006. Role of nurse plants in Araucaria Forest expansion over grassland in south Brazil. *Austral Ecology* 31: 520-528.
- Ferreira, A. G. & Irgang, B. E. 1979. Regeneração natural de *Araucaria angustifolia* nos Aparados da Serra, RS. Anais da Sociedade Botânica do Brasil In: XXX Congresso Nacional de Botânica, Campo Grande, BR.
- Fitzpatrick, M. C.; Gove, A. A. D.; Sanders, N. J. & Dunn, R. R. 2008. Climate change, plant migration, and range collapse in a global biodiversity hotspot: the *Banksia* (Proteaceae) of Western Australia. *Global Change Biology* 14: 1-16.
- Franco, A.C. & Nobel, P.S. 1989. Effect of nurse plants on the microhabitat and growth of cacti. *Journal of Ecology* 77:870-886.
- Galetti, M.; Alves-Costa, C. P. & Cazetta, E. 2003. Effects of forest fragmentation, anthropogenic edges and fruit color on the consumption of ornithocoric fruits. *Biological Conservation* 111: 269-273.
- Guevara, S.; Purata, S. E. & Maarel, E. V. 1986. The role of remnant forest trees in tropical secondary succession. *Plant Ecology* 66 (2): 77-84.
- Guevara, S.; Meave, J.; Moreno-Casasola, P. & Laborde, J. 1992. Floristic composition and structure of vegetation under isolated trees in neotropical pastures. *Journal of Vegetation Science* 3: 655-664.
- Guevara, S.; Laborde, J. & Sánchez-Rios, G. 2004. Rain forest regeneration beneath the canopy of fig trees isolated in pastures of Los Tuxtlas, Mexico. *Biotropica* 36: 99-108.
- Guglielme, I. & Ganadade, G. 2006. Predação de sementes afetando a distribuição de indivíduos de *Araucaria angustifolia* ao longo de uma borda de floresta com campo. *Neotropical Biology and Conservation* 1: 62-71.
- Holmgren, M.; Scheffer, M. & Huston, M. A. 1997. The interplay of facilitation and competition in plant communities. *Ecology* 78: 1966-1975.



- Hughes, L. 2000. Biological consequences of global warming: is the signal already apparent? *Trends in Ecology and Evolution* 15: 56–61.
- Jordano, P.; Galetti, M.; Pizo, M. A. & Silva, W. R. 2006. Ligando frugivoria e dispersão de sementes à biologia da conservação. In: *Biologia da conservação: essências*. (eds. C. F. Duarte, H. G. H. Bergallo, M. A. Dos Santos). Editorial Rima, São Paulo.
- Kimura, K.; Yumoto, T. & Kikuzawa, K. 2001. Fruiting phenology of fleshy-fruited plants and seasonal dynamics of frugivorous birds in four vegetation zones on Mt. Kinabalu, Borneo. *Journal of Tropical Ecology* 17: 833-858.
- Klein, R. M. 1960. O aspecto dinâmico do pinheiro brasileiro. *Sellowia* 12: 17-44.
- Lisi, C. S. & Pessenda, L. C. R. 2001. <sup>14</sup>C Bomb effect in tree rings of tropical and subtropical species of Brazil. *Tree-Ring Research* 57: 191-196.
- Manly, B. F. J. 1991. *Randomization and Monte Carlo Methods in Biology*. Chapman and Hall, London.
- Melo, C.; Bento, E. C. & Oliveira, P. E. 2003. Frugivory and dispersal of *Faramea cyaneae* (Rubiaceae) in Cerrado woody plant formations. *Brazilian Journal of Biology* 63: 75-82.
- Moreno, J. A. 1961. *Clima do Rio Grande do Sul*. pp 1-42. Secretaria da Agricultura, Porto Alegre, RS.
- Oliveira, J. M. & Pillar, V. D. 2004. Vegetation dynamics on mosaics of Campos and Araucaria forest between 1974 and 1999 in Southern Brazil. *Community Ecology* 5(2): 197-202.
- Oliveira, J. M.; Santarosa, E.; Pillar, V. D. & Roig, F. A. 2009. Seasonal cambium activity in the subtropical rain forest tree *Araucaria angustifolia*. *Trees* 23: 107-115.
- Pärtel, M. & Aveliina, H. 2007. Invasion of woody species into temperate grasslands: relationship with abiotic and biotic soil resource heterogeneity. *Journal of Vegetation Science* 18: 63-70.
- Pausas J. G.; Bonet A.; Maestre F. T. & Climent A. 2006. The role of the perch effect on the nucleation process in Mediterranean semi-arid old fields. *Acta Oecologica* 29: 346-352.

- Pillar, V. D. & ORLÓCI, L. 1996. On randomization testing in vegetation science: multifactor comparisons of relevé groups. *Journal of Vegetation Science* 7:585-592.
- Pillar, V. D. P. 2003. Dinâmica da expansão florestal em mosaicos de floresta e campos no sul do Brasil. In: *Ecossistemas Brasileiros: Manejo e Conservação*. pp 209-216. Fortaleza, BR.
- Pillar, V.D. 2008. *MULTIV, software para análise multivariada, testes de hipóteses e auto-reamostragens*. Departamento de Ecologia, UFRGS, Porto Alegre, BR (disponível no site: <http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br>).
- Root, T. L.; Price, J. T.; Hall, K. R.; Schneider, S. H.; Rosenzweig, C. & Pounds, J. A. 2003. Fingerprints of global warming on wild animals and plants. *Nature* 421: 57-60.
- Scarano, F. R. 2002. Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressful habitats marginal to the Brazilian Atlantic Rainforest. *Annals of Botany* 90: 517-524.
- Schupp, E. 1992. The Janzen-Connell model for tropical tree diversity: Population implications and the importance of spatial scale. *The American Naturalist* 140: 526-530.
- Seitz, R.A. & Kanninen, M. 1989. Tree ring analysis of *Araucaria angustifolia* in Southern Brazil: preeliminary results. *IAWA Bulletin* 10: 170-174.
- Shrader-Frechette, K. S. & McCoy, E. D., 1993. *Method in ecology: strategies for conservation*. pp 1-574. Cambridge, London.
- Stokes M. A. & Smiley T. L. 1968. *An Introduction to Tree-ring Dating*. The University of Chicago Press, Chicago and London.
- Tewksbury, J. J. & Lloyd, J. D. 2001. Positive interactions under nurse-plants: special scale, stress gradients and benefactor size. *Oecologia* 127: 425-434.
- Toh, I.; Gillespie, M. & Lamb, D. 1999. The role of isolated trees in facilitating tree seedling recruitment at a degraded sub-tropical rainforest site. *Restoration Ecology* 7: 288-297.
- Van Der Pijl, L. 1982. *Principles of dispersal in higher plants*. Berlin: Springer-Verlag.
- Waechter, J. L.; Cestaro, L A. & Mioto, S. T. S. 1984. Vegetation types in the Ecological Station of Aracuri, Esmeralda, Rio Grande do Sul, Brasil. *Phytocoenologia*, 12: 261-269.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através deste trabalho foi possível concluir algumas questões acerca da dinâmica de *Araucaria angustifolia* em campos no sul do Brasil, tais como: (1) a estrutura etária de *A. angustifolia* varia de forma inversa à distância da borda florestal, ou seja, quanto mais distante da borda, mais jovens são as árvores; (2) a população de *Araucaria* apresentou duas coortes etárias: uma estabelecida antes da exclusão de distúrbios antrópicos e outra estabelecida após a exclusão, sendo que nesta os indivíduos alcançaram até 900m de distância da borda florestal em um período de cerca de 30 anos de exclusão. Essas evidências apontam para uma forte influência de manejos como pastejo e fogo, que são tradicionais na região de estudo, sobre o estabelecimento de *A. angustifolia* nos campos; (3) Foi possível também estimar, por um modelo de regressão linear, a idade dos indivíduos com base na altura total das árvores, com um erro de três anos para mais ou para menos, sugerindo que este atributo morfológico pode ser um estimador da idade, em condições similares para a região.

*A. angustifolia* afirmou seu papel como nucleadora de espécies lenhosas em campos para dois estratos de vegetação: o estrato arbóreo-arbustivo e o regenerante, corroborando outros estudos já realizados na região. O índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ) foi o parâmetro utilizado para demonstrar a diferença de diversidade entre áreas sob e adjacente às copas desta espécie. Do mesmo modo, encontramos uma relação positiva e linear entre a diferença de diversidade nos tratamentos sob *A. angustifolia* e controle (fora da influência da copa) para as espécies de dispersão zoocórica. Ou seja, quanto maior a distância da borda florestal, maior é a diferença de diversidade entre os dois tratamentos e mais importante é a presença de *A. angustifolia* para o estabelecimento de espécies lenhosas na Estação Ecológica de Aracuri. Além

disso, a dispersão de sementes parece ser outro fator chave para a chegada dos diásporos a longas distâncias encontradas para a borda florestal, e o grupo das aves e roedores pode desempenhar papel fundamental no processo de expansão.

Contudo, ainda resta uma questão controversa acerca da dinâmica de expansão florestal sobre áreas abertas: o que é mais importante, a conservação dos campos ou o processo natural de expansão florestal? Há uma linha de pensamento que acredita na conservação dos campos do sul do Brasil, visto a alta riqueza e diversidade de espécies encontrada nesses ambientes, além das políticas de conservação atentarem mais para o âmbito florestal. Por outro lado, a outra linha de pensamento vê a manutenção do processo de expansão como a melhor opção, uma vez que é um processo global e “natural”, que não deveria ser alterado pela ação antrópica.

