

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA

**PADRÕES ESPACIAIS DA VEGETAÇÃO LENHOSA ASSOCIADOS AO PROCESSO  
DE EXPANSÃO DA FLORESTA COM ARAUCÁRIA SOBRE  
CAMPOS EXCLUÍDOS DE MANEJO**

por

**Camila Fonseca Schinestsck**

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

Co-orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Sandra Cristina Müller

Porto Alegre, dezembro de 2009.

**PADRÕES ESPACIAIS DA VEGETAÇÃO LENHOSA ASSOCIADOS AO PROCESSO  
DE EXPANSÃO DA FLORESTA COM ARAUCÁRIA SOBRE  
CAMPOS EXCLUÍDOS DE MANEJO**

por

Camila Fonseca Schinestsck

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  
Co-orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Sandra Cristina Müller

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Juliano Morales de Oliveira

Prof. Dr. Andreas Kindel

Prof. Dr. Leandro da Silva Duarte

Data da defesa pública: 21 de dezembro de 2009.

Schinestsck, Camila Fonseca

Padrões espaciais da vegetação lenhosa associados ao processo de expansão da floresta com araucária sobre campos excluídos de manejo. / Camila Fonseca Schinestsck. - Porto Alegre: PPG-Ecologia da UFRGS, 2009.

80 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. Expansão florestal. 2. Mosaico floresta-campo. 3. Vassoural. 4. Sucessão. I. Pillar, Valério De Patta. II. Título

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Valério de Patta Pillar, pela orientação, votos de confiança, conselhos e paciência em todo o curso do trabalho!

À Profa. Sandra Müller, pela co-orientação, pelo grande apoio, paciência, amizade, e parceria, acompanhando e dando força em todo o processo!

À “equipe permanente” dos trabalhos em Aracuri – Adriana Schüler, Rodrigo Bergamin e Maximiliano Oliveira, amigos e colegas que foram fundamentais na viabilização deste trabalho!

Aos colegas Juliano Morales e Melina Santos, por me apoiarem sempre desde antes do início do curso, ajudas em campo, parceria, e sugestões no trabalho desde sua fase de planejamento até a análise dos dados!

A Alessandra Fidelis, pelo incentivo para a realização deste trabalho.

Aos grandes colegas do laboratório de Ecologia Quantitativa, por todo o apoio desde o início, ajuda em campo, coleguismo, e por serem a melhor equipe de trabalho da qual já participei! Em especial agradeço às colegas Letícia Dadalt, Ana Luiza Matte e Carolina Blanco que muito me ajudaram!

A colega e amiga Adriana Schüler, parceria total, sempre disposta a ajudar e alegrando o ambiente com seu humor característico! Valeu aí Adri, “sucesso”!!

Ao pessoal do laboratório de Geoprocessamento, ao Prof. Hasenack, Prof. Pierre Gautreau e à colega Ana Luiza Matte, pelo auxílio nas ferramentas de geoprocessamento.

A todo o pessoal que me ajudou em campo, os colegas do ECOQUA, Jeff, Guilherme, Eduardo, Paula, Martina, Max, Marcus (Bicu), Mariana, sim é uma galera!

Aos botânicos Martin Grings, João André Jarenkow, Ângelo Schneider, Rodrigo Bergamin e Edson Soares, pelo auxílio na identificação das espécies.

Ao colega Eduardo Velez, por zelar pelo “Kombão”, garantindo o sucesso das saídas de campo, e a Leandro Duarte pela ajuda e sugestões nas análises estatísticas.

Ao amigo Martin Molz, pelo grande apoio na finaleira!

A Martina Ritter, minha “flatmate”, “irmã adotada”, parceria!

Ao querido Léo Ribeiro Marques, baita companheiro, e à Tereza Ribeiro (Tetê), pela acolhida em sua casa me salvando do “caos” de uma mudança de imóvel na fase crítica de finalização!

Aos funcionários da Estação Ecológica de Aracuri, Seu Alfredo, Sérgio e Seu Agenor, por terem nos recebido, ajudado e facilitado em tudo que puderam nos trabalhos de campo!

Aos professores e funcionários do PPG Ecologia, em especial à Silvana sempre disposta a ajudar no que for preciso e Omara Lange, pelo apoio.

Aos queridos colegas do PPG Ecologia, grandes parcerias!

Ao Inter-American Institute for Global Change Research (IAI) pelo financiamento do projeto, a CAPES pela de bolsa e ao IBAMA por permitir a realização deste trabalho na ESEC Aracuri.

À minha família, meu pai Fernando Schinestsck, minha mãe Inês Fonseca e minha avó Ercy, por me apoiarem em todos os sentidos, sempre!

## SUMÁRIO

Resumo .....	vii
Abstract .....	viii
Lista de Figuras .....	ix
Lista de Tabelas .....	x
Lista de Apêndices.....	xi
1. Introdução .....	1
2. Material e Métodos .....	6
<i>Área de estudo</i> .....	6
<i>Delineamento amostral e coleta de dados</i> .....	9
<i>Análise dos dados</i> .....	12
3. Resultados .....	15
<i>Composição Florística</i> .....	15
<i>Padrões espaciais da vegetação lenhosa</i> .....	19
<i>Relações entre padrões da vegetação e fatores ambientais</i> .....	21
4. Discussão .....	25
5. Considerações finais.....	31
6. Referências Bibliográficas .....	32

## RESUMO

No Sul do Brasil ocorrem mosaicos naturais de vegetação campestre e florestal, sob um clima que é favorável às formações florestais. O processo de expansão florestal tem sido observado principalmente sobre áreas de campo excluído de perturbações de fogo e pastejo. Estudos sobre padrões de vegetação lenhosa associados a variáveis ambientais locais em áreas de campo sujeitas à expansão florestal constituem uma importante ferramenta para avaliação da dinâmica da vegetação considerando mudanças ambientais ou de regime de perturbação. No intuito de inferir sobre os processos relacionados à expansão florestal sobre campos no Sul do Brasil, este estudo busca os padrões atuais na composição e estrutura da vegetação lenhosa sobre uma área de campo excluído de manejo há 34 anos e as possíveis associações destes com variáveis espaciais e ambientais. Para tanto, amostramos a vegetação lenhosa em 110 unidades amostrais circulares (6m de raio) estabelecidas de forma sistemática (equidistantes 100m) sobre áreas originalmente mapeadas, em 1985, como vegetação campestre ou vassoural. A amostragem foi estratificada para o critério de inclusão baseado no diâmetro do caule a altura do solo (DAS). As unidades amostrais de 6m de raio contemplavam os indivíduos com  $DAS \geq 5\text{cm}$  e estas incluíram três sub-parcelas de 1m de raio para amostragem proporcional de indivíduos menores ( $DAS < 5\text{cm}$ , mas com altura superior a 1m). Como variáveis ambientais, a distância mínima de uma área-fonte florestal e fatores químicos e físicos do solo foram avaliados para cada unidade amostral. Os dados de vegetação foram analisados através de parâmetros fitossociológicos, sendo os padrões, e suas relações com o ambiente, acessados por análise exploratória conjugando técnicas estatísticas uni e multivariadas. Os resultados revelam que em áreas campestres excluídas de fogo e pastejo, como a que foi estudada, ocorre um processo espacial e temporal relacionado com a distância da área fonte florestal, mostrando um gradiente sucessional. Quanto mais próximo da antiga borda florestal, as comunidades de espécies lenhosas são mais antigas e caracterizadas por espécies mais tipicamente florestais. A medida que o processo se afasta da borda encontram-se comunidades em estágios sucessionais intermediários, onde os arbustos campestres gradualmente cedem lugar a espécies florestais pioneiras, nucleadoras de vegetação florestal, as quais atraem dispersores e criam condições favoráveis ao estabelecimento de mais espécies florestais. E nas áreas mais distantes da borda ainda predominam arbustos campestres (e.g. *Baccharis uncinella*). Eles gradativamente suprimem o estrato herbáceo de gramíneas pela sua abundância e, em alguma medida, facilitam o estabelecimento das espécies florestais pioneiras. Nesses processos, o solo se modifica em direção a condições de maior acúmulo de matéria orgânica e de maior fertilidade, mais favoráveis ao estabelecimento de espécies florestais.

Palavras-chave: Expansão florestal, mosaico floresta-campo, vassoural, sucessão, Sul do Brasil.

## ABSTRACT

In South of Brazil there are forest-grassland mosaics under a climate suit for forest development. The forest expansion process has been observed mainly over grasslands excluded from cattle grazing and fire disturbances. Studies accessing patterns of woody vegetation linked to local environmental variables in grasslands areas subject to forest expansion constitute an important tool for vegetation dynamics evaluation considering environmental or disturbance management changes. Our purpose is access the current woody vegetation patterns and their potential linking with spatial and environmental variables on a grassland area excluded from management since 34 years ago. For this we surveyed woody species on 110 sampling units systematically plotted (halfway 100m) over areas that were originally mapped at 1985 as grasslands or shrublands. The sampling was stratified according to the inclusion criterion based on the stem diameter at the height of the soil (DHS). In the 6m ray sampling units all individuals with  $DHS \geq 5\text{cm}$  were surveyed and, inside them, three sub-plots of 1m of ray were used to sample proportional smaller individuals ( $DHS < 5\text{cm}$ , but with more than 1m height). As environmental variables, the minimum distance of a forest area-source, and chemical and physical soil characteristics were considered for each sampling unit. The vegetation data and patterns were analyzed through phytosociological parameters and by exploratory analysis conjugating united and multivariate statistical techniques. The results revealed that grassland areas excluded of fire and grazing, as the one that it was studied, are suitable to spatial and temporal processes related to the distance of the source-forest area, showing a successional gradient. Close to the old forest border, the woody species communities are older and characterized by typical forest species. As the process stands back of the border the communities are in intermediate successional stage, where grassland shrubs gradually give up place to pioneer forest species, nurse species, which attract dispersers and create favorable conditions to the establishment of more forest species, allowing forest expansion process. In the most distant border areas grassland shrubs still prevail (e.g. *Baccharis uncinella*). They gradually suppress the grasses stratum because of their abundance and, in some way, facilitate the establishment of pioneer forest species. In those processes, the soil modifies towards conditions of larger accumulation of organic matter and larger fertility, more favorable to the establishment of forest species.

Keywords: forest expansion, forest-grassland mosaic, shrublands, succession, South Brazil.



## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Imagens de fotografia aérea do ano de 1965 na região de abrangência da ESEC-Aracuri, indicando o padrão de mosaico floresta-campo (a e b), e do estado atual de cobertura vegetal na mesma área (c). As imagens estão direcionadas para o norte..... 8
- Figura 2:** Localização das 110 unidades amostrais (pontos) sobre o mapa de vegetação da Estação Ecológica de Aracuri, RS (Cestaro 1985, modificado)..... 10
- Figura 3:** Relação das principais famílias (acrônimos formados pelas 4 primeiras letras), mais a classe de indivíduos mortos (MORT), quanto à proporção da densidade total dos indivíduos amostrados nas parcelas grandes (110 UAs de 113 m<sup>2</sup>) e pequenas (330 UAs de 3,142 m<sup>2</sup>), em zona de expansão florestal na Estação Ecológica de Aracuri..... 16
- Figura 4:** Grupos nítidos de unidades amostrais revelados na Análise de Agrupamentos com a matriz de composição de espécies (traduzidas pela área basal). Os grupos estão representados sobre o mapa pelo número correspondente, caracterizados como: Grupo 1 – unidades caracterizadas pela predominância de *Baccharis uncinella*; Grupo 2 – unidades amostrais em nível intermediário de sucessão florestal; Grupo 3 – unidades em geral mais próximas à borda florestal que apresentam vegetação florestal bem desenvolvida e maior cobertura de *Araucaria angustifolia* ..... 18
- Figura 5:** Diagrama de ordenação (Análise de Coordenadas Principais) da composição florística traduzida pela cobertura de área basal, utilizando distância de corda entre unidades amostrais como medida de semelhança. As unidades amostrais estão identificadas por classes de distância em relação à borda florestal, definidas de 50 em 50 m até os primeiros 200, e em seguida de 100 em 100 m, sendo: 0 = na borda; 1=1 a 50m; 2=51 a 100 m; 3=101 a 150 m; 4=151 a 200 m; 5=201 a 300 m; 6=301 a 400 m; 7=401 a 500 m; 8=501 a 600 m; e 9=>601 m. As espécies que apresentaram correlação, com pelo menos um dos eixos, superior a 0,3, estão indicadas no diagrama pelos seguintes códigos: Aran=*Araucaria angustifolia*; Baun=*Baccharis uncinella*; Mamu= *Maytenus muelleri*; Myrco=*Myrsine coriacea* ; Libr=*Lithraea brasiliensis*; Scle=*Schinus lentiscifolius*; Scpo=*Schinus polygamus*; Syun= *Symplocos uniflora*. A percentagem da variação explicada foi de 34,2 % para o eixo 1 e 16,45 % para o eixo 2. As elipses contornam as unidades amostrais correspondentes aos três grupos nítidos obtidos através da análise de agrupamento (da esquerda para a direita, as esferas correspondem aos grupos 1, 2 e 3, respectivamente) ..... 19
- Figura 6:** Relações entre distância mínima das unidades amostrais em relação à uma área-fonte florestal, e o (a) número de espécies lenhosas; (b) número de espécies zoocóricas; (c) altura do indivíduo mais alto das unidades amostrais e (d) abundância (área basal) de espécies zoocóricas ..... 22
- Figura 7:** Diagrama de ordenação canônica entre a matriz de composição de espécies por unidades amostrais (previamente normalizada dentro de unidades amostrais), e a matriz de variáveis ambientais (fatores edáficos mais distância de uma borda florestal). As unidades amostrais estão representadas pelo número do grupo correspondente na Análise de Agrupamentos dos dados de composição florística. A percentagem da variação explicada foi de 19,8% para o componente 1 (eixo horizontal) e 4,8% para o componente 2 (eixo vertical)..... 23
- Figura 8:** Partição da variação da composição da vegetação lenhosa obtida pelo método de Análise de Redundância Parcial (RDA)..... 24

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Relação das famílias e espécies lenhosas amostradas em zona de expansão florestal na Estação Ecológica de Aracuri, seus valores de importância (VI) e performances médias (área basal) nos grupos formados na análise de agrupamentos (Fig. 4). As espécies estão categorizadas em zoocóricas (Z) e não-zoocóricas (NZ).....	16
<b>Tabela 2:</b> Teste de aleatorização avaliando as diferenças em variáveis de solo entre os três grupos de UAs definidos por análise de agrupamentos com dados de área basal das espécies. Os dados representam 72 UAs e 16 variáveis edáficas. Utilizou-se índice de Gower como medida de semelhança entre UAs. As probabilidades foram geradas em 1000 permutações aleatórias. Grupo 1 (n=22): grupo fisionômico relativo ao vassoural. Grupo 2 (n=43): grupo de unidades amostrais com vegetação em estágios intermediários de desenvolvimento florestal. Grupo 3 (n=7): unidades com vegetação florestal bem desenvolvida.....	21
<b>Tabela 3:</b> Valores médios das variáveis edáficas para cada grupo avaliado na MANOVA, conforme os resultados da Tabela 2. ....	21

## LISTA DE APÊNDICES

Apêndice 1: Relação das famílias e espécies lenhosas amostradas em zona de expansão florestal na Estação Ecológica de Aracuri, seus parâmetros fitossociológicos (FA/FR; CA/CR; DA/DR: frequência, cobertura e densidade absolutas e relativas), sendo a densidade apresentada para a amostragem nas parcelas grandes (PG) e pequenas (PP), e suas performances médias (área basal) nos grupos formados na análise de agrupamentos (Fig. 4). As espécies estão ordenadas pelo valor de importância (VI) e categorizadas em zoocóricas (Z) e não-zoocóricas (NZ).....	35
Apêndice 2: Visão geral dos grupos vegetacionais separados pela Análise de Agrupamentos. a) Grupo 1; b) Grupo 2; c) Grupo 3.....	37
Apêndice 3: Diagramas esquemáticos representando os padrões de sucessão florestal observados na área de estudo (Estação Ecológica de Aracuri, Muitos Capões, RS), de acordo com uma sequência temporal da dinâmica da vegetação.....	40
Apêndice 4: Dados utilizados para descrição e análise da estrutura da vegetação lenhosa em expansão sobre campo excluído de manejo, na Estação Ecológica de Aracuri, Muitos Capões, RS.....	42
Apêndice 5: Dados brutos utilizados para análise do solo, na Estação Ecológica de Aracuri, Muitos Capões, RS.....	60
Apêndice 6: Coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator) dos pontos amostrados na Estação Ecológica de Aracuri, Muitos Capões, RS.....	67

## 1. INTRODUÇÃO

Estudar a natureza da dinâmica da vegetação, e seus condicionantes, é um dos principais objetivos da Ecologia Vegetal. Uma aplicação prática deste conhecimento reside em fornecer a base para a construção de modelos capazes de prever esta dinâmica frente a mudanças ambientais em diferentes escalas, melhorando a eficácia de estratégias de manejo e conservação dos ecossistemas de interesse, de acordo com o objetivo. O reconhecimento dos padrões é o meio mais acessível e observável do sistema, portanto seu estudo é o primeiro passo na busca do conhecimento sobre um fenômeno, partindo para a inferência dos processos e dos mecanismos que levam aos padrões (Anand 1994, 2000). Define-se como padrões, sistemas discerníveis e coerentes dentro de uma determinada escala de abordagem, associada ao objetivo do estudo. Os processos podem ser definidos como a série de operações e ações que conduzem a um fim ou padrão, enquanto os mecanismos são os responsáveis por uma ação ou reação.

Padrões temporais também podem ser vistos como processos (Anand 1994). Em sistemas complexos, padrões e processos sobrepõem-se e intercalam-se no tempo e no espaço, sendo seu reconhecimento dependente da escala de estudo (Orlóci & Orlóci 1990, Dale 1993). Quanto mais complexo o sistema, mais variáveis e escalas são necessárias para compreender os padrões, processos ou mecanismos.

Regiões de contato entre formações vegetacionais contrastantes, tais como florestas e campos, constituem cenários adequados ao estudo da dinâmica de padrões espaço-temporais de acordo com fatores ambientais, associados ou não à paisagem e ao histórico de uso do solo (Crawley 1997). Padrões globais de vegetação estão associados ao clima (grandes biomas), porém em escalas regionais e locais, a heterogeneidade ambiental (e.g. solo e microclima) associada a fatores históricos (uso, perturbações, flutuações climáticas) determina variações destes. Assim, a vegetação predominante de uma região pode não ser predita pelo clima, como se observa em regiões atualmente dominadas por Campos (Bond 2008).