Acredito que a conservação dos Campos de Cima da Serra seja muito importante para manutenção da biodiversidade associada a este ecossistema, que atualmente encontra-se ameaçado e sofre grande pressão antrópica, através da substituição dos campos por plantios de monocultura de *Pinus*, plantios de batata e soja, por exemplo. Além disso, sabe-se da preferência de conservação para os ecossistemas florestais, entretanto é importante ressaltar que no caso da Floresta com Araucária, os mosaicos de floresta-campo são importantíssimos para a manutenção da fauna associada, uma vez que contemplam uma enorme diversidade de organismos. Ou seja, se não atentarmos para a conservação desses campos, muitas espécies que utilizam este mosaico sofrerão com a perda e fragmentação de habitat.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Behling, H.; Pillar, V. D.; Orlóci, L. & Bauermann, S. G. 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.
- Bravo, S.; Kunst, C. & Grau, R. 2008. Suitability of the native Woody species of the Chaco region, Argentina, for use in dendroecological studies of fire regimes. *Dendrochronologia* 26: 43-52.
- Brienen, R. J.W. & Zuidema, P. A. 2006. Life time growth patterns and ages of Bolivian rain forest trees obtained by tree ring analyses. *Journal of Ecology* 94: 481-493.
- Callado, C. H.; Neto, S. J. S.; Scarano, F. R. & Costa, C. G. 2004. Radial growth dynamics of *Tabebuia umbellata* (Bignoniaceae), a flood-tolerant tree from the Atlantic forest swamps in Brazil. *IAWAJournal* 25(2): 175-183.
- Callaway, R. M & Walker, L. R. 1997. Competition and facilitation: a synthetic approach to interactions in plant communities. *Ecology* 78(7): 1958-1965.
- Camarero, J. J.; Gutiérrez, E. & Fortin, M. 2000. Spatial pattern of subalpine forest-alpine grassland ecotones in the Spanish Central Pyrenees. *Forest Ecology and Management* 134: 1-16.
- Cestaro, L. A.; Waechter, J. L. & Baptista, L. R. M. 1986. Fitossociologia do estrato herbáceo da mata de Araucária da Estação Ecológica de Aracuri, Esmeralda, RS. *Hoehnea*, 13: 59-72.
- Davies, M. A.; Reich, P. B.; Knoll, M. J. B.; Dooley, L.; Hundtoft, M. & Attleson, I. 2007. Elevated atmospheric CO<sub>2</sub>: a nurse plant substitute for oak seedlings establishing in old fields. *Global change Biology* 13: 2308-2316.
- Détienne, P. 1989. Appearance and periodicity of growth rings in some tropical woods. *IAWA Bulletin* 10(2), 123-132.
- Deslaurier, A.; Rossi, S. & Anfodillo, T. 2007. Dendrometer and intra-annual tree growth: what kind of information can be inferred? *Dendrochronologia* 25: 113-124.

- Drobyshev, I.; Niklasson, M. & Angelstam, P. 2004. Contrasting tree-ring data with fire record in a pine-dominated landscape in the Komi Republic (Eastern European Russia): recovering a common climate signal. *Silva Fennica* 38(1): 43-53.
- Fitzpatrick, M. C.; Gove, A. A. D.; Sanders, N. J. & Dunn, R. R. 2008. Climate change, plant migration, and range collapse in a global biodiversity hotspot: the *Banksia* (Proteaceae) of Western Australia. *Global Change Biology* 14: 1-16.
- Flichter, E.; Trouet, V.; Beeckham, H.; Coopin, P. & Worbes, M. 2004. Climatic signals in tree rings of *Burkea africana* and *Pterocarpus angolensis* from semiarid forests in Namibia. *Trees* 18: 442-451.
- Franco, A. C. & Nobel, P. S. 1989. Effect of nurse plants on the microhabitat and growth of cacti. *Journal of Ecology* 77:870-886.
- Fritts, H. C. 1976. Tree rings and climate. Academic Press, London.
- George, S. S.; Meko, D. M.; Girardin, M. P.; MacDonald, G. M.; Nielsin, E.; Pederson, G. T.; Sauchyn, D. J.; Tardif, J. C. & Watson, E. 2009. The tree-ring record of drought on the Canadian prairies. *Journal of Climate* 22(3): 689-710.
- Gillespie, R. D.; Sym, S. D. & Rogers, K. H. 1998. A preliminary investigation of the potential to determine the age of individual trees of *Breonadia salicina* (Rubiaceae) by relating xylem vessel diameter and area to rainfall and temperature data. *South African Journal of Botany* 64(6): 316-321.
- Grau, H. R.; Easdale, T. A. & Paolini, L. 2003. Subtropical dendroecology – dating disturbances and Forest dynamics in northwestern Argentina montane ecosystems. *Forest Ecology and Management* 177: 131-143.
- Guevara, S.; Meave, J.; Moreno-Casasola, P. & Laborde, J. 1992. Floristic composition and structure of vegetation under isolated trees in neotropical pastures. *Journal of Vegetation Science* 3: 655-664.
- Guevara, S.; Laborde, J. & Sánchez-Rios, G. 2004. Rain Forest regeneration beneath the canopy of fig trees isolated in pastures of Los Tuxtlas, Mexico. *Biotropica* 36(1): 99-108.
- Guglielme, I. & Ganade, G. 2006. Predação de sementes afetando a distribuição de indivíduos de *Araucaria angustifolia* ao longo de uma borda de floresta com campo. *Neotropical Biology and Conservation* 1(2): 62-71.
- Harper, J. L. 1977. *Population biology of plants*. Academic Press, London.
- Holl, K. D. 2002. Effect of shrubs on tree seedling establishment in an abandoned tropical pasture. *Journal of Ecology* 90: 179-187.

- Howe, H. F. & Miriti, M. N. 2004. When seed dispersal matters. *Bioscience* 54(7): 651-660.
- Janzen, D. H. 1974. Tropical blackwater rivers, animals and mast fruiting by the *Dypterocarpaceae*. *Biotropica* 6(2): 69-103.
- Jarenkow, J. A. & Baptista, L. R. M. 1987. Composição florística e estrutura da mata com Araucária na Estação Ecológica de Aracuri, Esmeralda, Rio Grande do Sul. *Napaea*, 3: 9-18.
- Jordano, P.; Galetti, M.; Pizo, M. A. & Silva, W. R. 2006. Ligando frugivoria e dispersão de sementes à biologia da conservação. In: *Biologia da conservação: essências*. (eds. C. F. Duarte, H. G. H. Bergallo, M. A. Dos Santos). Editorial Rima, São Paulo.
- Klein, R. M. 1960. O aspecto dinâmico do pinheiro brasileiro. *Sellowia*, 12: 17-44.
- Lisi C. S., Pessenda L. C. R., Tomazello-Filho M. & Rozanski K. (2001) 14C Bomb effect in tree rings of tropical and subtropical species of Brazil. *Tree-ring Research* 57(2), 191–196.
- Lisi, C. S.; Tomazello-Filho, M.; Botosso, P. C.; Roig, F. A.; Maria, V. R. B.; Ferreira-Fedele, L. & Voigt, A. R. A. 2008. Tree-ring formation, radial increment periodicity, and phenology of three species from a seasonal semi-deciduous forest in southeast Brazil. *IAWA Journal* 29(2): 289-207.
- Machado, R. E. 2004. Padrões vegetacionais em capões de floresta com araucária no planalto nordeste do Rio Grande do Sul, Brasil. MSC. Tese, UFRGS, Porto Alegre.
- Miller, D.; Archer, S. R.; Zitzer, S. F. & Longnecker, M. T. 2001. Annual rainfall, topographic heterogeneity and growth of an arid land tree (*Prosopis glandulosa*). *Journal of Arid Environments* 48: 23-33.
- Moreno, J. A. 1961. Clima do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. Secretaria da Agricultura. 42p.
- Oliveira, J. M. 2007. Anéis de crescimento em *Araucaria angustifolia* (Bertol.) O. Kuntze.: bases de dendroecologia em ecossistemas subtropicais montanos no sul do Brasil. Tese de Doutorado, UFRGS, Porto Alegre.
- Oliveira, J. M.; Santarosa, E.; Pillar, V. D. & Roig, F. A. 2009. Seasonal cambium activity in the subtropical rain forest tree *Araucaria angustifolia*. *Trees* 23: 107-115.

- 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.
- Pärtel, M. & Helm, A. 2007. Invasion of woody species into temperate grasslands: relationship with abiotic and biotic soil resource heterogeneity. *Journal of Vegetation Science* 18: 63-70.
- Peterson, C. J. & Haines, B. L. 2000. Early successional patterns and potencial facilitation of woody plant colonization by rotting logs in premontane Costa Rican pastures. *Restoration Ecology* 8(4): 361-369.
- Pillar, V. D. P. 2003. Dinâmica da expansão florestal em mosaicos de floresta e campos no sul do Brasil. In: Claudino-Sales, V. (Org.) *Ecosistemas Brasileiros: Manejo e Conservação*, p. 209-216. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora.
- Rambo, B. 1956. A fisionomia do Rio Grande do Sul. 2ª Ed. Editora Selbach & Cia, Porto Alegre, 473 p.
- Reitz, P. R. e Klein, R. M. 1978. *Projeto Madeira de Santa Catarina*. Itajaí, Sudesul/IBDF, 315 p.
- Roig, F. A. 2000. *Dendrocronología en América Latina*. (ed. F. A. Roig). EDIUNC, Mendoza.
- Roig, F. A.; Osornio, J. J. J.; Dias, J. V.; Luckman, B.; Tiessen, H.; Medina, A. & Noellemeyer, E. J. 2005. Anatomy of growth rings at the Yucatán Peninsula. *Dendrochronologia* 22: 187-193.
- Santarosa, E.; Oliveira, J. M.; Roig, F. A. & Pillar, V. D. 2007. Crescimento Sazonal em *Araucaria angustifolia*: Evidências Anatômicas. In: *57º Congresso Nacional de Botânica*, resumo expandido via digital. Gramado.
- Scholes & Archer .1997. Tree- grass interactions in Savannas. *Annual Review of Ecology and Systematics* 28: 517-544.
- Seitz R. A. & Kanninen M. 1989. Tree ring analysis of *Araucaria angustifolia* in Southern Brazil: preeliminary results. *IAWA Bulletin* 10(2), 170–174.
- Scarano, F. R. 2002. Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressful habitats marginal to the Brazilian Atlantic Rainforest. *Annals of Botany* 90: 517-524.
- Schulman, E. 1956. *Dendroclimatic Change in Semiarid America*. University of Arizona Press, Tucson.