No Sul do Brasil, a paisagem é constituída essencialmente por mosaicos de campos e florestas, que variam entre microrregiões quanto à predominância da formação matriz. A presença dos Campos está em contradição com o clima atual, favorável às formações florestais, o que nos leva a questionar se esses campos seriam naturais ou se teriam sido formados através de atividades humanas pré e pós-Colombianas (Behling et al. 2009). No Planalto Meridional Brasileiro (Planalto das Araucárias), esta contradição associada aos limites abruptos entre as fisionomias florestais e campestres sem limitações ambientais evidentes levaram os primeiros naturalistas a levantarem hipóteses quanto à presença destes campos. Lindman (1906), Rambo (1956) e Klein (1975) postularam que os campos seriam relictos da última glaciação e que as florestas estariam em franca expansão sobre estes, decorrente das mudanças no clima para condições mais úmidas.

Estudos acerca da história e da reconstrução da vegetação na região destes mosaicos confirmam as hipóteses dos primeiros naturalistas, através da análise de diagramas de composição paleopolínica e abundância de partículas carbonizadas em perfis de sedimento coletados em turfeiras (Behling et al. 2001, 2007, 2009) e por análise de carbono ( $^{14}\text{C}$  e  $\delta^{13}\text{C}$ ) no solo (Dümig et al. 2008a). Em todos estes trabalhos foram identificadas mudanças nos padrões vegetacionais associadas a variações ambientais ocorridas durante o Quaternário Tardio no Planalto Nordeste do Rio Grande do Sul. Os campos dominaram de 42.000 a 10.000 anos AP (antes do presente) sob um clima frio e seco, e após, sob um clima mais quente, porém estacional com estação seca. A expansão da Floresta com Araucária sobre os campos iniciou-se lentamente a partir de refúgios em torno de 4.000 AP, devido ao aumento da pluviosidade e diminuição da sua estacionalidade, e tornou-se mais pronunciada a partir de cerca de 1.100 AP. Ao mesmo tempo, evidências de partículas carbonizadas indicam que o fogo ocorria esporadicamente nessa região durante as épocas glaciais, passando a ser mais freqüente no início do Holoceno (Behling 1997, Behling et al. 2004). Além do fogo, há evidências fósseis de grandes mamíferos pastadores vivendo nesta região até em torno de 8,5 mil anos atrás (Kern 1997, Behling et al. 2009), indicando uma história evolutiva destes campos associada ao pastejo por grandes herbívoros. Nas condições atuais, tanto o pastejo

pelo gado quanto o fogo são apontados como fatores-chave na manutenção dos campos nesses mosaicos com floresta, visto que, na ausência destes, o clima propicia um acelerado processo de expansão florestal (Pillar & Quadros 1997).

O avanço do conhecimento sobre a origem, fatores e processos condicionantes da dinâmica dos mosaicos floresta-campo no Planalto depende de estudos sob diferentes escalas e abordagens. Sendo o pastejo e fogo fatores limitantes da expansão florestal, ambientes excluídos de manejo fornecem o cenário ideal para o estudo dos processos, uma vez que os padrões são evidenciados nestas circunstâncias. Estudos recentes nessa região, concentrados em uma área excluída de perturbações há cerca de 10 anos, apontam padrões que indicam a ocorrência de expansão de indivíduos lenhosos sobre áreas campestres de forma gradual a partir das bordas (Machado, 2004; Oliveira, 2003; Oliveira & Pillar, 2004) e através da nucleação florestal a partir, principalmente, do estabelecimento inicial de indivíduos de *Araucaria angustifolia* (Duarte *et al.* 2006, Shüler-da-Silva 2009). O processo de nucleação leva à formação de manchas mais ou menos circulares que podem se expandir radialmente a partir das bordas na matriz campestre (Machado 2004).

Mecanismos de dispersão e estabelecimento de plântulas de espécies lenhosas florestais ocorrem associados a indivíduos isolados de árvores (como é o caso da *Araucaria angustifolia*) e a áreas com adensamento de arbustos (Müller *et al.* 2007, Dos-Santos 2008). Tais mecanismos de nucleação e adensamento de lenhosas em áreas campestres têm sido observados em outras regiões do mundo onde há contato entre vegetação aberta e florestas (Archer 1988, Bond 2008, Bowman, 2001, Cabral *et al.* 2003, Puyravaud *et al.* 2003, Vhalinavho e Bond 2008).

Na escala de paisagem, uma avaliação multitemporal da cobertura vegetal para um período de 25 anos evidenciou alta estabilidade das fisionomias florestais e de campo limpo (campos com baixa participação de lenhosas) numa área em São Francisco de Paula (Oliveira & Pillar 2004). Por outro lado, as maiores alterações no padrão de cobertura vegetal ocorreram nas interfaces floresta-campo, pelo aumento da cobertura arbustiva. Esta área se encontrava excluída de manejo nos últimos cinco anos até a realização do estudo. A avaliação paralela de áreas adjacentes sob

influência de manejo com fogo e pastejo indicou a manutenção dos tipos de cobertura vegetal, mesmo nas interfaces floresta-campo, o que reforça a influência do manejo nos padrões atualmente observados. Além disso, os padrões de vegetação podem estar relacionados com a heterogeneidade ambiental imposta por variáveis edáficas, entretanto esta relação se confunde entre causa ou efeito do tipo de cobertura predominante local (Oliveira 2003, Rosario 2001). Todavia numa abordagem regional, o solo e os processos formadores de relevo estão fortemente relacionados à distribuição dos grandes tipos fisionômicos de vegetação no Planalto (Pinillos Galindo 2007).

Embora já seja considerado consenso de que os mosaicos floresta-campo no Planalto são naturais, muitas áreas de floresta também foram historicamente degradadas por corte seletivo, ou suprimidas por desmatamento, resultando em fragmentos florestais antrópicos. Matte (2009) identificou diferenças entre padrões de forma e contexto de fragmentos antrópicos e manchas naturais de floresta inseridas na matriz campestre, sendo os fragmentos com formas mais complexas e com maior contraste de borda (atualmente inseridos em uma matriz mais distinta e antrópica), além de estarem localizados mais próximos de vias rodoviárias. Além disso, certas características de relevo foram relacionadas à maior ocorrência de manchas florestais, indicando a heterogeneidade no processo de expansão florestal na paisagem.

Considerando que os padrões espaço-temporais em escala de comunidades são altamente afetados pela heterogeneidade ambiental em escala mais fina, pelo histórico de perturbações locais e características autoecológicas das espécies, torna-se mais difícil identificar correlações dos padrões com o ambiente (Greig-Smith 1979). Neste caso, para que padrões em escala de comunidades possam ser extrapolados e generalizados para outras escalas, são necessários sucessivos estudos em locais distintos, com métodos e análises compatíveis.

Os estudos até então realizados no Planalto Meridional Brasileiro com padrões da vegetação de ecótonos em nível de comunidades foram realizados na região caracterizada do Planalto de Cambará, que em parte se diferencia por características geomorfológicas, edáficas e de uso da terra

das áreas dos Planaltos das Missões e de Vacaria, segundo Pinillos Galindo (2007). No presente estudo abordamos os padrões da expansão florestal sobre campos excluídos de manejo na região do Planalto de Vacaria, mais precisamente na Estação Ecológica de Aracuri, que está sob exclusão de manejo (fogo e gado) há 34 anos.

No intuito de inferir sobre os processos relacionados à expansão florestal sobre campos no Sul do Brasil, o presente estudo busca os padrões atuais na composição e estrutura da vegetação lenhosa sobre uma área de campo excluído de manejo há 34 anos, e as possíveis associações destes com variáveis espaciais e ambientais. Como principal hipótese, inferimos que os padrões espaciais desta expansão sejam mais relacionados com processos de limitação de dispersão, sendo o fator distância da borda florestal preponderante em relação às variáveis edáficas locais. Mais especificamente buscamos responder as seguintes questões: a) Quais os padrões espaciais do avanço florestal sobre as áreas de campo excluído? b) Existe relação entre a composição e a riqueza da vegetação lenhosa estabelecida nas áreas de campo com a distância de áreas-fonte florestais? c) Os padrões espaciais encontrados estão associados com características edáficas?



## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### *Área de estudo*

O presente estudo foi realizado na Estação Ecológica de Aracuri (EEA). A EEA localiza-se na região do Planalto Meridional Brasileiro, no Rio Grande do Sul (28° 13' S e 51° 10' W), município de Muitos Capões, a uma altitude média de 900 m. Foi criada em 1981 pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente (Decreto Federal nº 86.061/81) por ter sido identificada como área importante para dormitório e alimentação do papagaio-charão (*Amazona petrei*), espécie ameaçada de extinção. No entanto, o então Núcleo Interdepartamental de Estudos Ecológicos (NIDECO), atual Centro de Ecologia do Instituto de Biociências da UFRGS (CENECO), já realizava pesquisas na área antes de sua criação, sendo esta área excluída de manejo desde 1974.

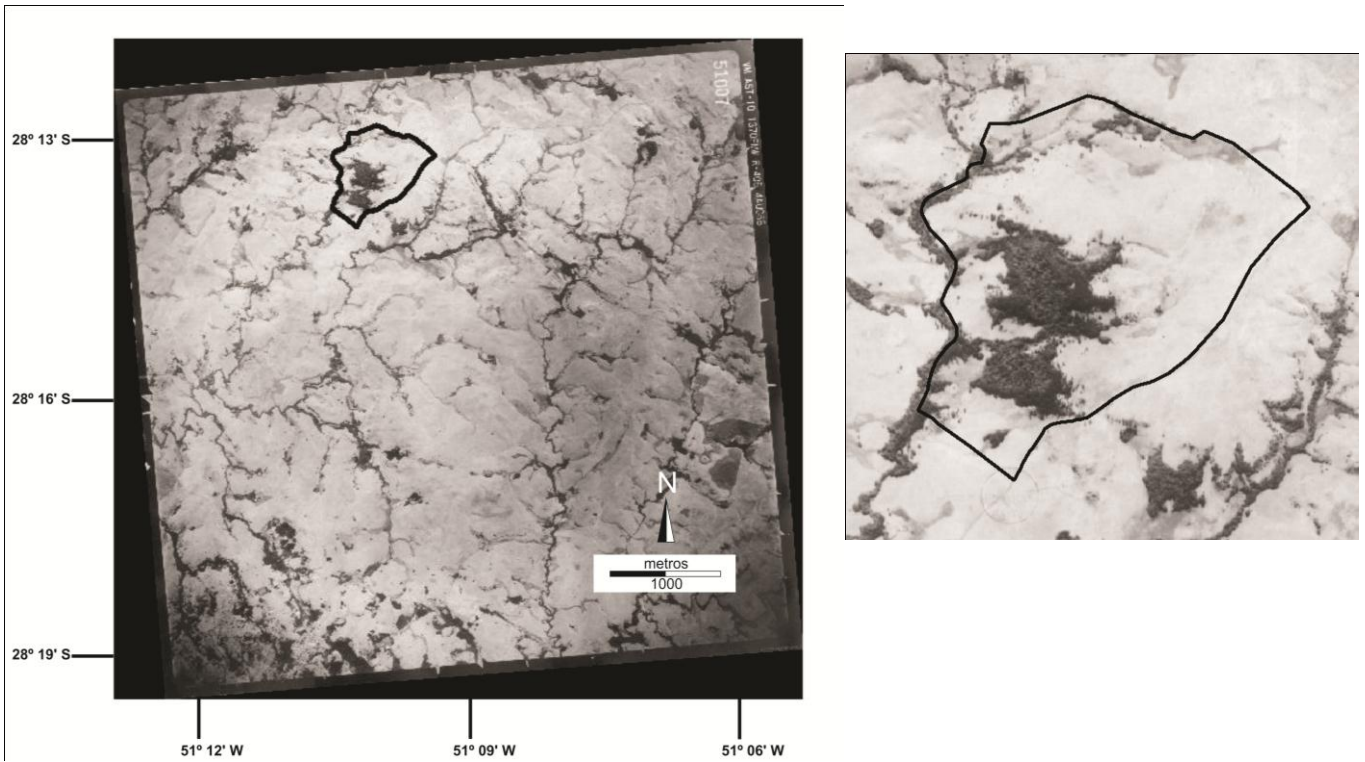
O clima enquadra-se, pela classificação de Köppen, no tipo Cfb, que se caracteriza por temperado úmido, com chuvas bem distribuídas durante o ano e com temperatura média mensal mais quente inferior a 22°C. De acordo com a estação meteorológica de Pinhal da Serra, pertencente à UHE Barra Grande, as temperaturas médias mensais são de 11,2°C para o inverno, e de 20°C durante o verão. Geadas são registradas de março a dezembro, com um número médio anual de 25 (ICMBio 2008). A precipitação média anual varia entre 1800 a 1900 mm (Nimer 1990).

Em termos geológicos, a EEA situa-se na Sequência Básica da Formação Serra Geral, que apresenta 110 a 160 milhões de anos e pertence ao Domínio da Bacia do Paraná. A região apresenta relevo suavemente ondulado e encontra-se na área de ocorrência do Latossolo Bruno Câmbico álico (LBCa) (IBGE, 2002), de baixa saturação de bases, fortemente ácidos (pH < 5,0) e com elevados teores de matéria orgânica e alumínio trocável (Lemos et al. 1973).

Fisiograficamente, a área de estudo situa-se na Região dos Campos de Cima da Serra, cujo domínio é de Estepe gramíneo-lenhosa entremeados por Floresta Ombrófila Mista (Leite 1990, IBGE 2004), estando inserida no Bioma Mata Atlântica (IBGE 2004). Na EEA, a matriz principal correspondia à vegetação campestre entremeada por florestas de galeria e capões de Floresta Ombrófila Mista. Fotografias aéreas de 1965 do Exército apresentam esta configuração (Fig. 1a).

Apesar da exploração madeireira, especialmente de araucária e lauráceas (madeiras de lei), tomou-se por base que o corte foi seletivo e não houve corte raso nas áreas da EEA, pois a conformação irregular das áreas de vegetação não coincide com o padrão observado quando ocorre a fragmentação antrópica, onde os remanescentes apresentam-se com bordas retas e formas mais complexas (Matte 2009).

a) Vista geral da paisagem em 1965 (04/08/1965; original em escala 1:60000) – em claro o campo b) detalhe a área da ESEC-Aracuri



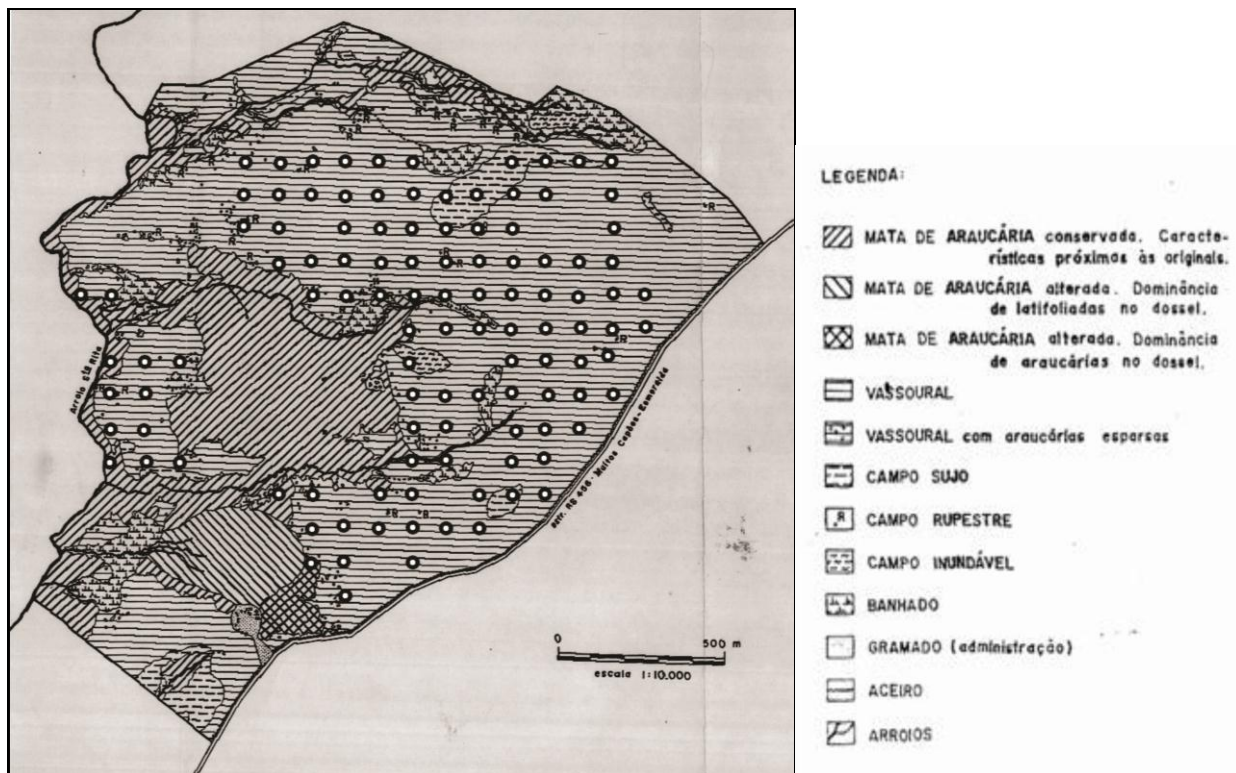
c) Cena de imagem do satélite IKONOS, 2007, indicando os limites da EEA (Lina vermelha) e áreas limítrofes com a indicação dos principais grupos fisionômicos: F = Floresta; V = Vassoural; B = Campo Higromórfico (Banhado); C = Campo Seco; G = Pasto e/ou Gramado; L = Lavoura; e S = silvicultura. Fonte: ICMBio, 2008.

**Figura 1:** Imagens de fotografia aérea do ano de 1965 na região de abrangência da ESEC-Aracuri, indicando o padrão de mosaico floresta-campo (a e b), e do estado atual de cobertura vegetal na mesma área (c). As imagens estão direcionadas para o norte.

A EEA possui 274 hectares de área, constituída, na data de sua criação, por campo em sua maior parte, além de capões de Floresta Ombrófila Mista e matas ciliares que contornam o Arroio Santa Rita e pequenos tributários (veja Fig. 1), que por sua vez fazem parte da bacia Taquari-Antas (ICMBio 2008). Jarenkow e Baptista (1987) realizaram a fitossociologia da área florestal, e Waechter *et al.* (1984) reconheceram quatro tipos fisionômicos na EEA: banhado, campo, vassoural e mata com Araucária. Atualmente, a área inicialmente campestre encontra-se coberta por vegetação lenhosa, desde áreas com predomínio de *Baccharis uncinella* e outros arbustos (vassoural) até locais com aparente desenvolvimento florestal em estágio inicial (veja padrão geral na Fig. 1c). Tradicionalmente, a principal atividade na região era a pecuária extensiva e extração de pinhão e erva-mate. Atualmente, culturas como soja, maçã, batata e outros fazem parte do mosaico do uso do solo.