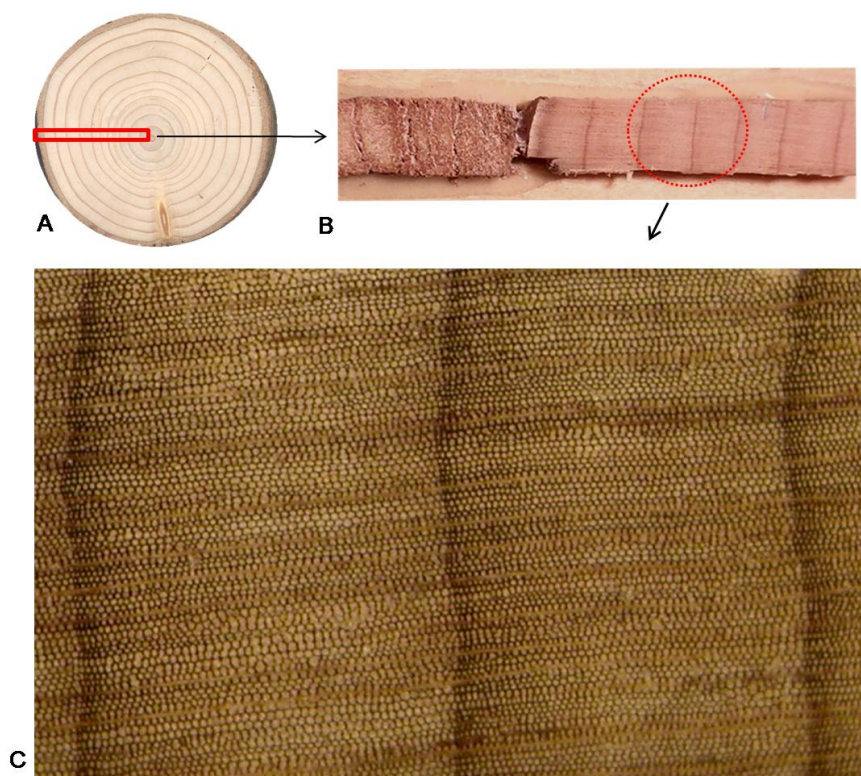


- Shrader-Frechette, K. S. & McCoy, E. D. 1993. Method in ecology: strategies for conservation. Cambridge, Cambridge University Press. 574 p.
- Silva, L. C. R.; Sternberg, L. S. L.; Hoffman, W. A. & Haridasan, M. 2007. Expansão florestal no Brasil Central. *Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil*.
- Stokes M. A. & Smiley T. L. (1968) *An introduction to tree-ring dating*. The University of Chicago Press, Chicago and London.
- Teixeira, M. B.; Coura-Neto, A. B.; Pastore, U. & Rangel-Filho, L. R., 1986. Vegetação -As Regiões Fitoecológicas, sua Natureza e seus Recursos Econômicos. Estudo Fitogeográfico. In Folha SH. 22 Porto Alegre e parte das folhas SH. 21 Uruguaiana e SH. 22 Lagoa Mirim: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Vol. 33, pp. 541-632. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, Rio de Janeiro.
- Tomazello-Filho, M.; Roig, F. A.; Pollito, P. A. Z. 2009. Dendrocronología y dendroecología tropical: Marco histórico y experiencias exitosas en los países de América Latina. *Ecología en Bolivia* 44(2): 73-82.
- Waechter, J. L.; Cestaro, L. A. & Miotto, S. T. S. 1984. Vegetation types in the Ecological Station of Aracuri, Esmeralda, Rio Grande do Sul, Brasil. *Phytocoenologia*, 12: 261-269.
- Wang, T.; Ren, H. & Ma, K. 2005. Climatic signals in tree ring of *Picea schrenkiana* along an altitudinal gradient in the central Tianshan Mountains, northwestern China. *Trees* 19: 735-741.
- Watson, P. J.; Bradstock, R. A. & Morris, E. C. 2009. Fire frequency influences composition and structure of the shrub layer in an Australian subcoastal temperate grassy woodland. *Austral Ecology* 34: 218-232.
- Werf, G. W.; Sass-Klaassen, U. G. W. & Mohren, G. W. J. 2007. The impact of the 2003 summer drought on the intra-annual growth pattern of beech (*Fagus sylvatica* L.) and oak (*Quercus robur* L.) on a dry site in the Netherlands. *Dendrochronologia* 25: 103-112.
- Worbes, M. 1989. Growth rings, increment and age in inundation forests, savannas and a mountain forest in the neotropics. *IAWA Journal* 10(2), 109–122.
- Worbes, M. 2002. One hundred years of tree-ring research in the tropics – a brief history and an outlook to future challenges. *Dendrochronologia* 20: 217-231.

Worbes, M.; Staschel, R.; Rollof, A. & Junk, W. J. 2003. Tree ring analysis reveals age structure, dynamics and wood production of a natural forest stand in Cameroon. *Forest, Ecology and Management* 173: 105-123.

## 6. APÊNDICES

**Apêndice 1:** Representação dos anéis de crescimento de *Araucaria angustifolia*. Em A, corte transversal do tronco com indicação do local de retirada de amostras dendrocronológicas (retângulo vermelho); em B, representação de amostras dendrocronológicas com indicação dos anéis de crescimento (círculo vermelho); em C, anéis de crescimento em maior resolução, indicando os lenhos iniciais (banda de coloração clara) e tardios (banda de coloração escura).



**Apêndice 2:** Área de estudo. Em A, localização da região de estudo, com ênfase na cidade de Vacaria no Estado do Rio Grande do Sul (círculo vermelho), próxima à Unidade de Conservação; em B, imagem de satélite de 2007 da Estação Ecológica de Aracuri (delimitada pela linha vermelha) e áreas limítrofes com a indicação dos principais grupos fitofisionômicos: F = Floresta; V = Vassoural; B = Campo Higromórfico (Banhado); C = Campo Seco; G = pasto e/ou gramado; L = Lavoura; e S = Silvicultura.



**Apêndice 3:** Lista das espécies encontradas nas áreas de campo e vassoural da Estação Ecológica de Aracuri, Muitos Capões, RS. As espécies foram categorizadas quanto ao estrato vegetal, síndrome de dispersão e hábito.

FAMÍLIA	ESPÉCIE	Estrato arbóreo- arbustivo	Estrato regenerante	Zoocórica	Não-zoocórica	Floresta	Transição	Campo
Anacardiaceae	<i>Schinus polygamus</i> (Cav.) Cabrera	X	X	X				X
	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	X		X			X	
	<i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand	X	X	X			X	
	<i>Schinus lentiscifolius</i> Marchand	X	X	X			X	
Annonaceae	<i>Rollinia rugulosa</i> Schldtl.	X	X	X		X		
Aquifoliaceae	<i>Ilex dumosa</i> Reissek	X		X		X		
	<i>Ilex theazans</i> Mart.	X		X		X		
Araucariaceae	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	X	X	X			X	
Asteraceae	<i>Baccharis articulata</i> (Lam.) Pers.	X			X			X
	<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	X			X			X
	<i>Baccharis helichrysoides</i> DC.	X			X			X
	<i>Baccharis microdonta</i> DC.	X	X		X			X
	<i>Baccharis uncinella</i> DC.	X	X		X			X
	<i>Eupatorium inulifolium</i> Kunth	X			X			X
	<i>Eupatorium polystachyum</i> DC.	X	X		X			X
	<i>Eupatorium serratum</i> Spreng.	X	X		X			X
	<i>Eupatorium tremulum</i> Hook. & Arn.	X			X			X
	<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	X			X		X	
Berberidaceae	<i>Berberis laurina</i> Billb. Berberidaceae	X	X	X		X		
Cannelaceae	<i>Cinnamodendron dinisii</i> (Schwacke) Occhioni	X		X		X		

FAMÍLIA	ESPÉCIE	Estrato arbóreo- arbustivo	Estrato regenerante	Zoocórica	Não-zoocórica	Floresta	Transição	Campo
Celastraceae	<i>Maytenus ilicifolia</i> M. muelleri.	X	X	X		X		
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum deciduum</i> A. St.-Hil.	X	X	X		X		
Escalloniaceae	<i>Escallonia bifida</i> Link & Otto	X	X	X			X	
Euphorbiaceae	<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs	X			X		X	
Fabaceae	<i>Senna corymbosa</i> (Lam.) H.S. Irwin & Barneby	X			X			X
Lauraceae	<i>Cinnamomum amoenum</i> (Nees) Kosterm.	X		X		X		
	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	X	X	X		X		
	<i>Ocotea pulchella</i> (Nees) Mez	X	X	X		X		
	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	X	X	X		X		
Loganiaceae	<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.	X		X		X		
Melastomataceae	<i>Leandra</i> sp.		X	X				
Myrsinaceae	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br.	X	X	X			X	
Myrtaceae	<i>Myrcia bombycina</i> (O. Berg) Kiaersk.	X	X	X			X	
	<i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret	X	X	X				X
	<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O. Berg	X		X		X		
	<i>Calyptranthes concinna</i> DC.	X		X		X		
	<i>Campomanesia aurea</i> O. Berg	X	X	X				X
	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg	X	X	X		X		
	<i>Myrceugenia euosma</i> (O. Berg) D. Legrand	X		X		X		
	<i>Myrcia palustris</i> DC.	X		X		X		
Quillajaceae	<i>Quillaja brasiliensis</i> (A. St.-Hil. & Tul.) Mart.	X	X		X		X	
Rhamnaceae	<i>Scutia buxifolia</i> Reissek	X	X	X			X	

FAMÍLIA	ESPÉCIE	Estrato arbóreo-arbustivo	Estrato regenerante	Zoocórica	Não-zoocórica	Floresta	Transição	Campo
Rhamnaceae	<i>Rhamnus sphaerosperma</i> Sw.	X	X	X			X	
Rosaceae	<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	X	X	X		X		
Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	X	X	X	X			
Salicaceae	<i>Casearia decandra</i> Jacq.	X		X	X			
	<i>Xylosma pseudosalzmanii</i> Sleumer	X	X	X	X			
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk.		X	X	X			
	<i>Allophylus guaraniticus</i> Radlk.		X	X	X			
	<i>Allophylus puberulus</i> Radlk.		X	X	X			
	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	X	X	X	X			
	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	X	X	X	X			
Solanaceae	<i>Solanum pabstii</i> L.B. Sm. & Downs	X	X	X		X		
	<i>Brunfelsia pilosa</i> Plowman	X		X	X			
Styraceae	<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	X	X	X	X			
Symplocaceae	<i>Symplocos tetrandra</i> Mart.	X	X	X	X			
	<i>Symplocos uniflora</i> (Pohl) Benth.	X	X	X		X		
Thymelaeaceae	<i>Daphnopsis racemosa</i> Griseb.	X		X	X			
Winteraceae	<i>Drymis brasiliensis</i> Miers		X	X	X			
	Total	56	39	49	26	21	12	14

**Apêndice 4:** Tabela com dados brutos referentes à população de *Araucaria angustifolia* na área de vassoural da Estação Ecológica de Aracuri, Muitos Capões, RS.