#### *Delineamento amostral e coleta de dados*

Para o delineamento amostral, inicialmente utilizou-se o mapa de vegetação da EEA de 1985, elaborado por Cestaro (1985), como base de referência para delimitar a porção de cobertura florestal existente no ano da elaboração do mapa (1984). Para tal, o mapa foi digitalizado e georreferenciado através do software de Sistema de Informações Geográficas ArcView 3.2. Utilizando o mesmo software, foi plotada uma grade de pontos equidistantes 100 m sobre o mapa, gerada a partir de um ponto aleatório. As coordenadas geográficas dos respectivos pontos serviram de referência à localização das unidades amostrais (UAs). Como o foco do trabalho é avaliar a expansão florestal sobre as áreas originalmente mapeadas como vegetação aberta, foram excluídos os pontos que se localizavam sobre as áreas de floresta, obtendo-se desta forma um delineamento amostral sistemático com UAs localizadas desde a borda florestal até os limites da ESEC, totalizando 110 pontos (Figura 2).



**Figura 2:** Localização das 110 unidades amostrais (pontos) sobre o mapa de vegetação da Estação Ecológica de Aracuri, RS (Cestaro, 1985, modificado).

As UAs consistiram de parcelas circulares de 6 m de raio, o que perfaz  $113 \text{ m}^2$  cada. Nestas, amostrou-se todos os indivíduos lenhosos, exceto lianas, que apresentassem diâmetro do caule a altura do solo (DAS) maior ou igual a 5 cm. Além deste critério, optou-se por uma amostragem estratificada para avaliar os indivíduos com DAS menor de 5 cm e altura mínima de 1 m, estabelecendo-se aleatoriamente dentro das UAs, três sub-parcelas de 1 m de raio cada. Os dados obtidos nas sub-parcelas foram posteriormente extrapolados para a UA como um todo.

Para cada indivíduo amostrado foram registrados, além do DAS, a espécie e a altura estimada com o auxílio de estacas de um metro de comprimento. As espécies que não puderam ser identificadas no campo foram coletadas para posterior determinação através de chaves de identificação, consulta ao Herbário ICN do Departamento de Botânica da UFRGS e auxílio de especialistas (ver agradecimentos). As espécies foram categorizadas nas famílias botânicas conforme a classificação da APG-II (2003) e agrupadas quanto à dispersão de propágulos:



zoocóricas e não-zoocóricas (principalmente anemocóricas e autocóricas), conforme Pijl (1972). O período de amostragem iniciou-se em novembro de 2007 e foi concluído em setembro de 2009.

Além da amostragem das espécies lenhosas, para cada UA foram avaliadas as seguintes variáveis ambientais: distância mínima de área-fonte florestal (distância em metros da área mais próxima, considerando os limites estabelecidos como “Mata de Araucária” na Fig. 2) e fatores químicos e físicos do solo. A coleta de solo foi realizada com trado calador a uma profundidade de 20 cm, afastando-se a serrapilheira, em amostras compostas por quatro sub-amostras, dispostas aleatoriamente em cada UA. O solo foi coletado e analisado em 72 UAs, ou seja, apenas parte das UAs avaliadas quanto à vegetação tiveram amostragem de solo. O material coletado foi encaminhado para o Laboratório de Análises de Solo da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, para análise seguindo métodos descritos em Tedesco *et al.* (1995).

As variáveis edáficas físicas foram argila (%) e teor de matéria orgânica (%), e as químicas foram pH em água, índice SMP, P ( $\text{mg L}^{-1}$ ), K ( $\text{mg L}^{-1}$ ), Al trocável ( $\text{cmol L}^{-1}$ ), Ca trocável ( $\text{cmol L}^{-1}$ ), Mg trocável ( $\text{cmol L}^{-1}$ ), alumínio + hidrogênio (Al + H  $\text{cmol L}^{-1}$ ), capacidade de troca catiônica ( $\text{cmol L}^{-1}$ ), saturação de bases (%), saturação de Al (%), Ca  $\text{Mg}^{-1}$ , Ca  $\text{K}^{-1}$  e Mg  $\text{K}^{-1}$ .

A partir dos dados coletados foram construídas quatro matrizes: de unidades amostrais (UAs) por espécies, descritas pela área basal; UAs por variáveis edáficas; UAs pelas coordenadas geográficas (X e Y) decompostas em um modelo polinomial, de forma que a localização de cada unidade era expressa pelos termos:  $X^2$ ,  $XxY$ ,  $Y^2$ ,  $X^3$ ,  $X^2xY$ ,  $XxY^2$ ,  $Y^3$ ; e uma matriz com os dados das duas últimas unidos. O modelo polinomial das coordenadas geográficas foi adotado por considerar as relações não lineares com o terreno, apropriado a análises espaciais de dados ecológicos (Legendre & Legendre, 1998). A área basal por espécie foi calculada a partir das medidas de DAS dos indivíduos presentes nas UAs, utilizando-se a fórmula de área para superfícies circulares (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974). Cabe salientar que os valores obtidos nas sub-parcelas (aqueles relativos aos indivíduos com DAS menor de 5 cm e altura mínima de 1 m) foram extrapolados à UA. Paralelamente a estas matrizes, os parâmetros fitossociológicos (frequência,

cobertura e densidade absolutas e relativas, e o índice de valor de importância) foram calculados para as espécies amostradas na área de estudo como um todo (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974). Estes parâmetros foram utilizados para a apresentação descritiva da composição florística.

### *Análise dos dados*

Conjugando técnicas de estatística multivariada e univariada, as análises consistiram primeiramente por uma fase exploratória dos padrões na estrutura e composição da vegetação, e posteriormente pela associação dos padrões encontrados com as variáveis ambientais consideradas, a partir das quatro matrizes supracitadas.

Para identificar os principais tipos fisionômicos, foi empregada a Análise de Agrupamentos pelo método de Variância Mínima (ou Soma de Quadrados), a partir da medida de distância de corda (distância euclidiana com normalização dos dados dentro de unidades amostrais) entre UAs (Legendre & Legendre 1998, Podani 2000). O resultado dos grupos revelados a partir desta análise foi indicado no próprio diagrama de dispersão da análise de ordenação (veja abaixo), após ter sido realizada a análise de *bootstrap* para identificação do número de grupos nítidos (Pillar 1999a).

Para a análise dos padrões espaciais da estrutura e composição florística aplicou-se o método de Análise de Coordenadas Principais (PCoA) à matriz de espécies por UAs, descritas pela área basal, utilizando a distância de corda como medida de semelhança entre UAs (Legendre & Legendre 1998, Podani 2000). Para visualização dos dados no diagrama de dispersão, as UAs foram identificadas por 10 classes de distância mínima de uma área-fonte florestal, descritas na legenda da figura 5. A consistência dos padrões pela estabilidade dos eixos de ordenação, a nitidez dos grupos e a suficiência amostral foram avaliadas pelo método de autoreamostragem *bootstrap* (Pillar, 1999a; Pillar, 1999b). Ambas as análises multivariadas e os testes por *bootstrap* foram realizados com o aplicativo MULTIV v. 2.6.8 (Pillar 2009).

Para análise das relações entre parâmetros estruturais da vegetação lenhosa das UAs e a distância em relação à borda, utilizaram-se regressões usando a distância como variável

independente em relação à riqueza e à área basal total dos indivíduos por UA, e também em relação à riqueza e à área basal dos indivíduos de espécies zoocóricas. A significância destes modelos foi avaliada via testes de aleatorização, com 10000 iterações (Manly, 2007), utilizando o aplicativo MULTIV v. 2.6.8 (Pillar 2009).

A relação entre os fatores ambientais e a estrutura da vegetação foi analisada primeiramente através de uma ordenação canônica (RDA) entre a matriz de composição de espécies, com prévia normalização dos dados dentro de UAs, e a matriz de variáveis ambientais constituída pelos fatores edáficos e a distância mínima da borda florestal. Um diagrama desta ordenação foi criado para fins de visualização destas relações, e as unidades amostrais foram identificadas pelos grupos nítidos da análise de agrupamentos. Para avaliar se o solo difere significativamente entre os tipos fisionômicos, aplicou-se Análise de Variância Multivariada (MANOVA) via testes de aleatorização (Pillar & Orlóci, 1996) na matriz de fatores edáficos, utilizando os grupos da análise de agrupamentos como fatores de comparação e índice de Gower entre UAs como medida de semelhança. Adotou-se  $p \leq 0,05$  como limiar de probabilidade para rejeição da hipótese nula de que os grupos não diferem quanto aos fatores edáficos.

Os dados de composição florística foram submetidos à partição de variância por análise de redundância parcial (RDA parcial) (Legendre & Legendre 1998), obtendo-se a percentagem de variação dos dados de vegetação explicada separadamente pelo espaço e pelo solo, além da percentagem explicada por ambos e da não explicada em relação à variação total. Para quantificar o efeito do espaço (autocorrelação espacial), construiu-se um modelo polinomial (veja em coleta de dados) a partir das coordenadas (UTM) das unidades amostrais, seguindo o exemplo de Borcard *et al.* (1992). O uso do modelo polinomial permite expressar, além da variação linear (e.g., associada à distância da borda), a variação da vegetação estruturada espacialmente em “vales” e “colinas” (e.g., associada à distância de alguma ilha de floresta, ou a uma depressão úmida no terreno). A RDA parcial é realizada através de sucessivas ordenações canônicas entre três conjuntos de dados (variáveis resposta, variáveis preditoras, e co-variáveis), no intuito de restringir o efeito do espaço



(co-variável) dos resultados sobre o efeito das variáveis preditoras sobre a vegetação (Legendre & Legendre 1998). Esta análise foi realizada no software Multiv v. 2.6.8 (Pillar 2009).

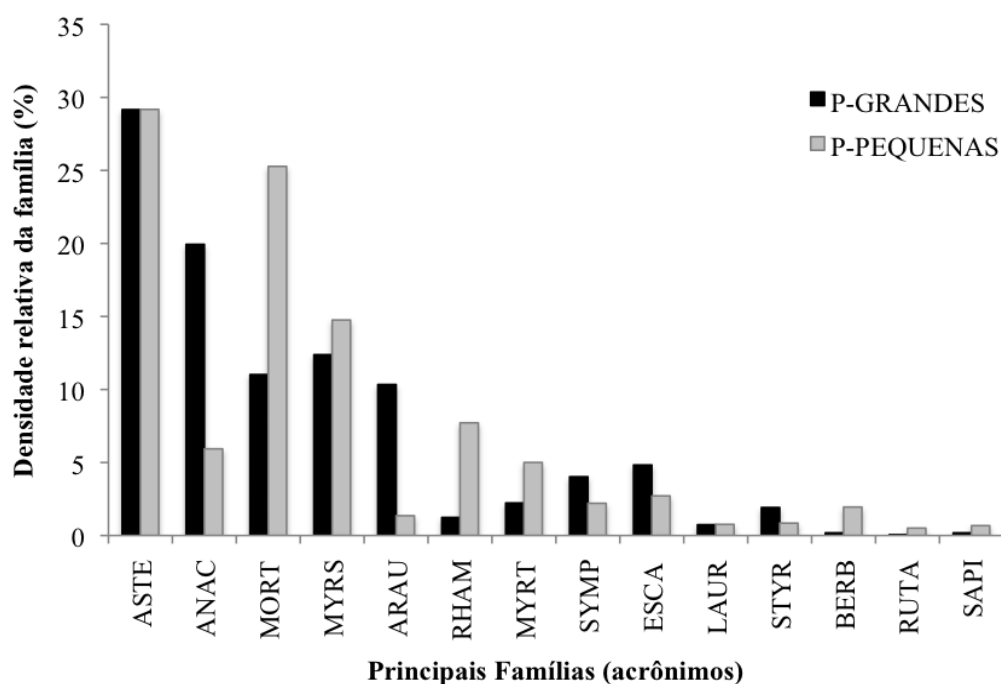
### 3. RESULTADOS

#### *Composição florística*

Nas 110 parcelas, foi amostrado um total de 55 espécies distribuídas em 39 gêneros e 25 famílias botânicas (Tabela 1). Destas, duas espécies (duas famílias) são exóticas: *Pinus* sp. (Pinaceae) e *Ligustrum* sp. (Oleaceae). As famílias mais ricas em espécies foram, respectivamente, Asteraceae (12 espécies), Myrtaceae (seis espécies) e Anacardiaceae (quatro espécies). Com relação a proporção quantitativa das famílias, se considerarmos a densidade absoluta de suas espécies, verifica-se que Asteraceae, Anacardiaceae, Myrsinaceae e Araucariaceae predominam na comunidade (Figura 3). A classe de indivíduos mortos em pé se destaca, especialmente se considerada em relação às famílias amostradas segundo o critério das parcelas pequenas, ou seja, para plantas entre 1 m de altura e 5 cm de DAS. Nas parcelas pequenas, as famílias Myrsinaceae, Rhamnaceae, Myrtaceae, Rutaceae e Sapindaceae tem proporcionalmente maior participação que nas parcelas grandes, enquanto que Asteraceae predomina em ambos os tipos de parcelas.

Dentre as espécies, cabe destacar que as cinco espécies com maior valor de importância (VI) somam 50,33% do total da comunidade (*Baccharis uncinella*, *Myrsine coriacea*, *Araucaria angustifolia*, *Lithraea brasiliensis* e *Eupatorium serratum*), sem contar a participação dos indivíduos mortos, que juntos perfizeram quase 15% (Tabela 1). Quarenta espécies (72% do total) tiveram menos de 1% de VI. Juntas, estas espécies somam apenas 10% do total da comunidade (o total inclui a categoria dos indivíduos mortos).

A densidade total de indivíduos estimada para um hectare ficou em 1.298 indivíduos com mais de 5 cm de DAS e 11.372 indivíduos com tamanho menor de 5 cm de DAS porém maior de 1 m de altura. Porém, se for excluída a categoria de indivíduos mortos, estes valores passam para 1.155 e 8.498, respectivamente.



**Figura 3:** Relação das principais famílias (acrônimos formados pelas 4 primeiras letras), mais a classe de indivíduos mortos (MORT), quanto à proporção da densidade total dos indivíduos amostrados nas parcelas grandes (110 UAs de 113 m<sup>2</sup>) e pequenas (330 UAs de 3,142 m<sup>2</sup>), em zona de expansão florestal na Estação Ecológica de Aracuri.

**Tabela 1:** Relação das famílias e espécies lenhosas amostradas em zona de expansão florestal na Estação Ecológica de Aracuri, seus valores de importância (VI) e performances médias (área basal) nos grupos formados na análise de agrupamentos (Fig. 4). As espécies estão categorizadas em zoocóricas (Z) e não-zoocóricas (NZ).

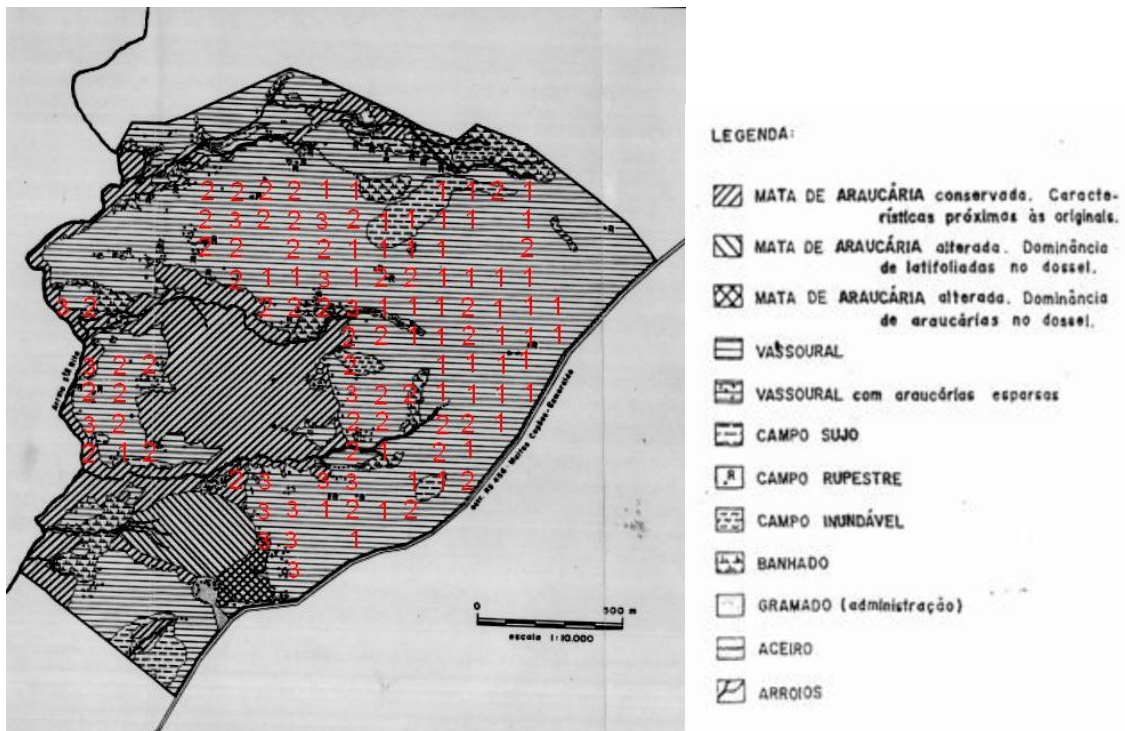
Família	Espécie	Rótulo		VI (%)	Grupo 1 (dm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	Grupo 2 (dm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	Grupo 3 (dm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )
--	Indivíduo morto	Inmo	--	14,71	1074,00	<b>1949,10</b>	624,91
Anacardiaceae	<i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand	Libr	Z	8,68	527,39	<b>3784,50</b>	3470,00
	<i>Schinus lentiscifolius</i> Marchand	Scle	Z	4,57	276,64	<b>1706,60</b>	830,53
	<i>Schinus polygamus</i> (Cav.) Cabrera	Scpo	Z	1,31	130,20	<b>401,15</b>	
	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Scte	Z	0,26	0,001	21,22	<b>86,68</b>
Annonaceae	<i>Rollinia rugulosa</i> Schltdl.	Roru	Z	0,18		0,013	<b>14,06</b>
Araucariaceae	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	Aran	Z	10,22	559,82	1100,80	<b>21120,00</b>
Asteraceae	<i>Baccharis articulata</i> (Lam.) Pers.	Baar	NZ	0,39	0,004	0,003	0,000
	<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	Badr	NZ	1,49	<b>7,35</b>	5,033	0,055
	<i>Baccharis helichrysoides</i> DC.	Bahe	NZ	0,07		0,009	
	<i>Baccharis microdonta</i> DC.	Bami	NZ	1,65	<b>24,86</b>	0,021	0,074
	<i>Baccharis uncinella</i> DC.	Baun	NZ	13,11	<b>7856,50</b>	969,31	112,60
	<i>Eupatorium inulifolium</i> Kunth	Euin	NZ	0,33	0,0004	0,002	0,000
	<i>Eupatorium polystachyum</i> DC.	Eupo	NZ	0,44	7,81	0,025	<b>73,50</b>
	<i>Eupatorium serratum</i> Spreng.	Euse	NZ	7,67	<b>152,73</b>	75,18	20,47
	<i>Eupatorium cf. tremulum</i> Hook. & Arn.	Eutr	NZ	0,13	0,016	0,000	
	<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	Gopo	NZ	0,80	47,27	<b>474,99</b>	0,038
	<i>Trixis</i> sp.	Trsp	NZ	0,49	0,005	0,001	0,003
	<i>Vernonia florida</i> Gardner	Vefl	NZ	0,05		<b>10,91</b>	
Berberidaceae	<i>Berberis laurina</i> Billb. Berberidaceae	Bela	Z	1,37	0,014	<b>16,88</b>	0,025