Araucária	Amostra	Idade	Altura (m)	Dm (m)	Alt. fuste (m)	AB	Dist. borda
2A1	P2A1b	6	6	4,25	1,55	147,2134	890
2A2	P2A2a	7	6	3,6	1,3	207,086	900
7A1	P7A1d	8	7	3,15	2,2	199,0446	700
7A2	P7A2a	8	6,5	4,25	2	183,4395	705
8A1	P8A1a	6	5,5	4	1	127,3885	666
8A2	P8A2d	8	5	3,3	1	114,9682	666
12A1	P12A1d	6	5	3,75	1,2	154,1401	629
12A2	P12A2d	7	5	2,25	1,47	108,9968	636
15A1	P15A1a	6	5,5	4,25	1,3	103,1847	595
15A2	P15A2d	5	5	5,5	1,6	161,2261	599
16A1	P16A1a	5	5	3	1,2	103,1847	618
16A2	P16A2d	7	6,5	4,5	1,55	223,6465	618
22A1	P22A1a	7	6	5,75	2,2	191,1624	559
22A2	P22A2a	7	6	2,5	1,8	76,51274	566
23A1	P23A1d	10	4,5	2,15	2,1	76,51274	512
24A1	P24A1d	7	6	3,75	1,8	127,3885	485
24A2	P24A2d	8	6	2,15	4,5	76,51274	488
25A1	P25A1b	9	8,5	5,25	3	286,6242	481
25A2	P25A2b	10	7	3,25	2	286,6242	468
31A1	P31A1a	9	7	4,79	1	316,0032	424
31A2	P31A2d	7	5	3,2	1,14	92,03822	423
32A1	P32A1a	7	5	4	1,3	127,3885	376
32A2	P32A2c	7	5	4	1,2	108,9968	371
33A1	P33A1a	7	3,5	3,25	2,2	108,9968	409
33A2	P33A2a	9	7	6,5	1,7	277,1497	449
34A1	P34A1d	8	6	3,75	1,2	183,4395	400
34A2	P34A2d	7	6	4	1	97,53185	399
36A1	P36A1c	10	6	2,1	1,5	86,70382	400
37A1	P37A1d	8	6	6,25	2	269,6847	412
37A2	P37A2a	6	5	3,5	1	114,9682	413
45A1	P45A1d	11	5	2,675	1,6	92,03822	350
46A1	P46A1b	11	6	3,15	1,4	154,1401	351
46A2	P46A2a	15	8	4,815	2,5	509,5541	310
48A1	P48A1c	10	4	2,48	1,6	76,51274	291
48A2	P48A2d	9	6	3,8	1,5	147,2134	299
50A1	P50A1d	19	5,5	3,15	0,4	81,52866	310
50A2	P50A2a	10	7	3,55	2	215,2866	318
51A1	P51A1c	15	13	7,65	1,7	630,6529	360
51A2	P51A2d	7	5	3,45	1,3	103,1847	376
57A2	P57A2d	14	6	4,925	2,5	1435,815	186



Araucária	Amostra	Idade	Altura (m)	Dm (m)	Alt. fuste (m)	AB	Dist. borda
72A1	P72A1a	17	8	7,5	2,5	336,3854	70
72A2	P72A2d	16	8,5	8,25	1,95	588,8535	106
73A1	P73A1a	66	12	14,75	6	2579,618	73
73A2	P73A2a	19	9	5,5	2	602,6274	62
74A1	P74A1a	17	11	4	4	379,0605	145
74A2	P74A2c	24	10	4,5	4,5	357,4045	143
75A1	P75A1d	23	16	6,5	3,5	357,4045	207
76A1	P76A1e	28	9	3,75	5	296,258	93
76A2	P76A2b	15	8,5	2	7	114,9682	85
77A1	P77A1e	16	11	6,25	6	316,0032	72
77A2	P77A2a	13	9	3,25	5	154,1401	73
78A1	P78A1e	10	8	2,25	3	191,1624	128
78A2	P78A2b	11	6	5,5	1,7	147,2134	135
79A1	P79A1a	10	9	4	2,5	140,4459	205
83A1	P83A1b	15	7	5,925	1,7	472,0541	219
84A1	P84A1c	18	9	6,13	2,2	673,8854	109
84A2	P84A2a	11	6,5	3,525	2	249,6815	134
85A1	P85A1d	27	16	9,5	3,5	548,4873	59
85A2	P85A2g	13	8	5,75	4	232,1656	65
86A1	P86A1f	14	6	7	3	127,3885	18
86A2	P86A2d	14	8,5	6,5	4	249,6815	8
87A1	P87A1c	15	6	1,25	3	114,9682	44
87A2	P87A2a	19	7	3	5	306,051	56
88A1	P88A1b	30	15	11,05	5	780,3344	45
88A2	P88A2b	28	11	6	6	412,7389	59
89A1	P89A1a	28	16	11	7	2247,134	75
89A2	P89A2a	30	18	11,5	10	2579,618	47
90A1	P90A1a	94	17	19	13	5299,682	12
90A2	P90A2b	64	13	10,5	9	2167,596	3
91A1	P91A1a	23	7	4,5	4,5	199,0446	34
91A2	P91A2d	23	10	3,25	6	346,8153	22
98A1	P98A1d	12	7,5	5,25	2,5	306,051	161
98A2	P98A2e	31	10	8,5	7	749,1242	166
99A1	P99A1d	8	8	4,5	4	215,2866	178
99A2	P99A2d	11	7,5	4	2	86,70382	164
100A1	P100A1a	18	9	7,55	2,5	963,3758	92
100A2	P100A2a	17	9,5	6,22	1,3	673,8854	79
102A1	P102A1a	56	18	9,5	10	963,3758	16
102A2	P102A2a	24	9	8	4	796,1783	12
112A1	P112A1a	14	9	7,95	1,22	796,1783	181
112A2	P112A2a	9	5	3,475	0,86	1494,347	192
113A1	P113A1b	14	7	1,75	4	81,52866	62
113A2	P113A2b	24	18	15,5	4	2089,49	70
116A1	P116A1a	8	6	4,25	1,8	114,9682	234

Araucária	Amostra	Idade	Altura (m)	Dm (m)	Alt. fuste (m)	AB	Dist. borda
116A2	P116A2c	9	6	3,5	2	168,4713	221
120A1	P120A1a	61	12	7,93	10	1366,322	83
120A2	P120A2d	27	12	3,14	6	223,6465	97
121A1	P121A1d	17	10	5,375	2,5	509,5541	79
121A2	P121A2c	28	12	11,75	4	1387,261	70
122A1	P122A1a	11	7	4,325	2	215,2866	106
122A2	P122A2a	9	8	3,75	1,5	215,2866	109
124A1	P124A1a	119	17	11,85	11	963,3758	0
124A2	P124A2c	62	14	5,25	12	368,1529	0
126A1	P126A1b	118	12	14	9	980,9713	5
126A2	P126A2b	77	12	13	10	1560,51	0
130A1	P130A1a	11	7,5	6,5	1,1	336,3854	157
130A2	P130A2a	12	5	3,4	2	114,9682	149
141A1	P141A1a	61	12	12,75	7,5	1743,949	91
141A2	P141A2a	21	10	8,5	2	379,0605	83
142A1	P142A1d	14	7	4,25	4	191,1624	135
142A2	P142A2a	17	7,5	6	4	296,258	135
143A1	P143A1a	14	6	3,75	3	161,2261	73
143A2	P143A2a	19	12	11,5	5	616,5605	60
184A1	P184A1d	14	8	4	2,05	25,79618	38
184A2	P184A2a	10	6	4,5	1,8	13,45541	35
186A1	P186A1d	18	10	5	4	401,3535	60
186A2	P186A2d	15	12	11,5	4	644,9045	67
190A1	P190A1a	85	15	12,5	10	2579,618	0
190A2	P190A2b	67	10	8	8	561,7834	0

**Apêndice 5:** Dados brutos referentes ao estrato arbóreo-arbustivo sob a copa de *Araucaria angustifolia* na Estação Ecológica de Aracuri, Muitos Capões, RS.

Ponto	Espécie	Abundância
2	<i>Acca sellowiana</i>	1
2	<i>Baccharis uncinella</i>	3
2	<i>Berberis laurina</i>	1
2	<i>Campomanesia aurea</i>	1
2	<i>Eupatorium tremulum</i>	2
2	<i>Eupatorium serratum</i>	5
2	<i>Eupatorium intermedium</i>	1
2	<i>Ligustro</i>	3
2	<i>Lithraea brasiliensis</i>	2
2	morta	4
2	<i>Myrcia bombicina</i>	1
2	<i>Myrsine coriacea</i>	8
2	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	3
2	<i>Schinus polygamus</i>	5
2	<i>Solanum pabstii</i>	4
2	<i>Styrax leprosus</i>	2
7	<i>Araucaria angustifolia</i>	2
7	<i>Eupatorium serratum</i>	4
7	<i>Eupatorium inulifolium</i>	1
7	morta	8
7	<i>Myrsine coriacea</i>	3
7	<i>Ocotea puberula</i>	1
7	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	3
7	<i>Schinus polygamus</i>	8
7	<i>Sebastiania commersoniana</i>	1
7	<i>Symplocos uniflora</i>	3
8	<i>Araucaria angustifolia</i>	1
8	<i>Baccharis uncinella</i>	4
8	<i>Eupatorium serratum</i>	1
8	<i>Lithraea brasiliensis</i>	1
8	morta	5
8	<i>Myrsine coriacea</i>	3
8	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	2
8	<i>Styrax leprosus</i>	1
12	<i>Araucaria angustifolia</i>	5
12	<i>Escalonia bifida</i>	1
12	<i>Eupatorium serratum</i>	3
12	<i>Eupatorium inulifolium</i>	1

Ponto	Espécie	Abundância
12	<i>Lithraea brasiliensis</i>	6
12	<i>morta</i>	5
12	<i>Myrcia bombicina</i>	1
12	<i>Myrsine coriacea</i>	1
12	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	1
12	<i>Schinus lentisicfolius</i>	3
12	<i>Schinus polygamus</i>	4
12	<i>Solanum pabstii</i>	1
12	<i>Styrax leprosus</i>	1
12	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	1
15	<i>Baccharis helichrysoides</i>	3
15	<i>Baccharis uncinella</i>	1
15	<i>Blepharocalix salicifolius</i>	1
15	<i>Escalonia bifida</i>	2
15	<i>Eupatorium serratum</i>	5
15	<i>Eupatorium inulifolium</i>	1
15	<i>Lithraea brasiliensis</i>	2
15	<i>morta</i>	16
15	<i>Myrsine coriacea</i>	2
15	<i>Ocotea puberula</i>	1
15	<i>Schinus lentisicfolius</i>	1
15	<i>Schinus polygamus</i>	3
15	<i>Solanum pabstii</i>	1
15	<i>Styrax leprosus</i>	1
16	<i>morta</i>	31
16	<i>Myrsine coriacea</i>	1
16	<i>Schinus polygamus</i>	1
16	<i>Solanum pabstii</i>	3
22	<i>Araucaria angustifolia</i>	3
22	<i>Baccharis uncinella</i>	2
22	<i>Eupatorium serratum</i>	2
22	<i>Ligustro</i>	1
22	<i>morta</i>	4
22	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	4
22	<i>Schinus lentisicfolius</i>	1
22	<i>Schinus polygamus</i>	2
22	<i>Solanum pabstii</i>	3
22	<i>Symplocos uniflora</i>	1
23	<i>Baccharis uncinella</i>	10
23	<i>morta</i>	3

Ponto	Espécie	Abundância
24	<i>Baccharis dracunculifolia</i>	2
24	<i>Baccharis uncinella</i>	3
24	<i>Escalonia bifida</i>	2
24	<i>Ilex teesans</i>	1
24	<i>Lithraea brasiliensis</i>	1
24	<i>morta</i>	4
24	<i>Myrsine coriacea</i>	1
24	<i>Schinus polygamus</i>	4
24	<i>Senecio brasiliensis</i>	1
24	<i>Styrax leprosus</i>	1
25	<i>Araucaria angustifolia</i>	2
25	<i>Baccharis uncinella</i>	1
25	<i>Berberis laurina</i>	2
25	<i>Blepharocalix salicifolius</i>	1
25	<i>Cinnamomum amoenum</i>	2
25	<i>Eupatorium polystachium</i>	1
25	<i>Lithraea brasiliensis</i>	3
25	<i>morta</i>	4
25	<i>Myrcia bobicina</i>	2
25	<i>Myrsine coriacea</i>	2
25	<i>Ocotea puberula</i>	2
25	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	4
25	<i>Schinus lentisicfolius</i>	2
25	<i>Schinus polygamus</i>	7
25	<i>Styrax leprosus</i>	6
25	<i>Symplocos uniflora</i>	3
25	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	1
32	<i>Araucaria angustifolia</i>	2
32	<i>Baccharis uncinella</i>	1
32	<i>Escalonia bifida</i>	1
32	<i>Lithraea brasiliensis</i>	3
32	<i>morta</i>	2
32	<i>Myrsine coriacea</i>	8
32	<i>Prunus myrtifolia</i>	1
32	<i>Rhamnus sphaerospemra</i>	1
32	<i>Schinus lentisicfolius</i>	1
32	<i>Styrax leprosus</i>	1
32	<i>Symplocos uniflora</i>	2
33	<i>Araucaria angustifolia</i>	2
33	<i>Baccharis uncinella</i>	4
33	<i>Eupatorium tremulum</i>	5
33	<i>Escalonia bifida</i>	1

Ponto	Espécie	Abundância
33	<i>Eupatorium serratum</i>	10
33	<i>morta</i>	2
33	<i>Myrsine coriacea</i>	1
33	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	2
33	<i>Schinus polygamus</i>	1
33	<i>Solanum pabstii</i>	1
34	<i>Araucaria angustifolia</i>	3
34	<i>Baccharis uncinella</i>	5
34	<i>Baccharis uncinella</i>	
34	<i>Eupatorium tremulum</i>	1
34	<i>Escalonia bifida</i>	1
34	<i>Lithraea brasiliensis</i>	6
34	<i>morta</i>	5
34	<i>Myrcia bombicina</i>	1
34	<i>Myrsine coriacea</i>	2
34	<i>Schinus lentiscifolius</i>	3
34	<i>Schinus polygamus</i>	2
34	<i>Schinus polygamus</i>	
36	<i>Acca sellowiana</i>	1
36	<i>Baccharis dracunculifolia</i>	6
36	<i>Berberis laurina</i>	2
36	<i>Eupatorium tremulum</i>	2
36	<i>Eupatorium serratum</i>	1
36	<i>Lithraea brasiliensis</i>	3
36	<i>morta</i>	8
36	<i>Myrceugenia euosma</i>	1
36	<i>Myrcia bombicina</i>	1
36	<i>Myrsine coriacea</i>	9
36	<i>Ocotea puberula</i>	2
36	<i>Ocotea pulchella</i>	2
36	<i>Quillaja brasiliensis</i>	1
36	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	7
36	<i>Schinus lentiscifolius</i>	1
36	<i>Schinus polygamus</i>	2
36	<i>Sebastiania commersoniana</i>	1
36	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	1
37	<i>Baccharis uncinella</i>	3
37	<i>Gochnatia polymorpha</i>	1
37	<i>morta</i>	3
37	<i>Myrsine coriacea</i>	2
46	<i>Baccharis dracunculifolia</i>	1

Ponto	Espécie	Abundância
46	<i>Eupatorium polystachium</i>	1
46	<i>Lithraea brasiliensis</i>	3
46	<i>morta</i>	1
46	<i>Myrcia bombicina</i>	3
46	<i>Myrsine coriacea</i>	1
46	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	1
46	<i>Schinus lentisicfolius</i>	2
46	<i>Schinus polygamus</i>	1
46	<i>Styrax leprosus</i>	8
48	<i>Araucaria angustifolia</i>	1
48	<i>Baccharis uncinella</i>	4
48	<i>Eupatorium serratum</i>	8
48	<i>Lithraea brasiliensis</i>	2
48	<i>morta</i>	3
48	<i>Myrcia bombicina</i>	1
48	<i>Myrsine coriacea</i>	2
48	<i>Schinus lentisicfolius</i>	1
48	<i>Schinus polygamus</i>	2
48	<i>Solanum pabstii</i>	1
48	<i>Symplocos uniflora</i>	1
48	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	1
50	<i>Araucaria angustifolia</i>	4
50	<i>Baccharis articulata</i>	1
50	<i>Baccharis uncinella</i>	3
50	<i>Eupatorium serratum</i>	10
50	<i>Eupatorium inulifolium</i>	9
50	<i>morta</i>	2
51	<i>Baccharis uncinella</i>	3
51	<i>Eupatorium serratum</i>	1
51	<i>Myrsine coriacea</i>	2
51	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	4
51	<i>Schinus polygamus</i>	3
51	<i>Senna corymbosa</i>	1
51	<i>Styrax leprosus</i>	2
51	<i>Symplocos uniflora</i>	3
57	<i>Baccharis helichrysoides</i>	1
57	<i>Berberis laurina</i>	1
57	<i>Eupatorium serratum</i>	10
57	<i>Eupatorium polystachium</i>	1
57	<i>Myrsine coriacea</i>	1
57	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	5

Ponto	Espécie	Abundância
57	<i>Schinus polygamus</i>	1
73	<i>Araucaria angustifolia</i>	2
73	<i>Berberis laurina</i>	5
73	<i>Capsicodendron dinissii</i>	1
73	<i>Myrcia palustris</i>	2
73	<i>Ilex dumosa</i>	1
73	<i>Lithraea brasiliensis</i>	15
73	<i>morta</i>	2
73	<i>Myrcia bobicina</i>	2
73	<i>Myrsine coriacea</i>	6
73	<i>Ocotea pulchella</i>	2
73	<i>Prunus myrtifolia</i>	5
73	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	2
73	<i>Schinus lentisicfolius</i>	5
73	<i>Schinus polygamus</i>	1
73	<i>Styrax leprosus</i>	17
73	<i>Symplocos uniflora</i>	1
73	<i>Xylosma pseudosalzmanni</i>	1
75	<i>Baccharis uncinella</i>	1
75	<i>morta</i>	6
75	<i>Myrcia bobicina</i>	67
78	<i>Araucaria angustifolia</i>	3
78	<i>Baccharis dracunculifolia</i>	1
78	<i>Baccharis uncinella</i>	1
78	<i>Berberis laurina</i>	1
78	<i>Eupatorium serratum</i>	1
78	<i>Lithraea brasiliensis</i>	3
78	<i>morta</i>	1
78	<i>Myrcia bobicina</i>	10
78	<i>Myrsine coriacea</i>	22
78	<i>Styrax leprosus</i>	1
83	<i>Baccharis uncinella</i>	3
83	<i>Eupatorium serratum</i>	2
83	<i>Lithraea brasiliensis</i>	2
83	<i>Myrsine coriacea</i>	1
84	<i>Baccharis dracunculifolia</i>	1
84	<i>Escalonia bifida</i>	25
84	<i>Eupatorium serratum</i>	5
84	<i>Lithraea brasiliensis</i>	5
84	<i>morta</i>	7



Ponto	Espécie	Abundância
84	<i>Myrcia bombicina</i>	2
84	<i>Myrsine coriacea</i>	17
84	<i>Quillaja brasiliensis</i>	1
84	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	2
84	<i>Sebastiania commersoniana</i>	1
84	<i>Symplocos tetrandra</i>	1
86	<i>Araucaria angustifolia</i>	2
86	<i>Berberis laurina</i>	5
86	<i>Escalonia bifida</i>	7
86	<i>Lithraea brasiliensis</i>	1
86	<i>morta</i>	2
86	<i>Myrcia c. bombicina</i>	1
86	<i>Prunus myrtifolia</i>	1
86	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	1
86	<i>Schinus polygamus</i>	2
86	<i>Symplocos uniflora</i>	2
86	<i>Symplocos uniflora</i>	
87	<i>Baccharis dracunculifolia</i>	1
87	<i>Baccharis uncinella</i>	1
87	<i>Berberis laurina</i>	1
87	<i>Escalonia bifida</i>	1
87	<i>Escalonia petrophylla</i>	1
87	<i>Eupatorium serratum</i>	6
87	<i>morta</i>	4
87	<i>Myrsine coriacea</i>	1
87	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	4
87	<i>Symplocos uniflora</i>	1
88	<i>Araucaria angustifolia</i>	1
88	<i>Lithraea brasiliensis</i>	2
88	<i>Ocotea pulchella</i>	1
88	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	1
88	<i>Schinus polygamus</i>	1
88	<i>Symplocos uniflora</i>	2
88	<i>Symplocos uniflora</i>	
89	<i>Araucaria angustifolia</i>	1
89	<i>Blepharocalix salicifolius</i>	3
89	<i>Eupatorium serratum</i>	1
89	<i>Ligustro</i>	1
89	<i>Lithraea brasiliensis</i>	1
89	<i>morta</i>	5
89	<i>Ocotea pulchella</i>	3