Canellaceae	<i>Capsicodendron dinisii</i> (Schwacke) Occhioni	Cadi	Z	0,18		<b>5,003</b>	0,015
Celastraceae	<i>Maytenus muelleri</i> Schwacke	Mamu	Z	0,17			<b>42,14</b>
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum deciduum</i> A. St.-Hil.	Erde	Z	0,07			0,030
Escalloniaceae	<i>Escallonia bifida</i> Link & Otto	Esbi	Z	2,79	109,51	1341,30	<b>716,47</b>
	<i>Escallonia petrophila</i> Rambo & Sleumer	Espe	Z	0,28	<b>95,98</b>	17,31	
Lauraceae	<i>Cinnamomum amoenum</i> (Nees) Kosterm.	Ciam	Z	0,77	10,77	<b>431,62</b>	0,036
	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	Neme	Z	0,43		<b>370,53</b>	
	<i>Ocotea pulchella</i> (Nees) Mez	Ocpu	Z	0,24		<b>34,24</b>	
Malvaceae	<i>Pavonia dusenii</i> Krapov.	Padu	NZ	0,13		0,001	0,001
Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i> Nadeaud	Myco	Z	10,68	483,23	<b>3034,30</b>	1381,00
Myrtaceae	<i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret	Acse	Z	0,70	8,79	<b>98,86</b>	0,008
	<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O. Berg	Blsa	Z	0,18		<b>21,41</b>	
	<i>Calyptrocalyx concinna</i> DC.	Caco	Z	0,10		6,05	<b>36,65</b>
	<i>Campomanesia aurea</i> O. Berg	Caau	Z	0,07		0,004	
	<i>Myrcogenia euosma</i> (O. Berg) D. Legrand	Myeu	Z	0,37	34,73	0,001	<b>105,39</b>
	<i>Myrcia bombycina</i> (O. Berg) Kiaersk.	Mybo	Z	2,23	15,95	<b>591,41</b>	40,72
	<i>Myrcia hartwegiana</i> (O. Berg) Kiaersk	Myha	Z	0,28		0,001	<b>134,07</b>
	<i>Myrcia palustris</i> DC.	Mypa	Z	0,13		0,002	0,021
	<i>Myrciaria cuspidata</i> O. Berg	Mycu	Z	0,05		<b>5,61</b>	
	Oleaceae	<i>Ligustrum</i> sp.	Lija	Z	0,05		<b>6,27</b>
Pinaceae	<i>Pinus</i> sp.	Pisp	NZ	0,05	<b>13,27</b>		
Quillajaceae	<i>Quillaja brasiliensis</i> (A. St.-Hil. & Tul.) Mart.	Qubr	NZ	0,57	96,47	<b>241,02</b>	14,06
Rhamnaceae	<i>Rhamnus sphaerosperma</i> Sw.	Rhsp	Z	4,38	102,42	<b>90,77</b>	75,30
	<i>Scutia buxifolia</i> Reissek	Scbu	Z	0,24		14,45	<b>530,73</b>
Rosaceae	<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	Prmy	Z	0,19	4,96	<b>22,60</b>	
Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	Zafa	Z	0,13	0,001		0,004
	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Zarh	Z	0,32	0,038	0,010	36,91
Salicaceae	<i>Banara parviflora</i> (A. Gray) Benth.	Bapa	Z	0,09	<b>53,46</b>		
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., Cambess. & A. Juss.)	Aled	Z	0,23		<b>52,70</b>	0,036
	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Cuve	Z	0,12		<b>5,45</b>	
	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Mael	Z	0,10			<b>99,54</b>
Solanaceae	<i>Solanum pabstii</i> L.B. Sm. & Downs	Sopa	Z	0,72	170,76	<b>109,44</b>	
Styracaceae	<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	Stle	Z	1,44	139,71	202,32	<b>412,68</b>
Symplocaceae	<i>Symplocos tetrandra</i> Mart.	Syte	Z	0,21		<b>7,46</b>	0,008
	<i>Symplocos uniflora</i> (Pohl) Benth.	Syun	Z	3,29	216,27	898,73	<b>959,26</b>
Thymelaeaceae	<i>Daphnopsis racemosa</i> Griseb.	Dara	Z	0,13	0,008		0,021
<b>TOTAIS</b>					<b>12.221</b>	<b>18.124</b>	<b>30.938</b>

### *Padrões espaciais da vegetação lenhosa*

A análise de agrupamentos revelou três grupos nítidos através da autoreamostragem, que refletem um gradiente entre áreas com predomínio de *Baccharis uncinella* (Grupo 1), áreas com estrutura mais fechada, principalmente em UAs próximas da antiga borda florestal e núcleos (Grupo 3) e áreas intermediárias mistas com arbustos e espécies florestais pioneiras (Grupo 2). A

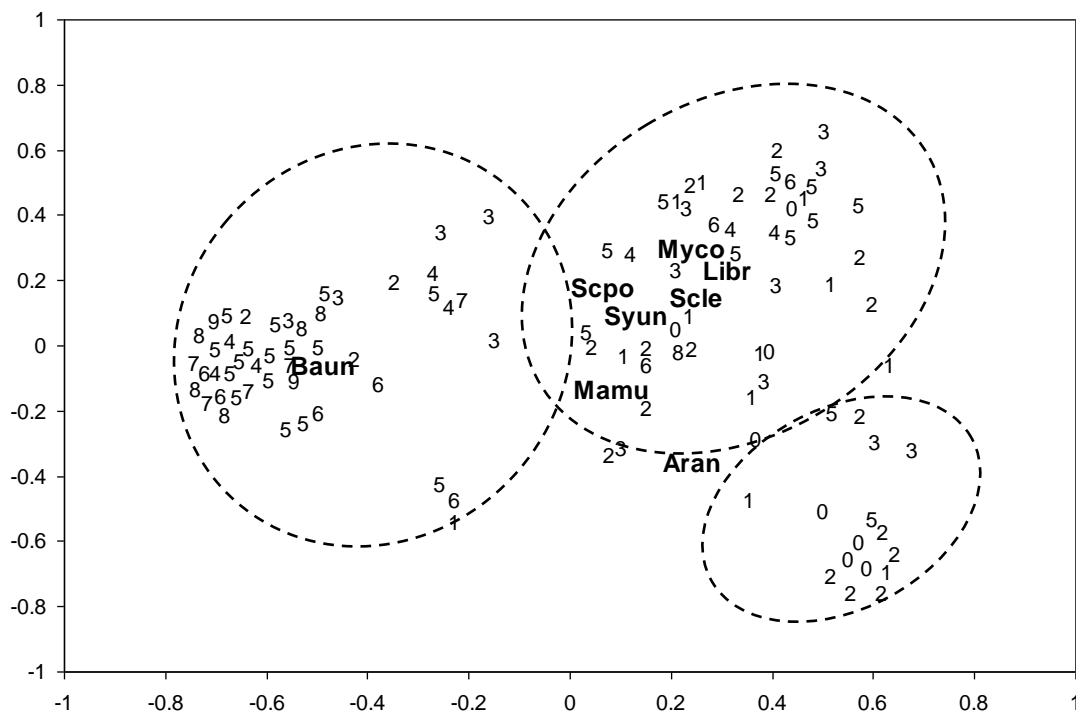
especialização das UAs conforme os grupos pode ser visualizada na Figura 4 e a divisão aproximada dos mesmos grupos está representada pelos círculos sobre o diagrama de dispersão (Figura 5), onde os rótulos das UAs refletem classes de distância da borda.



**Figura 4:** Grupos nítidos de unidades amostrais revelados na Análise de Agrupamentos com a matriz de composição de espécies (traduzidas pela área basal). Os grupos estão representados sobre o mapa pelo número correspondente, caracterizados como: Grupo 1 – unidades caracterizadas pela predominância de *Baccharis uncinella*; Grupo 2 – unidades amostrais em nível intermediário de sucessão florestal; Grupo 3 – unidades em geral mais próximas à borda florestal que apresentam vegetação florestal bem desenvolvida e maior cobertura de *Araucaria angustifolia*.

A PCoA sintetizou mais de 50% da variância total dos dados, e no teste *de bootstrap* o primeiro eixo de ordenação apresentou estabilidade, indicando que os padrões revelados pela análise são consistentes. O diagrama da ordenação (Figura 5) demonstra uma nítida distinção, ao longo do eixo 1, entre as unidades caracterizadas essencialmente pelo predomínio de *Baccharis uncinella* e as unidades caracterizadas por espécies florestais (da esquerda para a direita do diagrama). A maior parte das unidades mais relacionadas a *B. uncinella* são as mais distantes da borda da área-fonte florestal (classes maiores). Para as outras unidades, observa-se um gradiente indicando dois padrões principais dentre as espécies que caracterizam a expansão florestal sobre o vassoural: um caracterizado pela alta cobertura de *Araucaria angustifolia*, associado principalmente

às unidades mais próximas à antiga borda florestal, e outro referente a unidades desde adjacentes à borda até em distâncias intermediárias, caracterizadas principalmente por *Myrsine coriacea* e *Lithraea brasiliensis*. Estes dois padrões se diferenciam no diagrama ao longo do eixo 2 (Figura 5). Cabe salientar ainda que há UAs distantes da antiga borda florestal (classes 6 e 8, por exemplo) inseridas no Grupo 2, ou seja caracterizadas por outras espécies além de *B. uncinella*, e outras UAs próximas (classes 2 e 3) inseridas no Grupo 1.



**Figura 5:** Diagrama de ordenação (Análise de Coordenadas Principais) da composição florística traduzida pela cobertura de área basal, utilizando distância de corda entre unidades amostrais como medida de semelhança. As unidades amostrais estão identificadas por classes de distância em relação à borda florestal, definidas de 50 em 50 m até os primeiros 200, e em seguida de 100 em 100 m, sendo: 0 = na borda; 1=1 a 50m; 2=51 a 100 m; 3=101 a 150 m; 4=151 a 200 m; 5=201 a 300 m; 6=301 a 400 m; 7=401 a 500 m; 8=501 a 600 m; e 9=>601 m. As espécies que apresentaram correlação, com pelo menos um dos eixos, superior a 0,3, estão indicadas no diagrama pelos seguintes códigos: Aran=*Araucaria angustifolia*; Baun=*Baccharis uncinella*; Mamu=*Maytenus muelleri*; Myrco=*Myrsine coriacea*; Libr=*Lithraea brasiliensis*; Scle=*Schinus lentiscifolius*; Scpo=*Schinus polygamus*; Syun=*Symplocos uniflora*. A percentagem da variação explicada foi de 34,2 % para o eixo 1 e 16,45 % para o eixo 2. As elipses contornam as unidades amostrais correspondentes aos três grupos nítidos obtidos através da análise de agrupamento (da esquerda para a direita, as esferas correspondem aos grupos 1, 2 e 3, respectivamente).

### *Relações entre padrões da vegetação e fatores ambientais*

A MANOVA que avaliou a variância entre os três grupos fisionômicos obtidos na análise de agrupamento em relação às variáveis edáficas apresentou que há algumas diferenças significativas entre os grupos (Tabela 2). O solo das unidades de vegetação florestal mais desenvolvida (grupo 3) diferenciou significativamente do vassoural (grupo 1), assim como do grupo intermediário (grupo 2). Vassoural e intermediário não diferiram quanto às características edáficas avaliadas. Analisando os valores médios das variáveis para cada grupo (Tabela 3), percebe-se uma alteração direcional nas concentrações em relação ao gradiente em vários fatores. As variáveis cujas concentrações diminuem em direção à fisionomia florestal são argila, K, Al, alumínio + hidrogênio, e porcentagem de saturação de Al na CTC (%SAT.CTC Al), enquanto as que aumentam são o pH, índice SMP, teor de matéria orgânica, Ca, Mg, capacidade de troca catiônica (CTC), saturação de bases, relações Ca/Mg, Ca/K e Mg/K (Tabela 3). O fósforo (P) apresentou concentrações semelhantes entre o grupo florestal e o intermediário, porém no vassoural foi consideravelmente maior. Nos resultados das ANOVAS, foram significativas as diferenças no solo do grupo fisionômico mais florestal (grupo 3) em relação aos outros grupos para: argila, Ca, matéria orgânica (MO), pH, relações Ca/K e Mg/K e saturação de bases. Já as diferenças nas concentrações de %SAT.CTC Al foram significativas para todos os contrastes, enquanto os valores de Al trocável e das outras variáveis distinguiram significativamente apenas o grupo mais florestal (grupo 3) dos outros dois.

**Tabela 2:** Teste de aleatorização avaliando as diferenças em variáveis de solo entre os três grupos de UAs definidos por análise de agrupamentos com dados de área basal das espécies. Os dados representam 72 UAs e 16 variáveis edáficas. Utilizou-se índice de Gower como medida de semelhança entre UAs. As probabilidades foram geradas em 1000 permutações aleatórias. Grupo 1 (n=22): grupo fisionômico relativo ao vassoural. Grupo 2 (n=43): grupo de unidades amostrais com vegetação em estágios intermediários de desenvolvimento florestal. Grupo 3 (n=7): unidades com vegetação florestal bem desenvolvida.

Fonte de variação	Soma de Quadrados (Qb)	P (Qb <sup>o</sup> ≥Qb)
Entre grupos	1,0366	0,005
Contrastes		
Grupo1 <i>versus</i> Grupo 2	0,2523	0,158
Grupo 1 <i>versus</i> Grupo 3	0,9355	0,006
Grupo 2 <i>versus</i> Grupo 3	0,6220	0,005
Dentro de grupos	13,42	
Total	14,457	

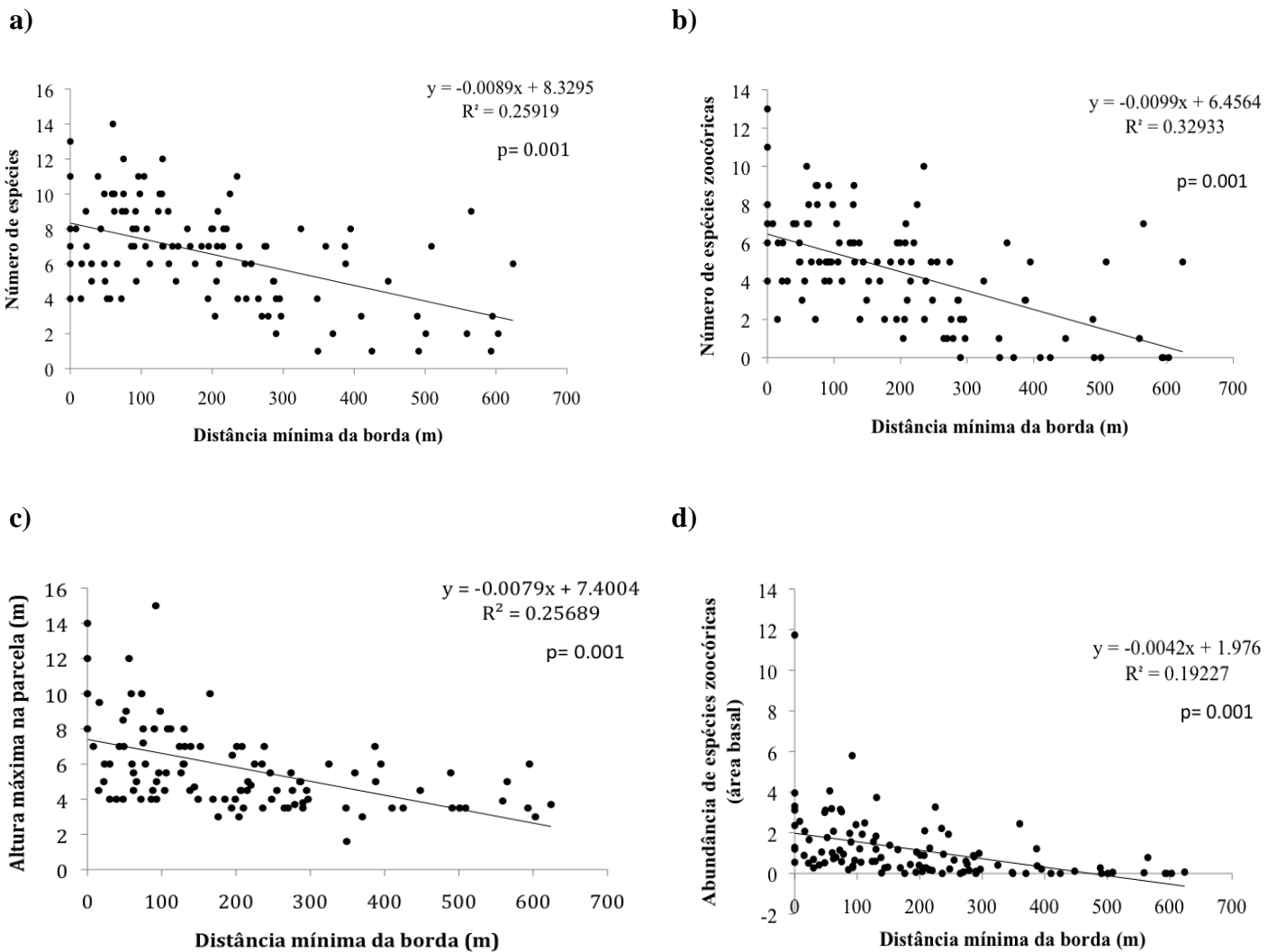
**Tabela 3:** Valores médios das variáveis edáficas para cada grupo avaliado na MANOVA, conforme os resultados da Tabela 2.