Ponto	Espécie	Abundância
89	<i>Prunus myrtifolia</i>	2
89	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	2
89	<i>Schinus polygamus</i>	1
89	<i>Symplocos uniflora</i>	1
89	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	1
90	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	1
90	<i>Capsicodendron dinissii</i>	1
90	<i>Cinnamomum amoenum</i>	1
90	<i>Citronela gongonha</i>	1
90	<i>morta</i>	3
90	<i>Myrcia palustris</i>	1
90	<i>Symplocos uniflora</i>	1
91	<i>Berberis laurina</i>	4
91	<i>Erythroxylum deciduum</i>	1
91	<i>Lithraea brasiliensis</i>	7
91	<i>morta</i>	2
91	<i>Myrcegenia euosma</i>	1
91	<i>Myrcia bobicina</i>	5
91	<i>Myrsine coriacea</i>	4
91	<i>Ocotea pulchella</i>	1
91	<i>Schinus lentisicifolius</i>	4
91	<i>Symplocos uniflora</i>	1
91	<i>Xylosma pseudosalzmanni</i>	2
98	<i>Berberis laurina</i>	1
98	<i>Cinnamomum amoenum</i>	1
98	<i>Eupatorium serratum</i>	6
98	<i>Eupatorium polystachium</i>	1
98	<i>Myrsine coriacea</i>	3
98	<i>Myrsine coriacea</i>	
98	<i>Myrsine coriacea</i>	
98	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	1
98	<i>Symplocos uniflora</i>	1
99	<i>Eupatorium serratum</i>	4
99	<i>Lithraea brasiliensis</i>	3
99	<i>morta</i>	5
99	<i>Myrsine coriacea</i>	4
99	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	1
99	<i>Schinus polygamus</i>	1
99	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	1
102	<i>Acca sellowiana</i>	1

Ponto	Espécie	Abundância
102	<i>Araucaria angustifolia</i>	2
102	<i>Berberis laurina</i>	1
102	<i>Daphnopsis racemosa</i>	1
102	<i>Erythroxylum deciduum</i>	1
102	<i>Lithraea brasiliensis</i>	5
102	<i>Maytenus ilicifolia</i>	1
102	morta	2
102	<i>Myrcia bombicina</i>	1
102	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	1
102	<i>Schinus polygamus</i>	1
102	<i>Sebastiania commersoniana</i>	1
102	<i>Symplocos uniflora</i>	4
102	<i>Xylosma pseudosalzmanni</i>	2
113	<i>Araucaria angustifolia</i>	1
113	<i>Baccharis uncinella</i>	2
113	<i>Berberis laurina</i>	1
113	<i>Lithraea brasiliensis</i>	1
113	morta	2
113	<i>Myrsine coriacea</i>	23
113	<i>Symplocos uniflora</i>	2
116	<i>Baccharis uncinella</i>	2
116	<i>Eupatorium serratum</i>	2
116	<i>Lithraea brasiliensis</i>	9
116	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	1
116	<i>Schinus lentiscifolius</i>	1
116	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	1
124	<i>Cupania vernalis</i>	5
124	<i>Matayba elaeagnoides</i>	2
124	morta	1
124	Myrtaceae	2
124	<i>Nectandra megapotamica</i>	14
124	<i>Rollinia rugulosa</i>	2
124	<i>Strychnos brasiliensis</i>	2
126	<i>Acca sellowiana</i>	1
126	<i>Araucaria angustifolia</i>	4
126	<i>Berberis laurina</i>	2
126	<i>Cinnamomum amoenum</i>	1
126	<i>Lithraea brasiliensis</i>	2
126	<i>Myrcia bombicina</i>	1
126	<i>Schinus lentiscifolius</i>	2
126	<i>Schinus polygamus</i>	1

Ponto	Espécie	Abundância
126	<i>Styrax leprosus</i>	1
126	<i>Xylosma pseudosalzmanni</i>	1
130	<i>Araucaria angustifolia</i>	2
130	<i>Baccharis dracunculifolia</i>	2
130	<i>Berberis laurina</i>	6
130	<i>Eupatorium serratum</i>	1
130	<i>Eupatorium inulifolium</i>	3
130	<i>Lithraea brasiliensis</i>	2
130	<i>Maytenus ilicifolia</i>	1
130	<i>morta</i>	2
130	<i>Myrsine coriacea</i>	5
130	<i>Schinus lentiscifolius</i>	1
130	<i>Solanum pabstii</i>	1
130	<i>Symplocos uniflora</i>	1
141	<i>Araucaria angustifolia</i>	4
141	<i>Cinnamomum amoenum</i>	2
141	<i>Daphnopsis racemosa</i>	1
141	<i>Lithraea brasiliensis</i>	3
141	<i>morta</i>	2
141	<i>Myrcia bobicina</i>	1
141	<i>Myrcia palustris</i>	1
141	<i>Myrsine coriacea</i>	3
141	<i>Ocotea puberula</i>	2
141	<i>Ocotea pulchella</i>	7
141	<i>Quillaja brasiliensis</i>	2
141	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	1
141	<i>Styrax leprosus</i>	1
141	<i>Symplocos uniflora</i>	1
142	<i>Araucaria angustifolia</i>	4
142	<i>Baccharis uncinella</i>	1
142	<i>Berberis laurina</i>	3
142	<i>Lithraea brasiliensis</i>	3
142	<i>morta</i>	2
142	<i>Myrcia bobicina</i>	3
142	<i>Myrsine coriacea</i>	11
142	<i>Ocotea pulchella</i>	2
142	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	3
142	<i>Schinus lentiscifolius</i>	2
142	<i>Symplocos tetrandra</i>	2
143	<i>Araucaria angustifolia</i>	2
143	<i>Baccharis dracunculifolia</i>	4

Ponto	Espécie	Abundância
143	<i>Berberis laurina</i>	2
143	<i>Campomanesia aurea</i>	1
143	<i>Escalonia bifida</i>	1
143	<i>Eupatorium serratum</i>	4
143	<i>Eupatorium inulifolium</i>	4
143	<i>Lithraea brasiliensis</i>	1
143	<i>morta</i>	4
143	<i>Myrcia bobicina</i>	2
143	<i>Myrsine coriacea</i>	2
143	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	2
143	<i>Schinus lentisicfolius</i>	1
184	<i>Asteraceae nova</i>	1
184	<i>Baccharis articulata</i>	3
184	<i>Berberis laurina</i>	1
184	<i>Carqueja</i>	2
184	<i>Eupatorium serratum</i>	2
184	<i>Eupatorium serratum</i>	1
184	<i>Eupatorium polystachium</i>	1
184	<i>morta</i>	4
184	<i>Myrcia bobicina</i>	1
184	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	2
184	<i>Symplocos tetrandra</i>	2
186	<i>Araucaria angustifolia</i>	2
186	<i>Baccharis dracunculifolia</i>	21
186	<i>Berberis laurina</i>	2
186	<i>Lithraea brasiliensis</i>	3
186	<i>morta</i>	1
186	<i>Myrsine coriacea</i>	1
186	<i>Quillaja brasiliensis</i>	2
186	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	3
186	<i>Schinus lentisicfolius</i>	3
186	<i>Symplocos tetrandra</i>	1
190	<i>Blepharocalix salicifolius</i>	1
190	<i>Calyptanthes concinna</i>	1
190	<i>Matayba elaeagnoides</i>	1
190	<i>Maytenus ilicifolia</i>	2
190	<i>morta</i>	2
190	<i>Myrcia bobicina</i>	1
190	<i>Styrax leprosus</i>	1

**Apêndice 6:** Dados brutos referentes ao estrato arbóreo-arbustivo adjacente à copa de *Araucaria angustifolia* na Estação Ecológica de Aracuri, Muitos Capões, RS.

Ponto	Espécie	Abundância
2	<i>Acca sellowiana</i>	1
2	<i>Baccharis dracunculifolia</i>	1
2	<i>Baccharis uncinella</i>	1
2	<i>Eupatorium tremulum</i>	6
2	<i>Eupatorium serratum</i>	1
2	<i>Lithraea brasiliensis</i>	1
2	morta	18
7	<i>Baccharis uncinella</i>	9
7	<i>Eupatorium serratum</i>	1
7	morta	4
8	<i>Araucaria angustifolia</i>	2
8	<i>Baccharis articulata</i>	2
8	<i>Baccharis dracunculifolia</i>	1
8	<i>Baccharis microdonta</i>	2
8	<i>Baccharis uncinella</i>	3
8	<i>Eupatorium serratum</i>	1
8	<i>Lithraea brasiliensis</i>	2
8	morta	8
8	<i>Myrsine coriacea</i>	5
8	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	4
8	<i>Schinus lentisicifolius</i>	2
8	<i>Schinus polygamus</i>	2
8	<i>Senecio brasiliensis</i>	2
8	<i>Styrax leprosus</i>	4
12	<i>Araucaria angustifolia</i>	1
12	<i>Baccharis uncinella</i>	5
12	<i>Eupatorium serratum</i>	5
12	morta	5
12	<i>Schinus polygamus</i>	1
15	<i>Baccharis uncinella</i>	2
15	<i>Eupatorium serratum</i>	6
15	morta	6
15	<i>Myrsine coriacea</i>	1
16	<i>Baccharis dracunculifolia</i>	3
16	<i>Baccharis uncinella</i>	3
16	morta	18

Ponto	Espécie	Abundância
16	<i>Myrsine coriacea</i>	1
16	<i>Schinus polygamus</i>	1
16	<i>Solanum pabstii</i>	1
22	<i>Baccharis uncinella</i>	5
22	<i>Eupatorium serratum</i>	7
22	morta	2
22	<i>Symplocos uniflora</i>	1
23	<i>Baccharis uncinella</i>	15
23	morta	8
24	<i>Araucaria angustifolia</i>	1
24	<i>Baccharis articulata</i>	1
24	<i>Baccharis microdonta</i>	1
24	<i>Baccharis uncinella</i>	2
24	<i>Eupatorium serratum</i>	5
24	<i>Lithraea brasiliensis</i>	1
24	morta	18
24	<i>Myrsine coriacea</i>	2
24	<i>Schinus polygamus</i>	3
25	<i>Baccharis uncinella</i>	2
25	<i>Eupatorium serratum</i>	2
25	<i>Eupatorium polystachium</i>	1
25	morta	4
32	<i>Baccharis uncinella</i>	3
32	<i>Eupatorium tremulum</i>	1
32	<i>Escalonia bifida</i>	1
32	<i>Eupatorium serratum</i>	7
32	morta	3
33	<i>Araucaria angustifolia</i>	2
33	<i>Eupatorium tremulum</i>	1
33	<i>Eupatorium serratum</i>	9
33	<i>Lithraea brasiliensis</i>	1
33	morta	2
33	<i>Rhamnus sphaerospemra</i>	2
34	<i>Baccharis uncinella</i>	7
34	<i>Eupatorium tremulum</i>	1
34	<i>Eupatorium serratum</i>	6
34	<i>Lithraea brasiliensis</i>	1
34	morta	3