	VETORES MÉDIOS PARA CADA GRUPO		
	Vassoural (Grupo 1)	Intermediário (Grupo 2)	Florestal (Grupo 3)
Argila (%)	71,091	66,953	49,429
H <sub>2</sub> O (pH)	4,259	4,339	4,700
SMP	4,877	4,881	5,086
P (mg/dm <sup>3</sup> )	4,109	2,607	2,714
K (mg/dm <sup>3</sup> )	93,500	87,047	81,857
M.O. (%)	5,273	5,567	7,1857
Al (cmolc/dm <sup>3</sup> )	3,391	2,728	1,471
Ca (cmolc/dm <sup>3</sup> )	2,541	3,284	6,829
Mg (cmolc/dm <sup>3</sup> )	1,486	1,760	3,100
Al+H (cmolc/dm <sup>3</sup> )	17,368	16,979	14,629
CTC (cmolc/dm <sup>3</sup> )	21,577	22,193	24,714
%SAT.CTC (Bases)	21,727	24,907	40,714
%SAT.CTC (Al)	45,745	36,863	17,786
Relação Ca/Mg	1,650	1,788	1,928
Relação Ca/K	12,091	17,279	31,714
Relação Mg/K	7,032	9,009	14,571

A avaliação entre os parâmetros estruturais, número de espécies, número e abundância de espécies zoocóricas, e altura máxima na parcela, com a distância da antiga borda florestal indicou padrões de relações lineares significativos (Figura 6). Unidades mais próximas à antiga borda



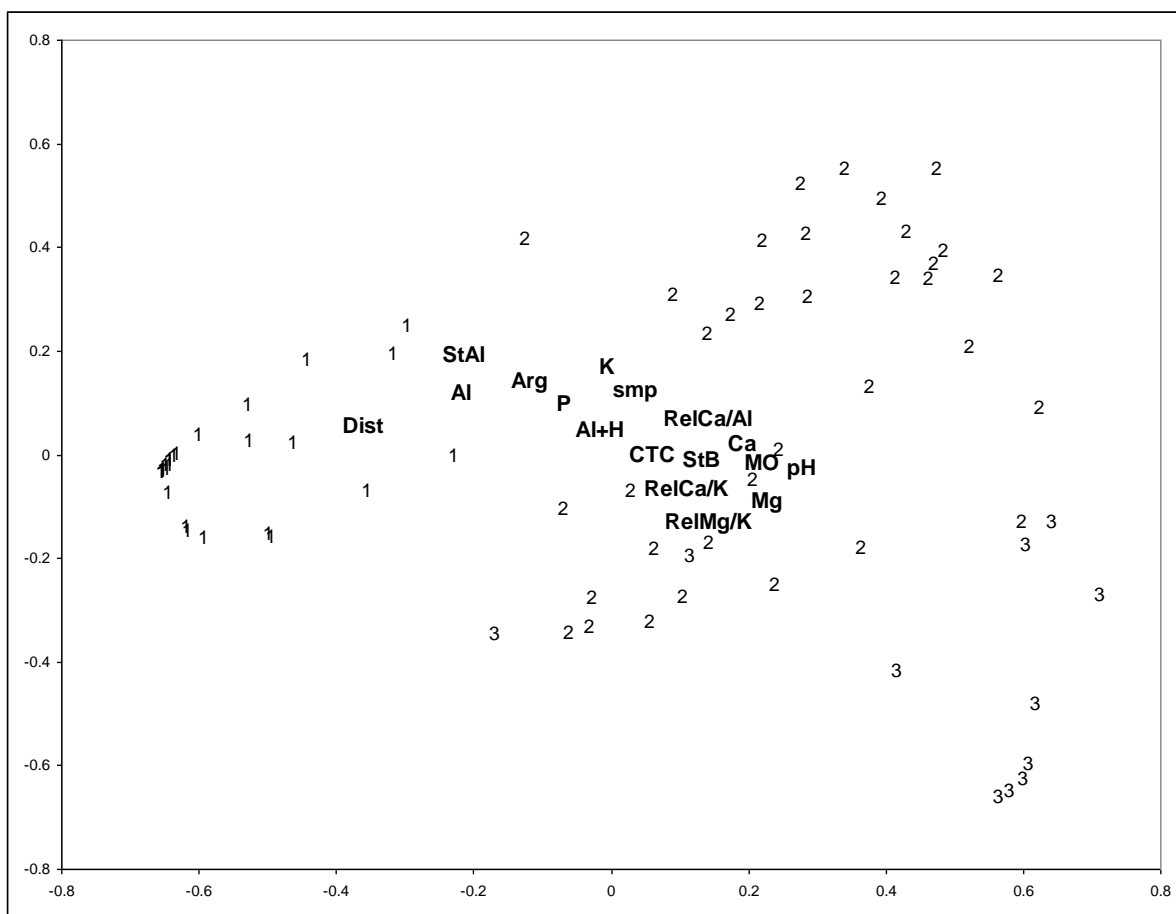
florestal apresentam maior riqueza de espécies, principalmente as zoocóricas, maior altura e maior abundância de espécies zoocóricas em relação às parcelas mais distantes da borda.



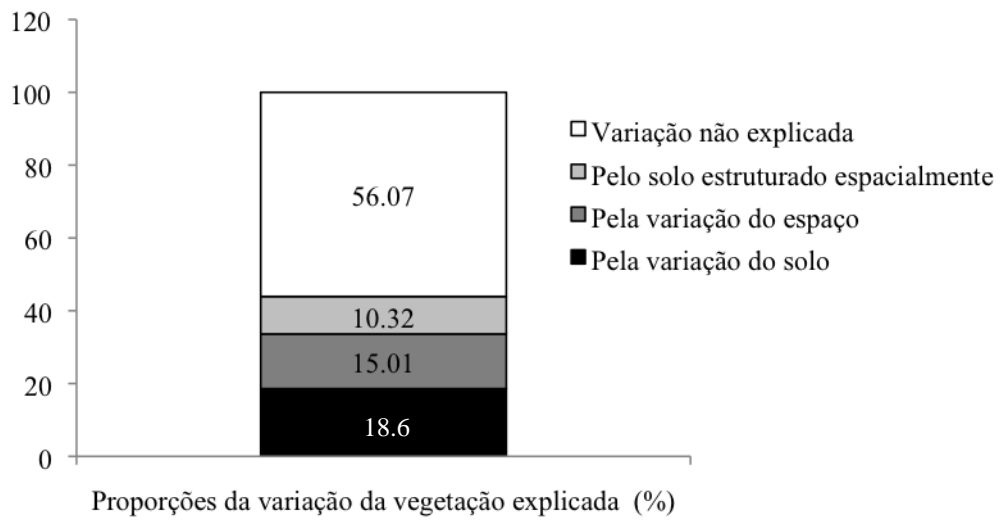
**Figura 6:** Relações entre distância mínima das unidades amostrais em relação à uma área-fonte florestal, e o (a) número de espécies lenhosas; (b) número de espécies zoocóricas; (c) altura do indivíduo mais alto das unidades amostrais e (d) abundância (área basal) de espécies zoocóricas.

A ordenação canônica entre as matrizes de fatores ambientais (variáveis edáficas mais distância) e a matriz de composição de espécies, revelou um gradiente de fatores edáficos que acompanha o gradiente de vegetação (Figura 7). As UAs do grupo 1 estão mais correlacionadas principalmente às maiores concentrações de Al e conseqüente percentagem de saturação de Al na CTC, assim como observa-se um aumento no pH, na percentagem de matéria orgânica e nas

concentrações de Ca, Mg em direção aos grupos 2 e 3. A proporção da variação da composição de espécies explicada pelos eixos canônicos foi de 19,8% para o primeiro eixo, e 4,8% para o segundo eixo, totalizando 24,6%. Esta proporção corresponde em parte à variação explicada pelas variáveis de solo na partição de variância dos dados por RDA (Figura 8, que apenas não inclui distância da borda). A variação da vegetação explicada pelo solo (18,5%) refere-se à variação do solo sem a influência do espaço, diferente da variação compartilhada por ambos, que representa a variação do solo estruturado espacialmente.



**Figura 7:** Diagrama de ordenação canônica (RDA) entre a matriz de composição de espécies por unidades amostrais (previamente normalizada dentro de unidades amostrais), e a matriz de variáveis ambientais (fatores edáficos mais distância de uma borda florestal). As unidades amostrais estão representadas pelo número do grupo correspondente na Análise de Agrupamentos dos dados de composição florística. A percentagem da variação explicada foi de 19,8% para o componente 1 (eixo horizontal) e 4,8% para o componente 2 (eixo vertical).



**Figura 8:** Partição da variação da composição da vegetação lenhosa obtida pelo método de Análise de Redundância Parcial (RDA).

#### 4. DISCUSSÃO

De maneira geral, as famílias mais importantes, tanto em riqueza quanto em abundância, são esperadas para um contexto de desenvolvimento florestal em estágio inicial num processo de expansão da floresta sobre áreas de campo. Asteraceae inclui as espécies anemocóricas pioneiras, que no presente estudo são representadas principalmente pelos arbustos *B. uncinella* e *Eupatorium serratum*, os quais ocorrem naturalmente em baixas densidades em áreas de campo sob manejo (Boldrini *et al.* 2009). Tais espécies tendem a se expandir rapidamente na ausência de manejo com fogo e/ou pastejo, transformando a fisionomia campestre (Oliveira 2003, Müller *et al.* 2007, Fidelis *et al.* 2007, Dos-Santos 2008). Neste estudo, destaca-se a grande abundância de *B. uncinella* sobre toda a área de estudo, ou seja, as fisionomias campestres excluídas de manejo desde há 34 anos são hoje vassourais que apresentam alguns locais cujo desenvolvimento florestal, em termos de riqueza e abundância de espécies florestais, encontra-se mais acentuado que outros.

As áreas com vegetação arbórea mais desenvolvida se caracterizam especialmente pelas espécies de Anacardiaceae e Myrsinaceae, que incluem espécies florestais pioneiras frequentemente presentes nas bordas florestais. Estas espécies dirigem a segunda frente de expansão da floresta, sendo *L. brasiliensis*, *M. coriacea* e *S. lentiscifolius* as principais no avanço sobre os campos na ESEC Aracuri. Myrsinaceae e Araucariaceae, representadas por *M. coriacea* e *A. angustifolia* são consideradas pioneiras e nucleadoras, sendo reconhecido o papel destas espécies na expansão florestal sobre os campos do Sul do Brasil (Duarte *et al.* 2003, 2006, Overbeck *et al.* 2007, Dos-Santos 2008). Similarmente, tais padrões de nucleação e adensamento de lenhosas em áreas de formações campestres têm sido descritos para outras regiões do mundo (Cabral *et al.* 2003, Archer 1988, Puyravaud *et al.* 2003). A alta representatividade destas espécies, junto ao fato de os indivíduos mortos de arbustos campestres apresentarem o maior VI, caracteriza bem o processo de sucessão das espécies lenhosas no contexto de expansão florestal. Observações a campo permitiram

averiguar que grande parte dos indivíduos mortos encontrados nas parcelas grandes era de *B. uncinella*.

O gradiente vegetacional em relação à borda florestal, revelado pelas análises (PCoA e Análise de Agrupamentos), trata-se de um padrão espacial que indica a ocorrência de um processo temporal, em que a expansão florestal encontra-se mais avançada quanto mais próxima à borda, iniciando pelo crescimento de arbustos pioneiros e posterior avanço de espécies florestais pioneiras. Estes resultados corroboram os de Oliveira (2003) no CPCN Pró-Mata. Nota-se que nas unidades mais próximas da borda a cobertura relativa de *A. angustifolia* é bem maior que sua densidade relativa (Apêndice 1), pois os indivíduos são de grande porte, indicando que a vegetação florestal está mais desenvolvida nestas unidades. A correlação positiva entre tamanho dos indivíduos de *A. angustifolia* e sua idade foi documentada por Schüler-da-Silva (2009), assim como a relação inversamente proporcional destes com a distância da borda. Sendo assim, pode-se inferir que as comunidades mais próximas à borda são mais antigas que comunidades mais distantes. No entanto, deve-se considerar que isto não é regra, visto que o processo de nucleação, iniciado por espécies pioneiras estabelecidas em pontos mais distantes da borda, pode produzir comunidades florestais mais antigas e desenvolvidas que outras mais próximas da área fonte que se desenvolveram por expansão gradual (Schüler-da-Silva 2009, Duarte et al. 2006).

Os padrões de variação acima descritos são corroborados pela observação mais detalhada da composição de espécies. Dentre os arbustos campestres, em termos de área basal e VI, *B. uncinella* e *Eupatorium serratum* são os mais abundantes, caracterizando o vassoural. *Eupatorium serratum* apresentou maior densidade, porém, como é característico da espécie ser um arbusto de pequeno porte, a cobertura não foi tão alta. Dentre as espécies arbóreas florestais pioneiras, que caracterizam o grupo sucessional intermediário, *Lithraea brasiliensis* é a mais importante em termos de cobertura de área basal, seguida de *Myrsine coriacea* e *Schinus lentiscifolius*. *Lithraea brasiliensis* apresentou abundância alta tanto nos estágios intermediários quanto na borda da floresta, porém, em termos de cobertura relativa dentro do grupo, têm papel mais importante nos estágios intermediários do que na

borda florestal. As unidades amostrais em estágios intermediários foram as que apresentaram maior abundância de espécies de Myrtaceae, destacando-se *Myrcia bombycina* em termos de área basal. Nas unidades de vegetação florestal desenvolvida e borda da floresta destacam-se *Myrceugenia euosma*, *Myrcia hartwegiana* e *Calypttranthes concinna*. As espécies de Lauraceae tiveram cobertura basal significativa nas unidades amostrais em estágios intermediários, sendo as mais importantes *Cinnamomum amoenum* e *Nectandra megapotamica*. Esses padrões de composição de espécies corroboram apenas em parte os encontrados por Oliveira (2003) e Machado (2004), pois nestes o processo de expansão da borda florestal, em função da exclusão do manejo dos campos, era bem mais incipiente do que na ESEC Aracuri.

Os resultados mostram que quanto mais próximo da borda florestal ocorre um aumento da riqueza de espécies lenhosas, em especial das espécies zoocóricas, confirmando a importância da dispersão zoocórica no processo de expansão da floresta (Duarte et al. 2007, Dos Santos 2008). Nesse processo, os arbustos campestres (anemocóricos) teriam um duplo papel: o de poleiros para aves dispersoras de sementes de espécies florestais e o de facilitadores do recrutamento dessas espécies por suprimir as gramíneas campestres pelo sombreamento. Porém, é sabido que a importância dos arbustos como poleiros é menor quando comparada com indivíduos florestais que se estabelecem no campo, que são mais efetivos como nucleadores de vegetação florestal (Duarte et al. 2007, Dos Santos 2008). Além disso, os padrões observados no presente estudo remetem a algumas proposições sobre a dinâmica de expansão florestal, a seguir sintetizadas (veja também os esquemas do Apêndice 3). No caso dos arbustos atingirem uma densidade, cobertura e altura de dossel altas, antes de haver indivíduos florestais estabelecidos, o efeito pode ser inverso, limitando o processo de recrutamento e estabelecimento de espécies florestais pelo bloqueio da luz e competição pelos recursos, como observado nas unidades mais distantes da borda florestal, onde o vassoural é denso, homogêneo e com um dossel de 4 m de altura. Nestas unidades, o estrato inferior é muito incipiente, limitando-se a poucos indivíduos florestais que ainda encontram-se em processo de recrutamento. Infere-se desta forma que em distâncias menores da borda, as espécies florestais

chegaram em um momento em que os arbustos se encontravam mais espaçados, sem formar um dossel fechado. Nesta situação, os arbustos parecem ter atuado como facilitadores para espécies florestais zoocóricas, através dos processos citados anteriormente, permitindo a formação de uma fisionomia mista – tal como a observada no grupo intermediário encontrado nas análises, onde os arbustos já estão morrendo e cedendo lugar a indivíduos florestais. Enquanto isso, nas áreas mais distantes, onde os arbustos formam um denso dossel, os diásporos das espécies florestais que conseguem chegar (pois as fontes estão mais distantes) já não encontram um meio favorável para o estabelecimento, ou seja, perderam a “janela do tempo”. Esta idéia de “janelas” é citada na literatura para sucessão em campos abandonados (“old fields”) (Myer, 1993). Alguns poucos indivíduos que conseguiram se estabelecer, a medida que se desenvolvem, formam um grupo transicional misto onde coexistem com arbustos bem desenvolvidos em um mosaico com núcleos de diferentes estágios de desenvolvimento da vegetação florestal. Neste mosaico, há núcleos de vegetação florestal bem mais avançada que seu entorno, oriundos de processos de nucleação mais antigos, que atualmente encontram-se “fundidos” com a matriz adjacente. Assim, a configuração atual da cobertura vegetal na área antes coberta por campos, é resultado de uma sobreposição de processos que ocorreram em diferentes momentos, o que dificulta a inferência destes de forma mais objetiva e isolada. No entanto, cabe salientar que a distância da área fonte mostra-se como um fator importante nos padrões espaciais encontrados.

Os padrões de variação da vegetação em relação ao solo, revelados pela ordenação canônica com as variáveis edáficas, indicam um gradiente de solo associado ao gradiente sucessional. O pH, os teores de Ca e Mg trocáveis, de matéria orgânica, e a saturação de bases, foram mais altos nas unidades com a vegetação florestal mais desenvolvida, enquanto o teor de Al foi mais alto no vassoural. Os resultados deste trabalho corroboram os encontrados por Rosário (2001) ao longo de uma borda apenas florestal, porém são contraditórios com os encontrados por Oliveira (2003) e Machado (2004) ao longo de uma borda floresta-campo. Essas inconsistências podem estar

associadas a diferenças nas condições de solo entre os diferentes sítios desses estudos, ou ainda às diferentes fases de desenvolvimento da vegetação.

As variáveis edáficas são altamente correlacionadas entre si (Tomé Jr. 1996). Por exemplo, o pH é resultado do balanço entre os teores de Al trocável e a saturação por bases e a relação destes com outros fatores bióticos e abióticos, principalmente com os produtos da matéria orgânica, que formam complexos com Al alterando sua disponibilidade no solo (Dümig et al. 2008). Altos teores de Al trocável em solos ácidos, característicos dos solos desta região, podem limitar o crescimento de plantas por bloquear o aproveitamento dos outros nutrientes. Os dados de solo e observações locais, no entanto, não indicam diferenças intrínsecas no solo que limitariam a expansão da floresta. Ou seja, a variação nas condições do solo é resultado do próprio desenvolvimento da floresta e não sua causa primeira. O desenvolvimento da vegetação florestal acarreta um maior acúmulo da matéria orgânica no solo e conseqüente atividade biológica. Ácidos orgânicos produtos desta decomposição, em conjunto com compostos produzidos diretamente pelas plantas como forma de adaptação a estas condições de solo, complexam o alumínio diminuindo sua toxicidade, e aumentam a disponibilidade de nutrientes no solo (*e.g.* Ca e Mg) (Tomé Jr. 1996; Marschner, 1995).