Ponto	Espécie	Abundância
36	<i>Baccharis uncinella</i>	2
36	<i>Eupatorium serratum</i>	9
36	<i>Eupatorium polystachium</i>	3
36	morta	3
36	<i>Myrsine coriacea</i>	4
37	<i>Campomanesia aurea</i>	1
37	<i>Eupatorium serratum</i>	4
37	<i>Gochnatia polymorpha</i>	1
37	morta	5
37	<i>Myrsine coriacea</i>	2
37	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	2
37	<i>Solanum pabstii</i>	1
37	<i>Styrax leprosus</i>	1
46	<i>Baccharis dracunculifolia</i>	1
46	<i>Eupatorium serratum</i>	7
46	<i>Eupatorium polystachium</i>	2
46	<i>Lithraea brasiliensis</i>	1
46	morta	5
46	<i>Myrcia bombicina</i>	1
46	<i>Myrsine coriacea</i>	1
46	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	1
46	<i>Schinus lentisicifolius</i>	4
48	<i>Araucaria angustifolia</i>	2
48	<i>Baccharis sp.</i>	1
48	<i>Eupatorium serratum</i>	7
48	<i>Lithraea brasiliensis</i>	1
48	morta	3
48	<i>Myrcia bombicina</i>	1
48	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	1
48	<i>Symplocos uniflora</i>	2
50	<i>Baccharis dracunculifolia</i>	5
50	<i>Baccharis microdonta</i>	19
50	<i>Eupatorium serratum</i>	4
50	morta	3
50	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	1
51	<i>Baccharis uncinella</i>	4
57	<i>Baccharis articulata</i>	1
57	<i>Baccharis uncinella</i>	1
57	<i>Berberis laurina</i>	1



Ponto	Espécie	Abundância
57	<i>Eupatorium serratum</i>	3
57	<i>Eupatorium polystachium</i>	3
57	<i>Myrsine coriacea</i>	1
57	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	4
57	<i>Schinus lentisicifolius</i>	2
73	<i>Araucaria angustifolia</i>	3
73	<i>Baccharis uncinella</i>	1
73	<i>Eupatorium serratum</i>	2
73	<i>Lithraea brasiliensis</i>	1
73	morta	1
73	<i>Myrcia bombicina</i>	1
73	<i>Myrsine coriacea</i>	2
73	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	3
75	<i>Baccharis uncinella</i>	4
75	<i>Lithraea brasiliensis</i>	1
75	morta	1
75	<i>Myrcia bombicina</i>	1
75	<i>Myrsine coriacea</i>	4
75	<i>Schinus polygamus</i>	1
75	<i>Styrax leprosus</i>	1
75	<i>Symplocos uniflora</i>	2
75	<i>Xylosma pseudosalzmanii</i>	1
78	<i>Araucaria angustifolia</i>	2
78	<i>Baccharis uncinella</i>	7
78	<i>Eupatorium serratum</i>	2
78	<i>Lithraea brasiliensis</i>	1
78	morta	1
78	<i>Myrsine coriacea</i>	4
78	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	3
78	<i>Schinus lentisicifolius</i>	1
78	<i>Schinus polygamus</i>	1
83	<i>Baccharis uncinella</i>	1
83	<i>Erythroxylum deciduum</i>	2
83	<i>Eupatorium serratum</i>	4
83	<i>Myrsine coriacea</i>	16
84	<i>Baccharis microdonta</i>	1
84	<i>Baccharis uncinella</i>	4
84	<i>Berberis laurina</i>	1
84	<i>Escalonia bifida</i>	1
84	<i>Eupatorium serratum</i>	9

Ponto	Espécie	Abundância
84	<i>Eupatorium polystachium</i>	4
84	<i>morta</i>	11
84	<i>Myrsine coriacea</i>	11
84	<i>Prunus myrtifolia</i>	1
84	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	1
84	<i>Schinus lentisicfolius</i>	1
86	<i>Araucaria angustifolia</i>	1
86	<i>Berberis laurina</i>	3
86	<i>Escalonia bifida</i>	3
86	<i>Eupatorium serratum</i>	1
86	<i>Lithraea brasiliensis</i>	3
86	<i>morta</i>	3
86	<i>Myrcia bobicina</i>	3
86	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	2
86	<i>Schinus lentisicfolius</i>	1
87	<i>Acca sellowiana</i>	1
87	<i>Araucaria angustifolia</i>	2
87	<i>Berberis laurina</i>	2
87	<i>Escalonia bifida</i>	2
87	<i>Eupatorium serratum</i>	2
87	<i>Lithraea brasiliensis</i>	1
87	<i>morta</i>	3
87	<i>Myrcia bobicina</i>	3
87	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	1
87	<i>Schinus polygamus</i>	1
88	<i>Acca sellowiana</i>	2
88	<i>morta</i>	1
88	<i>Myrcia bobicina</i>	2
88	<i>Myrsine coriacea</i>	1
88	<i>Ocotea pulchella</i>	1
88	<i>Rollinia rugulosa</i>	1
88	<i>Schinus polygamus</i>	2
88	<i>Symplocos uniflora</i>	1
89	<i>Berberis laurina</i>	1
89	<i>Daphnopsis racemosa</i>	1
89	<i>Lithraea brasiliensis</i>	2
89	<i>morta</i>	2
89	<i>Myrsine coriacea</i>	1
89	<i>Ocotea pulchella</i>	2
89	<i>Schinus lentisicfolius</i>	1
89	<i>Schinus polygamus</i>	2

Ponto	Espécie	Abundância
89	<i>Symplocos uniflora</i>	1
89	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	1
90	<i>Araucaria angustifolia</i>	1
90	<i>Lithraea brasiliensis</i>	4
90	<i>Miconia cinerascens</i>	1
90	morta	3
90	<i>Myrcia bombicina</i>	1
90	<i>Myrsine coriacea</i>	1
90	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	1
90	<i>Rollinia rugulosa</i>	1
91	<i>Acca sellowiana</i>	1
91	<i>Berberis laurina</i>	1
91	<i>Lithraea brasiliensis</i>	5
91	morta	3
91	<i>Myrcia bombicina</i>	2
91	<i>Myrsine coriacea</i>	1
91	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	2
91	<i>Schinus lentisicfolius</i>	1
91	<i>Schinus polygamus</i>	2
91	<i>Symplocos uniflora</i>	4
98	<i>Araucaria angustifolia</i>	2
98	<i>Berberis laurina</i>	1
98	<i>Lithraea brasiliensis</i>	1
98	morta	5
98	<i>Myrsine coriacea</i>	39
98	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	4
99	<i>Baccharis sp2</i>	1
99	<i>Baccharis uncinella</i>	1
99	<i>Berberis laurina</i>	6
99	<i>Eupatorium serratum</i>	1
99	morta	3
99	<i>Myrsine coriacea</i>	34
102	<i>Araucaria angustifolia</i>	1
102	<i>Eyrthroxyllum deciduum</i>	2
102	<i>Ilex sp.</i>	1
102	<i>Lithraea brasiliensis</i>	2
102	<i>Myrceugenia euosma</i>	1
102	<i>Myrcia bombicina</i>	6
102	<i>Myrsine coriacea</i>	3
102	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	2

Ponto	Espécie	Abundância
102	<i>Schinus lentisicfolius</i>	1
113	<i>Araucaria angustifolia</i>	1
113	<i>Baccharis dracunculifolia</i>	2
113	<i>Baccharis uncinella</i>	5
113	<i>Berberis laurina</i>	1
113	<i>Eupatorium serratum</i>	1
113	<i>Lithraea brasiliensis</i>	2
113	morta	3
113	<i>Myrsine coriacea</i>	10
113	<i>Schinus lentisicfolius</i>	3
116	<i>Berberis laurina</i>	1
116	<i>Lithraea brasiliensis</i>	31
116	morta	3
116	<i>Myrcia bombicina</i>	2
116	<i>Myrsine coriacea</i>	11
116	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	1
116	<i>Schinus lentisicfolius</i>	2
116	<i>Styrax leprosus</i>	1
124	<i>Casearia decandra</i>	4
124	<i>Brunfelsia pilosa</i>	1
124	<i>Cupania vernalis</i>	1
124	morta	1
124	<i>Scutia buxifolia</i>	1
126	<i>Acca sellowiana</i>	1
126	<i>Araucaria angustifolia</i>	6
126	<i>Baccharis dracunculifolia</i>	1
126	<i>Berberis laurina</i>	1
126	<i>Lithraea brasiliensis</i>	1
126	morta	1
126	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	1
126	<i>Schinus polygamus</i>	1
126	<i>Symplocos uniflora</i>	1
130	<i>Araucaria angustifolia</i>	1
130	<i>Baccharis dracunculifolia</i>	1
130	<i>Berberis laurina</i>	1
130	<i>Eupatorium serratum</i>	2
130	<i>Lithraea brasiliensis</i>	4
130	morta	3
130	<i>Myrsine coriacea</i>	2
130	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	1
130	<i>Schinus lentisicfolius</i>	2

Ponto	Espécie	Abundância
141	<i>Araucaria angustifolia</i>	2
141	<i>Baccharis microdonta</i>	3
141	<i>Berberis laurina</i>	1
141	<i>Eupatorium serratum</i>	2
141	<i>Lithraea brasiliensis</i>	1
141	<i>Myrsine coriacea</i>	5
141	<i>Quillaja brasiliensis</i>	1
141	<i>Schinus lentisicfolius</i>	1
141	<i>Symplocos uniflora</i>	1
142	<i>Baccharis dracunculifolia</i>	2
142	<i>Eupatorium serratum</i>	3
142	<i>Lithraea brasiliensis</i>	1
142	morta	3
142	<i>Myrcia bombicina</i>	1
142	<i>Myrsine coriacea</i>	13
142	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	9
142	<i>Schinus lentisicfolius</i>	5
143	<i>Baccharis dracunculifolia</i>	1
143	<i>Berberis laurina</i>	1
143	<i>Eupatorium serratum</i>	1
143	<i>Lithraea brasiliensis</i>	2
143	<i>Myrceugenia euosma</i>	1
143	<i>Myrcia bombicina</i>	1
143	<i>Schinus lentisicfolius</i>	1
143	<i>Styrax leprosus</i>	1
184	<i>Acca sellowiana</i>	1
184	morta	1
186	<i>Araucaria angustifolia</i>	2
186	<i>Baccharis microdonta</i>	3
186	<i>Baccharis dracunculifolia</i>	8
186	<i>Eupatorium serratum</i>	2
186	morta	1
186	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	11
186	<i>Schinus lentisicfolius</i>	1
186	<i>Styrax leprosus</i>	4
186	<i>Symplocos uniflora</i>	1
186	<i>Quillaja brasiliensis</i>	1
190	<i>Eupatorium serratum</i>	1
190	<i>Lithraea brasiliensis</i>	1
190	morta	1
190	<i>Myrsine coriacea</i>	1

Ponto	Espécie	Abundância
190	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	6
190	<i>Schinus lentisicfolius</i>	1
190	<i>Styrax leprosus</i>	2
190	<i>Symplocos uniflora</i>	1

**Apêndice 7:** Dados brutos referentes ao estrato regenerante sob copa de *Araucaria angustifolia* na Estação Ecológica de Aracuri, Muitos Capões, RS.

Ponto	Espécie	Abundância
2	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	2
2	<i>Myrsine coriacea</i>	4
7	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	2
7	<i>Myrsine coriacea</i>	3
7	<i>Schinus polygamus</i>	1
7	<i>Araucaria angustifolia</i>	1
7	<i>Campomanesia aurea</i>	1
8	nada	0
12	<i>Schinus polygamus</i>	4
12	<i>Myrsine coriacea</i>	3
12	<i>Schinus lentiscifolius</i>	1
15	nada	0
16	nada	0
22	<i>Schinus polygamus</i>	3
22	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	1
22	<i>Ocotea pulchella</i>	1
23	<i>Eupatorium serratum</i>	1
24	nada	0
25	<i>Schinus polygamus</i>	2
25	<i>Ocotea puberula</i>	9
25	<i>Berberis laurina</i>	1
25	<i>Myrsine coriacea</i>	1
25	<i>Styrax leprosus</i>	1
25	<i>Lithraea brasiliensis</i>	1
32	<i>Myrsine coriacea</i>	2
32	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	3
32	<i>Styrax leprosus</i>	2
33	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	2
33	<i>Schinus polygamus</i>	1
33	<i>Solanum pabstii</i>	1
33	<i>Escalonia bifida</i>	1
34	nada	0
36	<i>Araucaria angustifolia</i>	1
36	<i>Styrax leprosus</i>	1
36	<i>Myrsine coriacea</i>	1
36	<i>Schinus polygamus</i>	3
37	<i>Araucaria angustifolia</i>	1
37	<i>Acca sellowiana</i>	1
46	<i>Lithraea brasiliensis</i>	3
46	<i>Solanum pseudocapsicum</i>	5
46	<i>Myrcia bombicina</i>	1

Ponto	Espécie	Abundância
46	<i>Eupatorium inulifolium</i>	3
48	<i>Myrsine coriacea</i>	2
50	<i>Eupatorium cf. serratum</i>	1
51	<i>Lithraea brasiliensis</i>	1
51	<i>Myrsine coriacea</i>	16
51	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	2
51	<i>Schinus polygamus</i>	12
51	<i>Styrax leprosus</i>	2
51	<i>Symplocos uniflora</i>	1
51	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	1
57	<i>Schinus lentiscifolius</i>	1
57	<i>Symplocos uniflora</i>	1
57	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	2
57	<i>Myrsine coriacea</i>	1
73	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	1
73	<i>Ocotea pulchella</i>	5
73	<i>Allophylus puberulus</i>	3
75	<i>Myrcia cf. bombicina</i>	5
75	<i>Rollinia rugulosa</i>	1
75	<i>Myrsine coriacea</i>	2
78	<i>Ocotea puberula</i>	1
78	<i>Myrcia bombicina</i>	4
78	<i>Myrsine coriacea</i>	4
78	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	1
78	<i>Solanum pseudochina</i>	1
78	<i>Scutia buxifolia</i>	1
83	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	3
83	<i>Xylosma schroeder</i>	1
83	<i>Eupatorium cf. serratum</i>	3
83	<i>Myrsine coriacea</i>	9
83	<i>Leandra</i> sp.	
83	<i>Schinus lentiscifolius</i>	1
84	<i>Escalonia bifida</i>	1
84	<i>Myrsine coriacea</i>	2
84	<i>Myrcia bombicina</i>	1
86	<i>Schinus polygamus</i>	1
86	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	2
86	<i>Quillaja brasiliensis</i>	1
86	<i>Myrsine coriacea</i>	2
86	<i>Prunus myrtifolia</i>	1
86	<i>Ocotea puberula</i>	1
87	<i>Myrsine coriacea</i>	2
87	<i>Baccharis uncinella</i>	1
87	<i>Schinus polygamus</i>	1
87	NI 1	1



Ponto	Espécie	Abundância
88	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	2
89	<i>Myrsine coriacea</i>	1
89	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	2
89	<i>Allophylus guaraniticus</i>	1
90	<i>nada</i>	0
91	<i>Baccharis microdonta</i>	1
91	<i>Myrsine coriacea</i>	2
91	<i>Lithraea brasiliensis</i>	1
91	<i>Xylosma pseudosalzmanni</i>	1
98	<i>Myrsine coriacea</i>	1
98	<i>Lithraea brasiliensis</i>	1
99	<i>Symplocos uniflora</i>	1
99	<i>Ocotea pulchella</i>	1
102	<i>Myrsine coriacea</i>	1
102	<i>Prunus myrtifolia</i>	2
113	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	1
113	<i>Myrsine coriacea</i>	2
116	<i>nada</i>	0
124	<i>Nectandra megapotamica</i>	2
124	<i>Matayba elaeagnoides</i>	1
124	<i>Allophylus edulis</i>	1
124	<i>Sloanea monosperma</i>	1
124	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	1
126	<i>Ocotea puberula</i>	1
126	<i>Styrax leprosus</i>	2
126	<i>Allophylus guaraniticus</i>	1
126	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	2
126	<i>Erythroxylum deciduum</i>	1
130	<i>Myrsine coriacea</i>	3
130	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	3
141	<i>Styrax leprosus</i>	2
141	<i>Ocotea puberula</i>	1
141	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	1
142	<i>Lithraea brasiliensis</i>	2
142	<i>Allophylus guaraniticus</i>	1
142	<i>Cupania vernalis</i>	1
142	<i>Araucaria angustifolia</i>	1
142	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	3
143	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	1
143	<i>Maytenus ilicifolia</i>	1
143	<i>Baccharis microdonta</i>	1
184	<i>Myrcia bombicina</i>	1
186	<i>Myrsine coriacea</i>	3
186	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	6
186	<i>Baccharis microdonta</i>	1

Ponto	Espécie	Abundância
186	<i>Maytenus ilicifolia</i>	1
186	<i>Schinus lentiscifolius</i>	1
190	<i>Myrcia bobicina</i>	2
190	<i>Myrsine coriacea</i>	1

**Apêndice 8:** Dados brutos referentes ao estrato regenerante adjacente à copa de *Araucaria angustifolia* na Estação Ecológica de Aracuri, Muitos Capões, RS.

Ponto	Espécie	Abundância
2	nada	0
7	<i>Acca sellowiana</i>	1
7	<i>Campomanesia aurea</i>	1
8	<i>Eupatorium serratum</i>	2
12	<i>Eupatorium serratum</i>	1
12	<i>Ocotea puberula</i>	1
15	nada	0
16	nada	0
22	NI 2	1
23	nada	0
24	<i>Escalonia bifida</i>	2
25	<i>Eupatorium serratum</i>	2
32	nada	0
33	<i>Schinus lentisicifolius</i>	1
34	nada	0
36	<i>Ocotea puberula</i>	2
36	<i>Lithraea brasiliensis</i>	2
36	<i>Eupatorium serratum</i>	2
36	<i>Myrsine coriacea</i>	4
37	<i>Styrax leprosus</i>	1
37	<i>Myrcia bombicina</i>	1
37	<i>Eupatorium serratum</i>	1
37	<i>Eupatorium inulifolium</i>	1
46	<i>Eupatorium inulifolium</i>	1
46	<i>Baccharis uncinella</i>	2
48	<i>Schinus polygamus</i>	4
48	<i>Lithraea brasiliensis</i>	3
48	<i>Myrsine coriacea</i>	3
50	<i>Myrcia bombicina</i>	1
51	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	1
51	<i>Myrsine coriacea</i>	1
57	<i>Erythroxylum cunneifolium</i>	1
73	<i>Schinus lentisicifolius</i>	1
73	<i>Baccharis fulanus</i>	1
73	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	1
75	<i>Ocotea puberula</i>	1
75	<i>Ocotea pulchella</i>	1
78	<i>Myrsine coriacea</i>	6
78	<i>Myrcia bombicina</i>	1
83	<i>Myrsine coriacea</i>	1
83	<i>Solanaceae</i>	2

Ponto	Espécie	Abundância
84	<i>Campomanesia aurea</i>	1
86	<i>Quillaja brasiliensis</i>	1
86	<i>Lithraea brasiliensis</i>	1
86	<i>Solanum pabstii</i>	1
87	<i>Myrcia bombicina</i>	1
87	<i>Berberis laurina</i>	1
88	<i>Schinus polygamus</i>	1
88	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	3
89	nada	0
90	<i>Myrcia bombicina</i>	1
91	<i>Myrcia bombicina</i>	1
91	<i>Myrsine coriacea</i>	1
91	<i>Symplocos uniflora</i>	1
98	<i>Solanum pabstii</i>	1
98	<i>Prunus myrtifolia</i>	1
98	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	1
98	<i>Myrcia bombicina</i>	1
99	<i>Myrsine coriacea</i>	1
102	<i>Maytenus ilicifolia</i>	1
113	nada	0
116	<i>Lithraea brasiliensis</i>	1
116	<i>Myrcia bombicina</i>	1
116	<i>Myrsine coriacea</i>	2
116	NI 2	2
124	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	1
124	<i>Alophylus edulis</i>	6
124	<i>Scutia buxifolia</i>	2
124	<i>Ilex sp.</i>	1
124	<i>Alophylus edulis</i>	1
124	<i>Ocotea puberula</i>	1
126	<i>Lithraea brasiliensis</i>	2
130	<i>Lithraea brasiliensis</i>	2
130	<i>Myrsine coriacea</i>	1
141	<i>Baccharis fulanus</i>	3
141	<i>Myrsine coriacea</i>	2
141	<i>Quillaja brasiliensis</i>	2
142	<i>Myrsine coriacea</i>	2
142	<i>Myrcia cf. bombicina</i>	2
142	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	1
143	<i>Schinus lentisicifolius</i>	1
143	<i>Lithraea brasiliensis</i>	1
143	<i>Quillaja brasiliensis</i>	1
184	nada	0
186	<i>Maytenus ilicifolia</i>	1
186	<i>Drymis brasiliensis</i>	1

Ponto	Espécie	Abundância
186	<i>Schinus lentisicfolius</i>	1
190	<i>Myrsine coriacea</i>	1
190	<i>Myrcia cf. bobicina</i>	1
190	<i>Maytenus ilicifolia</i>	1