A análise da partição da variação da vegetação sintetiza a importância das diferentes variáveis na estruturação das comunidades, apesar de mais da metade da variação (56%) da vegetação não ter sido explicada por nenhuma das variáveis consideradas. A variação da vegetação explicada apenas pelas variáveis de solo (18,5%) representa a variação de solo que não está estruturada espacialmente, enquanto que a variação compartilhada por ambos (10%) representa a variação do solo que é estruturada espacialmente (Borcard et al. 1992). A proporção da variação explicada apenas pelo espaço (15%) indica, além do grau de autocorrelação espacial, a variação relacionada a outras variáveis de ambiente que não foram consideradas nessa partição de variação (Borcard et al. 1992, Legendre & Legendre 1998), mas que estão estruturadas no espaço, como por



exemplo, distância de uma área-fonte florestal, disponibilidade de propágulos, micorrizas, entre outras.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os resultados revelam que em áreas campestres excluídas de fogo e pastejo como a que foi estudada, ocorre um processo espacial e temporal relacionado com a distância da área fonte florestal, mostrando um gradiente sucessional. Quanto mais próximo da borda original da floresta as comunidades são mais antigas e caracterizadas por espécies mais tipicamente florestais. A medida que o processo se afasta da borda encontram-se comunidades em estágios sucessionais intermediários onde os arbustos campestres gradualmente cedem lugar a espécies florestais pioneiras, nucleadoras de vegetação florestal, as quais atraem dispersores e criam condições favoráveis ao estabelecimento de mais espécies florestais. E nas áreas mais distantes da borda predominam ainda arbustos campestres, que pela sua densidade gradativamente suprimem o estrato herbáceo de gramíneas e, em alguma medida, facilitam o estabelecimento das espécies florestais pioneiras. No entanto, quando a formação de arbustos torna-se densa a ponto de formar um dossel fechado, seu papel inverte, dificultando o estabelecimento das espécies florestais. Nesse processo, o solo se modifica em direção a condições de maior acúmulo de matéria orgânica e de maior fertilidade, mais favoráveis ao estabelecimento de espécies florestais.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APGII 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.
- Anand M. 1994. Pattern, process and mechanism the fundamentals of scientific inquiry applied to vegetation science. *Coenoses*, 9: 81-92.
- Anand M. 2000. The fundamentals of vegetation change - Complexity rules. *Acta Biotheoretica* 48: 1-14.
- Archer S., Scifres C.J., Bassham C.R. & Maggio R. 1988. Autogenic succession in a subtropical savanna: conversion of grassland to thorn woodland. *Ecological Monographs* 58: 111-127.
- Behling H., Lichte M. 1997. Evidence of dry and cold climatic conditions at glacial times in tropical southeastern Brazil. *Quaternary Research* 48: 348-358.
- Behling H, Bauermann S.G., Neves PCP. 2001. Holocene environmental changes in the São Francisco de Paula region, southern Brazil. *Journal of South American Earth Science* 14: 631-639.
- 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 the Cambará do Sul core in southern Brazil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 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. *Philosophical Transactions Royal Society B* 362: 243-251.
- Behling, H., Jeske-Pieruschka, V., Schüler, L., Pillar, V.D. 2009. Dinâmica dos campos no sul do Brasil durante o Quaternário Tardio. In: V. D. P. Pillar, S. C. Müller, Z. M. d. S. Castilhos, A. V. A. Jacques (eds.), *Campos Sulinos - conservação e uso sustentável da biodiversidade*. Brasília: MMA, p. 13-25.
- Boldrini, I. L., Eggers L., Mentz L., Miotto S. T. S., Matzenbacher N. I., Longhi-Wagner H. M., Trevisan R., Schneider A. A. 2009. *Biodiversidade dos campos do planalto das araucárias*. Brasília: MMA, p. 38-94.
- Bond, W. 2008. What limit trees in C4 grasslands and savannas? *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 39:641-59.
- Borcard, D., Legendre, P., Drapeau, P. 1992. Partialling out the spatial components of ecological variations. *Ecology* 73: 1045-1055.
- Bowman, D. M. J. S., Walsh A., Milne, DJ. 2001. Forest expansion and grassland contraction within a Eucalyptus savanna matrix between 1941 and 1994 at Lichfield National Park in the Australian monsoon tropics. *Global Ecology and Biogeography* 10, 535-548.
- Cabral, A. C., De Miguel, J. M., Rescia, A. J., Schmitz, M. F., Pineda, F. D. 2003. Shrub encroachment in Argentinean savannas. *Journal of Vegetation Science* 14: 145-152.
- Cestaro, L. A. 1985. *Mapa de Vegetação Atual da Estação Ecológica Aracuri, Município de Esmeralda, Rio Grande do Sul*. Convênio SEMA/UFRGS, escala 1:10.000.
- 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.
- Crawley, M. J. 1997. *Plant Ecology*. 2 ed. Oxford: Blackwell Science.
- Dale, M. B. 1993. Bourne and boundary: walking a fine line. *Abstracta Botanica* 17: 11-28.
- Dos-Santos, M. M. G. 2008. *Dispersão de diásporos e estabelecimento de plântulas de espécies lenhosas florestais em mosaicos de floresta com Araucária e Campos no sul do Brasil*. Dissertação de Mestrado. Departamento de Ecologia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 64 pp.
- Duarte L.S., Hofmann, G. S., Santos, M. M. G., Pillar V. D. 2003. Dinâmica de expansão dos pinhais sobre os campos através de nucleação. In: *VI Congresso de Ecologia do Brasil: Anais de Trabalhos Completos*. Fortaleza: Editora da Universidade Federal do Ceará, p. 630- 632.

- Duarte, L. S., Carlucci, M. B., Hartz, S. M., Pillar, V. D. 2007. Plant dispersal strategies and the colonization of Araucaria forest patches in a grassland-forest mosaic. *Journal of Vegetation Science* 18: 847-858.
- Duarte, L. D. 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.
- Dümig, A., Schad, P., Rumpel, C., Dignac, M. F., Kögel-Knabner, I. 2008a. Araucaria forest expansion on grassland in the southern Brazilian highlands as revealed by  $^{14}\text{C}$  and  $\delta^{13}\text{C}$  studies. *Geoderma* 145: 143 – 157
- Dümig, A., Schad, P., Kohok, M., Beyerlein, P., Schwimmer, W., Kögel-Knabner, I. 2008b. A mosaic of nonallophanic Andosols, Umbrisols and Cambisols on rhyodacite in the southern Brazilian highlands. *Geoderma* 145: 158-173.
- Fidelis, A., Müller, S. C., Pillar, V. D., Pfadenhauer, J. 2007. Efeito do fogo na ecologia de populações de herbáceas e arbustos dos campos sulinos. *Revista Brasileira de Biociências* 5: 303-305.
- Greig-Smith, P. 1979. Pattern in vegetation. *The Journal of Ecology* 67: 755-779.
- IBGE. 2002. *Mapa exploratório de solos do Estado do Rio Grande do Sul*. [ <http://www.ibge.gov.br>].
- IBGE. 2004. *Mapa da vegetação do Brasil e Mapa de biomas do Brasil*. [ <http://www.ibge.gov.br>].
- ICMBio. 2008. *Plano de Manejo da Estação Ecológica Aracuri*. Brasília, ICMBio.
- 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.
- Kern, A. 1997. Paleopaisagens e povoamento pré-histórico do Rio Grande do Sul. In: A. Kern, A. Jacobus, P. M. Ribeiro, S. Copé, P. I. Schmitz, G. Naue, I. B. Becker (eds.), *Arqueologia Pré-histórica do RS*. Mercado Aberto Porto Alegre, p. 13-61.
- Klein, R. M. 1975. Southern Brazilian phytogeographic features and the probable influence of Upper Quaternary climate changes in the floristic distribution. *Boletim Paranaense de Geociências* 33: 67-88.
- Legendre, L., Legendre, P. 1998. *Numerical Ecology*. 2nd ed. New York: Elsevier.
- Leite, P. F., Klein, R. M. 1990. Vegetação. In: IBGE (ed.), *Geografia do Brasil: Região Sul*. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e estatística, p. 113-150.
- Lemos, R. C., Azolin, M. D., Abrão, P. R. et al. 1973. *Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul*. Recife: Ministério da Agricultura, Departamento Nacional de Pesquisas Agropecuárias, Divisão de Pesquisa Pedológica, 1973. 431 p. (Boletim Técnico, 30).
- Lindman, C. A. M. 1906. *A Vegetação no Rio Grande do Sul*. São Paulo/Belo Horizonte: EDUSP/Itatiaia.
- Machado, R. E. 2004. *Padrões vegetacionais em capões de Floresta com Araucária no Planalto Nordeste do Rio Grande do Sul, Brasil*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 164 pp.
- Manly, B. F. J. 2007. *Randomization, Bootstrap and Monte Carlo Methods in Biology*. 3. ed. Boca Raton: Chapman and Hall/CRC. 455 pp.
- Marschner, H. *Mineral nutrition of higher plants*. 2. ed. London: Academic Press, 1995. 889 pp.
- Matte, A. L. L. 2009. *Padrões de distribuição, estrutura e contexto de manchas florestais em um mosaico de campo e floresta no Planalto Sul Brasileiro*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Mueller-Dombois, D., Ellenberg, H. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. New York: John Wiley.
- Müller, S. C., Overbeck, G. E., Pfadenhauer, J., Pillar, V. D. 2007. Plant functional types of woody species related to fire disturbance in forest-grassland ecotones. *Plant Ecology* 189: 1-14.
- Myster, R. W. 1993. Tree Invasion and Establishment in Old Fields at Hutcheson Memorial Forest. *The Botanical Review* 59(4): 251-272.
- Nimer, E. 1990. Clima. In: IBGE (ed.), *Geografia do Brasil: Região Sul*. Rio de Janeiro: IBGE, p. 151-187.

- Oliveira J. M. 2003. *Padrões e processos espaço-temporais em ecótonos de campos e floresta com Araucária em São Francisco de Paula, RS*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 115 pp.
- 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: 197-202.
- Orlóci, L., Orlóci, M. 1990. Detecting discontinuities in vegetation: jornada revisited. *Journal of Vegetation Science* 1, 311-324.
- Overbeck, G. E., Müller, S. C., Fidelis, A., Pfadenhauer, J., Pillar, V. D., Blanco, C. C., Boldrini, I. L., Both, R., Forneck, E. D. 2007. Brazil's neglected biome: The South Brazilian *Campos*. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 9: 101-116.
- Pijl, Lvd. 1972. *Principles of dispersal in higher plants*. Berlin: Springer.
- 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., Quadros, F. L. F. 1997. Grassland-forest boundaries in southern Brazil. *Coenoses* 12: 119-126.
- Pillar, V. D. 1999a. The bootstrapped ordination re-examined. *Journal of Vegetation Science* 10: 895-902.
- Pillar, V. D. 1999b. How sharp are the classifications? *Ecology* 80: 2508-2516.
- Pillar, V. D. 2009. *MULTIV software para análise multivariada, testes de aleatorização e autoreamostragem "bootstrap"*, Versão Beta 2.6.8. Departamento de Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Pinillos Galindo, M. 2007. *Interpretando padrões espaciais de heterogeneidade funcional de ecossistemas no Rio Grande do Sul: uma abordagem mediante uso de imagem Modis-Land*. Tese de Doutorado. Departamento de Ecologia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Podani, J. 2000. *Introduction to the Exploration of Multivariate Biological Data*. The Netherlands: Backuys Publishers.
- Puyravaud, J-P, Dufour, C., Aravajy, S. 2003. Rain forest expansion mediated by successional processes in vegetation thickets in the Western Ghats of India. *Journal of Biogeography* 30: 1067-1080.
- Rambo, B. 1956. *A fisionomia do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Selbach.
- Rosário, D. A. P. 2001. *Padrões florísticos e tipos funcionais em floresta com Araucária e suas relações com o solo*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 102 pp.
- Schüler-da-Silva, A. 2009. *Dinâmica de colonização por Araucaria angustifolia e sua influência na expansão florestal na Estação Ecológica de Aracuri*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 59 pp.
- Tedesco, M. J., Gianello, C., Bissani, C. A, Bohnen, H., Enrkweiss, S. J. 1995. *Análises de solo, plantas e outros materiais*. 2 ed. Porto Alegre: Faculdade de Agronomia, UFRGS.
- Teixeira, M. B., Coura-Neto, A. B., Pastore, U., Rangel-Filho, A. L. R. 1986. Vegetação. In: IBGE (ed.), *Levantamento de recursos naturais (Folha SH.22 Porto Alegre e parte das Folhas SH.21 Uruguaiana e SI.22 Lagoa Mirim*. Rio de Janeiro: IBGE, p. 541-632.
- Tomé Jr., J. B. 1996. *Manual para Interpretação de Análises de Solos*. Gaíba: Gráfica e Editora Agropecuária. 148 pp.
- Vhalinavho, P. K.; Bond, W. J. 2008. Increase of woody plants in savannah ecosystems. *Grassroots: Newsletter of the Grassland Society of Southern Africa*. 8(2):21-24.
- Wächter, 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.

## 7. APÊNDICES

**Apêndice 1:** Relação das famílias e espécies lenhosas amostradas em zona de expansão florestal na Estação Ecológica de Aracuri, seus parâmetros fitossociológicos (FA/FR; CA/CR; DA/DR: frequência, cobertura e densidade absolutas e relativas), sendo a densidade apresentada para a amostragem nas parcelas grandes (PG) e pequenas (PP), e suas performances médias (área basal) nos grupos formados na análise de agrupamentos (Fig. 4). As espécies estão ordenadas pelo valor de importância (VI) e categorizadas em zoocóricas (Z) e não-zoocóricas (NZ).

Família	Espécie	Rótulo		FA (%)	FR (%)	CA (dm <sup>2</sup> )	CR (%)	DA-total (ind./ha)	DA-PG (ind./ha)	DA-PP (ind./ha)	DR (%)	VI (%)	Grupo 1 (cm <sup>2</sup> )	Grupo 2 (cm <sup>2</sup> )	Grupo 3 (cm <sup>2</sup> )
--	Indivíduo morto	Inmo	--	93,64	12,45	15,0332	7,873	3017,51	143,08	2874,43	23,815	14,71	1074,000	<b>1949,100</b>	624,91
Asteraceae	<i>Baccharis uncinella</i>	Baun	NZ	72,73	9,67	43,0391	22,54	901,88	342,42	559,45	7,118	13,11	<b>7856,500</b>	969,310	112,60
Myrsinaceae	<i>Myrsine coriacea</i>	Myco	Z	60,00	7,98	18,2318	9,548	1839,12	160,76	1678,36	14,515	10,68	483,230	<b>3034,300</b>	1381,00
Araucariaceae	<i>Araucaria angustifolia</i>	Aran	Z	50,00	6,65	41,4889	21,72	288,57	134,24	154,33	2,277	10,22	559,820	1100,800	<b>21120,00</b>
Anacardiaceae	<i>Lithraea brasiliensis</i>	Libr	Z	62,73	8,34	25,1664	13,18	572,31	157,55	414,77	4,517	8,68	527,390	<b>3784,500</b>	3470,00
Asteraceae	<i>Eupatorium serratum</i>	Euse	NZ	59,09	7,86	1,1195	0,586	1844,75	21,70	1823,05	14,559	7,67	<b>152,730</b>	75,188	20,477
Anacardiaceae	<i>Schinus lentiscifolius</i>	Scle	Z	46,36	6,17	10,3641	5,428	266,87	83,60	183,27	2,106	4,57	276,640	<b>1706,600</b>	830,530
Rhamnaceae	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	Rhsp	Z	41,82	5,56	1,0308	0,540	892,23	14,47	877,76	7,042	4,38	102,420	<b>90,773</b>	75,305
Symplocaceae	<i>Symplocos uniflora</i>	Syun	Z	31,82	4,23	6,6388	3,477	273,30	51,44	221,85	2,157	3,29	216,270	898,730	<b>959,260</b>
Escalloniaceae	<i>Escallonia bifida</i>	Esbi	Z	11,82	1,57	7,7190	4,043	348,85	59,48	289,37	2,753	2,79	109,510	1341,300	<b>716,470</b>
Myrtaceae	<i>Myrcia bombycina</i>	Mybo	Z	15,45	2,06	2,8047	1,469	401,10	15,27	385,83	3,166	2,23	15,954	<b>591,410</b>	40,728
Asteraceae	<i>Baccharis microdonta</i>	Bami	NZ	15,45	2,06	0,1220	0,064	359,30	2,41	356,89	2,836	1,65	<b>24,866</b>	0,021	0,074
Asteraceae	<i>Baccharis dracunculifolia</i>	Badr	NZ	15,45	2,06	0,0587	0,031	300,63	1,61	299,02	2,373	1,49	<b>7,355</b>	5,033	0,055
Styracaceae	<i>Styrax leprosus</i>	Stle	Z	16,36	2,18	2,2553	1,181	121,38	24,92	96,46	0,958	1,44	139,710	202,320	<b>412,680</b>
Berberidaceae	<i>Berberis laurina</i>	Bela	Z	17,27	2,30	0,0760	0,040	224,26	2,41	221,85	1,770	1,37	0,014	<b>16,884</b>	0,025
Anacardiaceae	<i>Schinus polygamus</i>	Scpo	Z	15,45	2,06	2,4431	1,279	73,95	16,08	57,87	0,584	1,31	130,200	<b>401,150</b>	
Asteraceae	<i>Gochnatia polymorpha</i>	Gopo	NZ	7,27	0,97	2,3691	1,241	25,72	6,43	19,29	0,203	0,80	47,278	<b>474,990</b>	0,038
Lauraceae	<i>Cinnamomum amoenum</i>	Ciam	Z	6,36	0,85	1,9951	1,045	52,25	4,02	48,23	0,412	0,77	10,771	<b>431,620</b>	0,036
Solanaceae	<i>Solanum pabstii</i>	Sopa	Z	10,00	1,33	1,3291	0,696	17,68	8,04	9,65	0,140	0,72	170,760	<b>109,440</b>	
Myrtaceae	<i>Acca sellowiana</i>	Acse	Z	10,00	1,33	0,4880	0,256	63,50	5,63	57,87	0,501	0,70	8,799	<b>98,865</b>	0,008
Quillajaceae	<i>Quillaja brasiliensis</i>	Qubr	NZ	6,36	0,85	1,5798	0,827	5,63	5,63		0,044	0,57	96,474	<b>241,020</b>	14,063
Asteraceae	<i>Trixis</i> sp.	Trsp	NZ	6,36	0,85	0,00003	0,000	77,17		77,17	0,609	0,49	0,005	0,001	0,003
Asteraceae	<i>Eupatorium polystachyum</i>	Eupo	NZ	6,36	0,85	0,1560	0,082	51,44	3,22	48,23	0,406	0,44	7,813	0,025	<b>73,507</b>
Lauraceae	<i>Nectandra megapotamica</i>	Neme	Z	1,82	0,24	1,6673	0,873	23,31	4,02	19,29	0,184	0,43		<b>370,530</b>	
Asteraceae	<i>Baccharis articulata</i>	Baar	NZ	5,45	0,73	0,00003	0,000	57,87		57,87	0,457	0,39	0,004	0,003	0,000
Myrtaceae	<i>Myrceugenia euosma</i>	Myeu	Z	4,55	0,60	0,3388	0,177	40,99	2,41	38,58	0,324	0,37	34,734	0,001	<b>105,390</b>
Asteraceae	<i>Eupatorium inulifolium</i>	Euin	NZ	4,55	0,60	0,00001	0,000	48,23		48,23	0,381	0,33	0,0004	0,002	0,000

Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	Zarh	Z	4,55	0,60	0,0592	0,031	39,39	0,80	38,58	0,311	0,32	0,038	0,010	36,916
Myrtaceae	<i>Myrcia hartwegiana</i>	Myha	Z	3,64	0,48	0,2145	0,112	29,74	0,80	28,94	0,235	0,28		0,001	<b>134,070</b>
Escalloniaceae	<i>Escallonia petrophila</i>	Espe	Z	2,73	0,36	0,5482	0,287	22,51	3,22	19,29	0,178	0,28	<b>95,986</b>	17,316	
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolius</i>	Scte	Z	3,64	0,48	0,2342	0,123	20,90	1,61	19,29	0,165	0,26	0,001	21,221	<b>86,687</b>
Rhamnaceae	<i>Scutia buxifolia</i>	Scbu	Z	1,82	0,24	0,9142	0,479	1,61	1,61		0,013	0,24		14,450	<b>530,730</b>
Lauraceae	<i>Ocotea pulchella</i>	Ocpu	Z	3,64	0,48	0,1541	0,081	20,90	1,61	19,29	0,165	0,24		<b>34,247</b>	
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i>	Aled	Z	1,82	0,24	0,2372	0,124	39,39	0,80	38,58	0,311	0,23		<b>52,707</b>	0,036
Symplocaceae	<i>Symplocos tetrandra</i>	Syte	Z	2,73	0,36	0,0336	0,018	29,74	0,80	28,94	0,235	0,21		<b>7,464</b>	0,008
Rosaceae	<i>Prunus myrtifolia</i>	Prmy	Z	3,64	0,48	0,1260	0,066	3,22	3,22		0,025	0,19	4,967	<b>22,604</b>	
Myrtaceae	<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	Blsa	Z	1,82	0,24	0,0963	0,050	30,54	1,61	28,94	0,241	0,18		<b>21,412</b>	
Annonaceae	<i>Rollinia rugulosa</i>	Roru	Z	2,73	0,36	0,0225	0,012	20,10	0,80	19,29	0,159	0,18		0,013	<b>14,063</b>
Canellaceae	<i>Capsicodendron dinisii</i>	Cadi	Z	2,73	0,36	0,0225	0,012	20,10	0,80	19,29	0,159	0,18		<b>5,003</b>	0,015
Celastraceae	<i>Maytenus muelleri</i>	Mamu	Z	1,82	0,24	0,0674	0,035	30,54	1,61	28,94	0,241	0,17			<b>42,141</b>
Asteraceae	<i>Eupatorium cf. tremulum</i>	Eutr	NZ	1,82	0,24	0,0001	0,000	19,29		19,29	0,152	0,13	0,016	0,000	
Thymelaeaceae	<i>Daphnopsis racemosa</i>	Dara	Z	1,82	0,24	0,0001	0,000	19,29		19,29	0,152	0,13	0,008		0,021
Myrtaceae	<i>Myrcia palustris</i>	Mypa	Z	1,82	0,24	0,00004	0,000	19,29		19,29	0,152	0,13		0,002	0,021
Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i>	Zafa	Z	1,82	0,24	0,00001	0,000	19,29		19,29	0,152	0,13	0,001		0,004
Malvaceae	<i>Pavonia dusenii</i>	Padu	NZ	1,82	0,24	0,00001	0,000	19,29		19,29	0,152	0,13		0,001	0,001
Sapindaceae	<i>Cupania vernalis</i>	Cuve	Z	0,91	0,12	0,0245	0,013	29,74	0,80	28,94	0,235	0,12		<b>5,454</b>	
Myrtaceae	<i>Calyptanthus concinna</i>	Caco	Z	1,82	0,24	0,0858	0,045	2,41	2,41		0,019	0,10		6,050	<b>36,653</b>
Sapindaceae	<i>Matayba elaeagnoides</i>	Mael	Z	0,91	0,12	0,1592	0,083	10,45	0,80	9,65	0,082	0,10			<b>99,544</b>
Salicaceae	<i>Banara parviflora</i>	Bapa	Z	0,91	0,12	0,2619	0,137	0,80	0,80		0,006	0,09	<b>53,466</b>		
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum deciduum</i>	Erde	Z	0,91	0,12	0,00005	0,000	9,65		9,65	0,076	0,07			0,030
Asteraceae	<i>Baccharis helichrysoides</i>	Bahe	NZ	0,91	0,12	0,00004	0,000	9,65		9,65	0,076	0,07		0,009	
Myrtaceae	<i>Campomanesia aurea</i>	Caau	Z	0,91	0,12	0,00002	0,000	9,65		9,65	0,076	0,07		0,004	
Pinaceae	<i>Pinus sp.</i>	Pisp	NZ	0,91	0,12	0,0650	0,034	0,80	0,80		0,006	0,05	<b>13,270</b>		
Asteraceae	<i>Vernonia florida</i>	Vefl	NZ	0,91	0,12	0,0491	0,026	0,80	0,80		0,006	0,05		<b>10,912</b>	
Oleaceae	<i>Ligustrum cf. japonicum</i>	Lija	Z	0,91	0,12	0,0282	0,015	0,80	0,80		0,006	0,05		<b>6,272</b>	
Myrtaceae	<i>Myrciaria cuspidata</i>	Mycu	Z	0,91	0,12	0,0252	0,013	0,80	0,80		0,006	0,05		<b>5,618</b>	
<b>TOTAIS</b>						<b>190,94</b>		<b>12670,5</b>	<b>1298,2</b>	<b>11372,34</b>			<b>12.221</b>	<b>18.124</b>	<b>30.938</b>



**Apêndice 2:** Visão geral dos grupos vegetacionais separados pela Análise de Agrupamentos. a) Grupo 1; b) Grupo 2; c) Grupo 3.

a)





b)

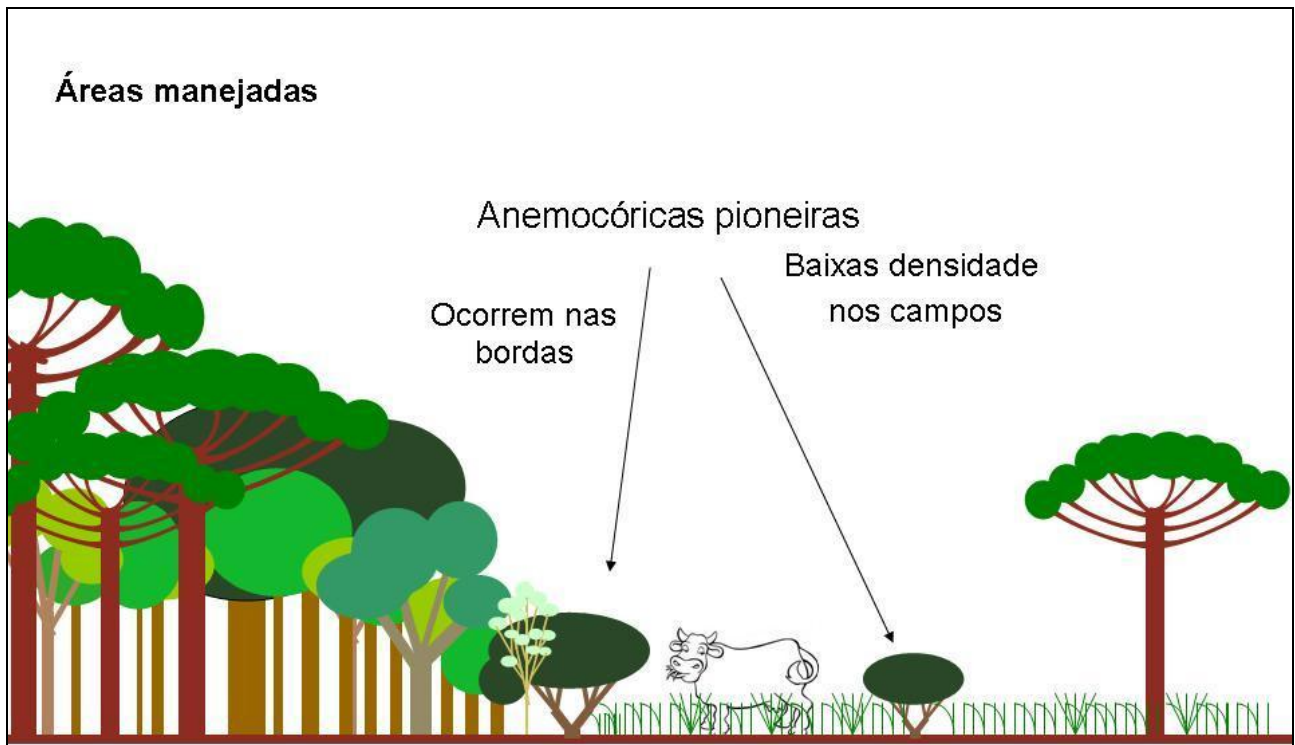




c)



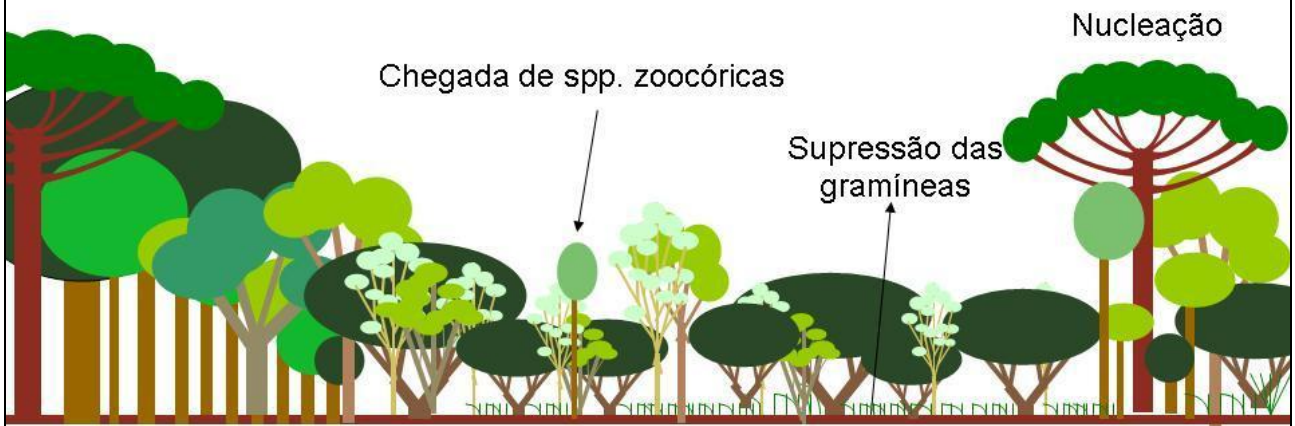
**Apêndice 3:** Diagramas esquemáticos representando os padrões de sucessão florestal observados na área de estudo (Estação Ecológica de Aracuri, Muitos Capões, RS), de acordo com uma sequência temporal da dinâmica da vegetação.





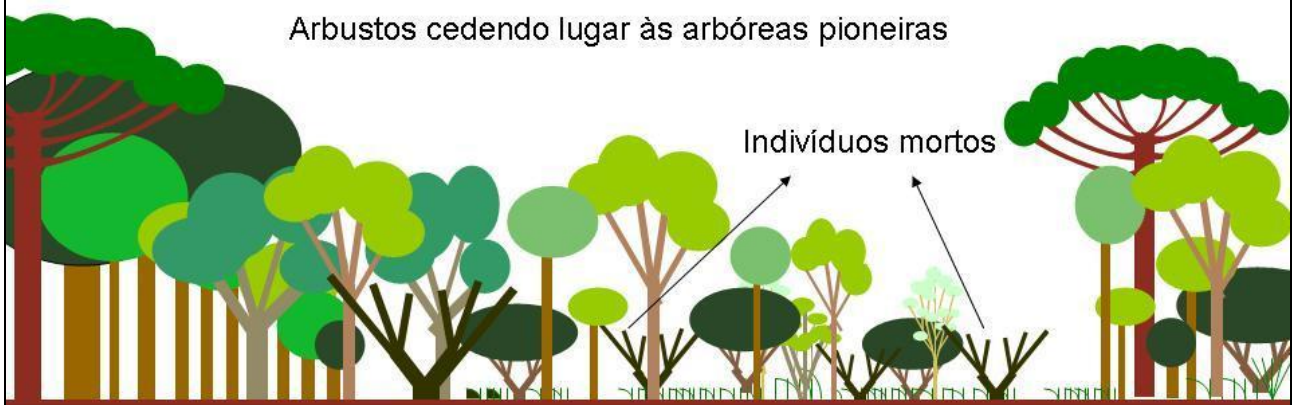
## Padrões de sucessão: pós-exclusão

Adensamento arbustos na borda e no campo



## Padrões de sucessão: pós-exclusão

Arbustos cedendo lugar às arbóreas pioneiras



**Apêndice 4:** Dados utilizados para descrição e análise da estrutura da vegetação lenhosa em expansão sobre campo excluído de manejo, na Estação Ecológica de Aracuri, Muitos Capões, RS.

Em cada parágrafo o primeiro registro refere-se ao rótulo da espécie (ver Tabela 1), e os demais à sua área basal (cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>) por unidade amostral (UA= 113,097 m<sup>2</sup>). Cada unidade amostral possui um

número de identificação (ponto), na seguinte sequência:		7	8	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	28	30	31
								32	33	34	35	36	37	39	40	43	44	45	46	47
								48	49	50	51	52	53	56	57	60	62	63	64	65
								66	70	72	73	74	76	77	78	79	80	83	84	85
								86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	100	101	102
								103	104	105	106	110	111	112	113	114	115	116	117	123
								124	125	126	127	129	130	134	135	136	137	138	141	142
								143	157	158	168	169	170	171	180	181	182	183	184	190
Acse	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0.094	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0.102	0.043	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0.056	0	0.142	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0.051	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aled	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	0.237	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0						
Aran	0.025	0.023	0.317	0	0	0	0	0	0	0	0	0.036	0
	0	0.055	0	0.027	0.026	0	0	0	0.079	0.110	0	0	
	0.044	0	0.061	0	0.032	0	0	0.541	0	0.353	0	0.203	0
	0	0	0	0	0	0.265	0	0	0	0	0	0	
	0.102	0	0.247	0	0	0	0	0.839	0.510	0.065	3.238	0	
	0.031	0.775	0	0	0	0.090	0.141	2.082	0	1.260	0.119	0.643	0
	4.826	2.154	0.897	0.062	0	0.025	0.153	0.276	1.035	1.692	2.484	0.055	
	0.085	0	0	0.604	0.213	0.417	0.266	0	0.563	0.372	0.167	0	0
	0.690	0	0.512	0	0	0.238	0	1.749	0	9.614			
Baar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Badr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0.023	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0.036	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Bahe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bami	0	0	0	0	0.026	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.030	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0.065	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Baun	1.269	0.216	1.161	1.176	0.845	0.933	0.400	0	1.698	0.222	0.294	1.183	
	0.126	1.118	1.334	0.846	0.123	0.407	0.771	0.070	0.835	0.224	0.151	0.118	
	1.128	0.235	0.714	0.293	0.123	0.058	0.228	0.727	0.781	1.492	0.441	0.614	
	0.741	0.566	0	0.194	0.375	0.845	0.694	0	1.251	1.470	0.636	0.807	
	0.027	0.078	0.266	1.881	0.530	0.416	0.453	1.706	0	0.064	0	0	0
	0.127	0	0	0.739	0.836	0.249	0.335	0.107	0	0.152	0.039	0	0
	0.210	0	0	0	0.054	1.696	0	0.296	0.233	0	0	0	0
	0.803	0	0	0	0	0.070	0	0	0	0.127	0	0.131	0
	0.807	0.051	0	0.452	0	0.077	0.095	0	0	0			
Bapa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0.262	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0							
Bela	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.029	0
	0	0	0	0	0	0	0.023	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0.023	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0							
Blsa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0.096	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0							
Caco	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0.027	0	0	0	0	0.059							
Caau	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0							
Cadi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0.023	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0						
Ciam	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0.053	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0.032	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	1.830	0	0.081	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0							

Cuve	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.025	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0							
Dara	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0							
Erde	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0							
Esbi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0.402	0.062	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	0.027	0	0	0	0	0	0	0	0.509	1.144	0	0	0
	0	0	0	0	0	0.057	1.834	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	1.048	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0.093	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0.802	0	0	0	0	
	1.700	0	0.042	0	0	0	0						
Espe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0.361	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0.110	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0.078	0	0	0							
Eutr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Euin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0							
Eupo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0.038	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0.118	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0							
Euse	0	0	0.068	0	0	0	0	0.026	0	0.150	0	0	0
	0	0	0	0	0	0.056	0	0	0	0	0.036	0	
	0.025	0	0	0.024	0	0.129	0	0	0	0	0.072	0	
	0.025	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.081	0.091	0
	0	0	0	0.043	0.034	0.023	0.035	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0.041	0	0	0	0	0.033	0	0
	0	0	0	0	0.042	0	0	0	0	0	0	0	
	0.048	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0.036	0	0	0				
Gopo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.565	0	0.140	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0.091	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0.064	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0.180	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0.256	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0.073	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0							

Inmo	0.291	0.089	0.169	0	0.115	0.034	0.029	0.893	0	0.263	0	0.258	0
	0.143	0.626	0.526	0.058	0.024	0.134	0.564	0.099	0.346	0.081	0.121	0.066	
	0.209	0	0	0.039	0.348	0.113	0.288	0.163	0	0	0.035	0	0
	0	0	0.110	0	0	0.308	0.137	0.057	0.258	0.453	0.145	0	
	0.058	0.023	0.068	0.058	0.033	0.141	0.053	0	0.510	0.185	0.035	0.215	
	0.605	0.101	0	0	0.056	0	0	0	0	0.039	0.028	0.031	0
	0.051	0	0	0	0.106	0.032	0.082	0.079	0.360	0	0	0	0
	0.038	0.185	1.215	0.047	0	0.113	0	0	0.550	0	0.025	0.037	0
	0	0.112	0	1.048	0	0.023	0.136	0.827	0.135				
Lija	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0.028	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Libr	0.036	0	0.056	0	0	0	0	0	0	0.109	0	0	0
	0	0	0	1.996	0.392	0	0	0	0.053	0	0	0	0
	0	0.159	0.228	0	0	0.224	0	0	0.053	0	0	0.246	0
	0.182	1.284	0	0	0.969	0	0	0.094	0	0	0.126	0.424	
	0.176	0.970	0	0	0.090	0.799	0.069	0.219	0	0.714	1.065	0.357	
	0.963	0.036	0.070	0.133	0	0.026	0.175	0.260	0.254	0	0.045	0.105	
	0.552	0.388	0.505	0	0.446	0.185	1.572	0.023	0.115	0	0.372	0.071	
	0.422	0.450	0.133	0	0.222	1.254	0	0.861	0.108	0.102	0.288	0	
	0.866	0	0.819	0.430	0.050	0	0.060	0.307	0.085	0.068	1.255		
Mael	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0.159	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mamu	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0.067	0	0	0	0	0	0
Myeu	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0.141	0	0	0	0	0
	0.030	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0.169	0	0	0	0	0
Mybo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0.048	0	0.036	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0.023	0.056	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	0	0	0	0.036	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2.405	0	0	0.065	0.137	0							
Myha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0.214	0	0							
Myra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mycu	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0.025	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0							

Myco	0.497	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	1.394	0	1.110	0	0	0	1.185	0	0
	0.093	0.075	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.027	
	0.112	0.097	0	0	0	0.653	0	0	0.474	0	0	0.066	
	0.915	0	0.142	0	0	0.097	0.676	0	0	0.053	0.036	0.513	
	0.893	0.035	0.405	0.193	0.136	0	0.061	0	0.452	0.970	1.202	0.151	
	0.146	0.177	0.430	0.173	0.033	0	0.171	0.408	0	0.056	0	0.069	0
	0.203	0	0	0	0.284	0.237	0.112	0.273	0.146	0.256	0	0	
	0.756	0	0.030	1.459	0.099	0	0	0	0	0	0		
Neme	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0.243	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	1.425	0	0	0	0	0						
Ocpu	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0.099	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0.055	0	0	0	0	0							
Padu	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pisp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0.065	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prmy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0.024	0	0.045	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0.025	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0.031	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Qubr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0.473	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.093	0
	0	0	0	0	0	0.023	0.113	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0.286	0.176	0	0	0	0	0	0.415	0	0
	0	0	0	0	0	0							
Rhsp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0.052	0	0	0	0	0.096	0	0	0	0	0
	0	0	0.097	0.035	0.023	0.066	0	0	0	0	0	0	
	0.104	0	0	0	0	0.063	0	0	0	0	0	0	
	0.065	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0.109	0	0	0.023	0.133	0	0	0	0	0	0	0
	0.120	0	0	0	0	0.044	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0					
Roru	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.023	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0							
Scle	0.099	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0.391	0	0	0.027	0	0.366	0.052	0	0	0
	0	0.092	0.134	0.074	0	0.463	0	0.058	0	0	0	0	0
	0	0.312	0	0	0	0	0.070	0.023	0	0	0.125	0.534	0
	0.029	0	0	0	0	0.051	0	0	0	0.326	0	0	0
	0	0.549	0.032	0	0	0	0	0.285	0.106	0.023	0.242	0	
	0.124	0.092	0.074	0.473	0.938	0.292	0	0	0.080	0.032	0.056	0.208	
	0.048	0	0.862	0	0.125	0.237	0.730	0.153	0.272	0	0.073	0	0
	0.432	0	0	0	0	0.203	0	0.399					

Scpo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0.067	0	0	0	0	0	0.028	0	0
	0	0	0	0.024	0	0.491	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0.118	0	0.070	0	0	0	0	0	0.072	0.268	
	0.028	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.782	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0.349	0	0	0	0
	0	0	0	0	0.058	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0.086	0	0	0	0	0	0	0					
Scte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0.095	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0.139							
Scbu	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0.849	0	0	0	0	0	0	
	0.065	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0						
Sopa	0	0.040	0	0	0	0	0	0.032	0	0	0	0.064	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0.049	0	0	0	0
	0	0.053	0.056	0.351	0	0	0.447	0	0	0	0	0	0

	0	0	0.184	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0.053	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0							
Stle	0.123	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0.215	0	0	0	0	0	0	0	0.052	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0.319	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0.074	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0.143	0	0	0.195	0.028	0	0	0
	0	0	0	0.379	0	0.136	0	0	0	0	0	0.032	0
	0.051	0	0	0.410	0.065	0.033							
Syte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0.033	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0							
Syun	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0.201	0	0	0	0	0.819	0	0	0	0	0
	0	0.275	0.030	0	0	0	0	0	0	0	0.161	0.061	
	0.061	0	0	0.150	0	0.033	0	0	0.190	0	0.210	0	
	0.301	0	0	0	0	0	0	0.282	0	0.141	0	0	0

	0.035	0.172	0	0	0	0.058	0	0	0.073	0	0	0	0
	0.095	0	0	0	0.397	0	0	0.173	0	0.085	1.415	0	
	0.097	0.233	0.226	0	0.166	0.108	0.391	0	0				
Trsp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vefl	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0.049	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zafa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Zarh	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0.059	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Apêndice 5:** Dados brutos utilizados para análise do solo, na Estação Ecológica de Aracuri, Muitos Capões, RS. Em cada parágrafo o primeiro registro refere-se ao número da unidade amostral, e os demais aos valores das variáveis edáficas na seguinte sequência: argila (%), pH em água, índice SMP, P (mg L<sup>-1</sup>), K (mg L<sup>-1</sup>), teor de matéria orgânica (%), Al trocável (cmol L<sup>-1</sup>), Ca trocável (cmol L<sup>-1</sup>), Mg trocável (cmol L<sup>-1</sup>), alumínio + hidrogênio (Al + H cmol L<sup>-1</sup>), capacidade de troca catiônica (cmol L<sup>-1</sup>), saturação de bases (%), saturação de Al (%), Ca Mg<sup>-1</sup>, Ca K<sup>-1</sup> e Mg K<sup>-1</sup>.

8	59	4.1	5.4	1.6	122	5.7	2.6	2.9	2	8.7	13.9	37	33.3
	1.5	9	6										
14	51	4.4	5.6	1.8	144	4.7	1.3	2.6	1.4	6.9	11.2	39	22.9
	1.9	7	3.8										
15	47	4.1	5.4	2.3	214	6.1	1.8	2.7	1.8	8.7	13.7	37	26.3
	1.5	5	3.3										
16	60	4	5.1	2.2	108	6	4.8	2.1	1.3	12.3	15.9	23	56.6
	1.6	8	4.7										
17	80	3.9	4.4	0.9	84	5.4	4.6	1.8	1.4	27.4	30.8	11	57.4
	1.3	8	7										
18	57	3.9	4.2	3.5	108	5.2	5.3	2.6	1.7	34.4	38.9	12	53.7
	1.5	9	6										
19	59	4	5	2.7	67	5	3.4	2.5	1.3	13.7	17.6	23	46.1
	1.9	15	8										
21	60	4.3	5.4	2.1	76	5.1	2.7	2	1.4	8.7	12.2	29	42.9
	1.4	10	7										
23	57	4	4.8	1	86	4.6	3	1.7	0.7	17.3	19.9	13	53.4
	2.4	8	3.2										

24	80	4.1	5.2	1.8	91	4.8	4.1	1.6	1.3	10.9	14	22	56.7
	1.2	7	6										
25	80	3.9	4.6	2.1	119	5.3	4	2.1	1.6	21.8	25.8	16	50
	1.3	7	5										
28	47	4.9	5.7	2.3	95	5.3	0.9	5.1	2.7	6.2	14.2	57	10.1
	1.9	21	11										
32	80	4.3	5.5	1.4	75	5.4	3.6	1.3	1.2	7.7	10.3	26	57.2
	1.1	7	6										
33	80	4.1	4.4	4.6	54	4.2	4.5	1.2	0.9	27.4	29.6	8	66.8
	1.3	9	7										
34	59	4	4.5	2.2	76	5.1	3.2	2.8	1.7	24.4	29	16	40.5
	1.6	14	9										
35	80	4.1	4.7	2.8	114	4.7	3.2	3.8	1.6	19.4	25	23	36
	2.4	13	5										
36	80	4.2	5.2	1.5	79	4.6	4	3.8	1.4	10.9	16.3	33	42.5
	2.7	19	7										
37	80	4.2	4.7	2.1	88	3.8	3	2.3	1.6	19.4	23.5	18	42.1
	1.4	10	7										
40	80	4.7	4.6	2.4	72	4.9	2.6	2.6	1.6	21.8	26.1	17	37.2
	1.6	14	9										
45	80	4.5	4.7	1.4	62	4.6	3.1	2.6	1.6	19.4	23.7	18	41.6
	1.6	16	10										
46	80	4.1	5.3	1.5	71	4.2	3.2	2.6	1.2	9.7	13.6	29	44.6
	2.2	14	7										



49	80	4.1	4.9	5	87	5.8	4.7	2.7	1.5	15.4	19.8	22	51.5
	1.8	12	7										
50	80	4.6	5	1.3	71	4.9	2.3	2.9	2.1	13.7	18.8	28	30.7
	1.4	16	12										
51	80	4	5.1	1.8	126	5.1	4.4	2.4	1.4	12.3	16.4	25	51.6
	1.7	7	4.3										
52	80	4.2	4.3	1.6	64	5.2	4.7	1.9	1.3	30.7	34	10	58.3
	1.5	12	8										
53	80	4.3	5	2	67	4.8	3.4	2.3	1.5	13.7	17.6	23	46.1
	1.5	13	9										
57	80	4.2	4.9	1.3	67	4	2.4	1.8	1.2	15.4	18.5	17	43.1
	1.5	10	7										
65	80	4	4.8	1.3	67	4.9	3.3	2.4	1.3	17.3	21.1	18	46
	1.8	14	8										
66	80	4	4.8	1.4	64	5.5	4.1	2.2	1.5	17.3	21.1	18	51.5
	1.5	13	9										
70	80	4.1	4.6	4.3	63	5.2	3.4	1.6	1.2	21.8	24.7	12	53.4
	1.3	10	7										
72	36	4.4	5.1	2.5	48	3.9	0.9	3.3	1.9	12.3	17.6	30	14.5
	1.7	27	15										
73	80	4.6	4.9	1.7	73	5.4	2.1	1.8	0.9	15.4	18.2	16	42.1
	2	10	4.8										
74	80	4.4	4.9	4.2	139	5.6	2.9	1.8	1.4	15.4	18.9	19	44.9
	1.3	5	3.9										

76	80	4.2	4.8	3.6	99	5.9	3.5	1.4	1.5	17.3	20.4	15	52.6
	0.9	6	6										
77	80	4.4	4.4	3.2	81	6.5	4.1	2.5	1.3	27.4	31.4	13	50.6
	1.9	12	6										
78	80	4.5	5.2	4.7	113	5.3	3.4	1.5	0.8	10.9	13.4	19	56.8
	1.9	5	2.8										
79	80	4.3	4.7	2.4	68	5.8	3.6	1.8	1	19.4	22.3	13	54.8
	1.8	10	6										
84	51	4.4	4.8	2.4	76	6.5	1.7	3.7	1.9	17.3	23	25	22.7
	1.9	19	10										
87	53	4.6	4.8	3	84	7	1.6	3.4	2.2	17.3	23.1	25	21.6
	1.5	16	10										
89	56	4.2	4.9	4.5	347	5.7	2	2.7	1.6	15.4	20.5	25	27.8
	1.7	3	1.8										
90	80	3.9	4.4	3.8	97	6.7	4	3	1.1	27.4	31.7	14	47.9
	2.7	12	4.4										
91	80	3.8	4.1	3	81	5.9	5.5	2.1	0.8	38.6	41.7	7	63.9
	2.6	10	3.9										
94	54	4.3	4.7	1.8	87	6.3	2	2.4	0.8	19.4	22.8	15	36.9
	3	11	3.6										
100	59	4.6	5.3	2.6	65	5.2	2.9	2	1.4	9.7	13.2	27	44.8
	1.4	12	8										
102	51	4	5.1	4.5	107	6.1	3.4	2	1.4	12.3	15.9	23	48.1
	1.4	7	5										

103	80	4.1	4.4	2.7	75	6.5	3.3	2	1.7	27.4	31.2	12	45.9
	1.2	10	9										
105	48	4.3	4.6	2.6	105	6.3	2	3.6	2.5	21.8	28.1	23	23.9
	1.4	13	9										
110	38	5	5.3	2.5	63	4.7	0.8	3.5	2	9.7	15.3	37	12.4
	1.8	22	12										
112	59	4.7	5	1.6	69	5.2	1.1	3.1	2	13.7	18.9	28	17.3
	1.6	18	11										
113	80	4.3	4.5	2.1	81	6.4	2.7	3.1	1.7	24.4	29.4	17	35
	1.8	15	8										
114	80	4.4	4.8	2	76	5.3	3.6	2.3	1.5	17.3	21.2	19	47.4
	1.5	12	8										
115	56	4.3	5.5	4.5	83	6.1	2.3	3.3	2.4	7.7	13.6	43	28
	1.4	16	11										
116	59	4.3	4.7	2.9	88	6.4	2.5	3.4	1.9	19.4	24.9	22	31.2
	1.8	15	8										
117	80	4.5	4.7	2.2	68	5.3	2.2	2.6	1.7	19.4	23.8	19	33
	1.5	15	10										
125	59	4.6	4.9	2.1	83	5.9	1.7	4.8	2.5	15.4	22.9	33	18.5
	1.9	23	12										
126	30	5.3	5.6	3.1	46	5.9	0.6	8.8	3.7	6.9	19.5	65	4.5
	2.4	75	31										
127	32	5.1	5.5	5.9	67	6.5	0.8	10.4	3.7	7.7	21.9	65	5.3
	2.8	61	22										

129	80	4.6	4.9	2.2	62	5.3	2.6	1.8	1.4	15.4	18.7	18	43.6
	1.3	11	9										
130	80	4.4	4.7	1.7	67	4.9	3	1.4	1.5	19.4	22.4	14	49.4
	0.9	8	9										
135	56	4.5	4.8	3.5	74	5.2	3.4	1.5	1.1	17.3	20	14	54.9
	1.4	8	6										
136	80	4.3	4.6	3	111	6.1	3.8	1.5	1.3	21.8	24.8	12	55.2
	1.2	5	4.6										
141	54	4.7	5.2	3.3	78	7	0.9	7.5	2.2	10.9	20.7	48	8.3
	3.4	38	11										
143	80	4.6	4.9	2.4	80	5.7	2.2	3.7	2.2	15.4	21.5	28	26.5
	1.7	18	11										
158	50	4.5	4.8	2.4	70	4.8	1.1	3.7	2.4	17.3	23.5	27	14.9
	1.5	21	13										
170	80	4.4	4.6	1.9	75	5.2	3	2.1	2	21.8	26	17	41.1
	1.1	11	10										
171	80	4.4	4.4	3.2	90	5	5.4	2	2.1	27.4	31.7	14	55.5
	1	9	9										
180	36	4.5	4.9	4.5	73	7.7	0.5	12.5	3.7	15.4	31.7	52	3
	3.4	67	20										
181	80	4.3	4.5	3	79	5.6	3.5	2.1	1.5	24.4	28.2	13	47.9
	1.4	10	7										
182	80	4.6	4.8	2.6	132	6.1	1.8	4	2.2	17.3	23.8	27	21.6
	1.8	12	7										

183	28	5.3	6.2	3.2	82	12	0.5	16.5	5.7	3.5	25.9	87	2.2
	2.9	78	27										
184	34	4.4	4.9	2.5	54	7	0.8	11.1	3.8	15.4	30.4	49	5.1
	2.9	80	27										
190	34	4.9	5.2	4.3	96	9.7	0.9	14.3	5.3	10.9	30.7	65	4.3
	2.7	58	22										

**Apêndice 6:** Coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator) dos pontos amostrados na Estação Ecológica de Aracuri, Muitos Capões, RS. O datum utilizado foi o SAD 69 (South American Datum 1969) e a zona é 22 J.

<b>Ponto (UA)</b>	<b>Coordenada Leste (X)</b>	<b>Coordenada Sul (Y)</b>
7	484536	6878025
8	484533	6878122
12	484439	6877825
13	484422	6877939
14	484437	6878018
15	484438	6878125
16	484436	6878221
17	484440	6878323
18	484432	6878423
19	484433	6878521
20	484336	6877721
21	484338	6877821
22	484342	6877922
23	484340	6878022
24	484334	6878114
25	484337	6878220
28	484336	6878521
30	484235	6877524
31	484230	6877631
32	484235	6877720
33	484243	6877821
34	484236	6877927
35	484236	6878021
36	484235	6878120
37	484235	6878223
39	484236	6878421
40	484236	6878521
43	484136	6877522
44	484135	6877621
45	484147	6877713
46	484135	6877830
47	484134	6877923
48	484132	6878019
49	484133	6878124
50	484139	6878221
51	484136	6878321
52	484138	6878424
53	484135	6878520
56	484038	6877423
57	484037	6877522
60	484034	6877820
62	484036	6878020
63	484038	6878123
64	484038	6878222
65	484031	6878320
66	484030	6878422
70	483936	6877422

72	483937	6877626
73	483938	6877726
74	483935	6877818
76	483936	6878020
77	483934	6878121
78	483936	6878221
79	483936	6878320
80	483938	6878416
83	483837	6877321
84	483838	6877426
85	483835	6877524
86	483835	6877624
87	483840	6877725
88	483838	6877824
89	483828	6877919
90	483826	6878016
91	483842	6878120
92	483835	6878220
93	483834	6878321
94	483840	6878424
95	483837	6878519
100	483735	6877423
101	483739	6877525
102	483739	6878121
103	483742	6878218
104	483739	6878320
105	483733	6878420
106	483736	6878523
110	483636	6877221
111	483630	6877323
112	483631	6877430
113	483637	6878119
114	483632	6878226
115	483632	6878322
116	483636	6878418
117	483636	6878521
123	483534	6877317
124	483535	6877419
125	483537	6877521
126	483537	6878120
127	483533	6878222
129	483532	6878421
130	483538	6878521
134	483435	6877525
135	483435	6878214
136	483437	6878323
137	483436	6878421
138	483442	6878516
141	483330	6878329
142	483331	6878422
143	483336	6878519
157	483138	6877619
158	483139	6877922
168	483039	6877621
169	483032	6877717
170	483037	6877826

171	483034	6877921
180	482930	6877618
181	482933	6877719
182	482930	6877827
183	482932	6877921
184	482935	6878121
190	482844	6878122