

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

Dissertação de Mestrado

**PADRÕES FLORÍSTICOS E TIPOS FUNCIONAIS EM FLORESTA COM
ARAUCÁRIA E SUAS RELAÇÕES COM O SOLO**

DENISE DE ALMEIDA PIRES DO ROSÁRIO

Porto Alegre, maio de 2001.

**PADRÕES FLORÍSTICOS E TIPOS FUNCIONAIS EM FLORESTA COM
ARAUCÁRIA E SUAS RELAÇÕES COM O SOLO**

Denise de Almeida Pires do Rosário

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

Orientador: Prof. Dr. Valério De Patta Pillar

Comissão Examinadora

Prof. Dr. Fernando Luiz Ferreira de Quadros

Prof. Dr. Fernando Roberto Martins

Prof. Dr. João André Jarenkow

Porto Alegre, maio de 2001.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Valério De Patta Pillar pela orientação e compreensão ao longo destes anos, pelo conhecimento fascinante que divide como orientador e professor, pela oportunidade de realizar este trabalho, destaco minha admiração pelas suas posturas humanas e científicas.

Ao professor Ricardo da Silva Pereira Mello por ter despertado a paixão pelo estudo das florestas, pelas valiosas idéias para este trabalho, pelo auxílio fundamental no início deste curso, pelo companheirismo e amizade.

Ao colega e amigo Vili Saldanha pela colaboração inestimável no trabalho de campo, incluindo tanto a parte braçal como intelectual, pelas discussões e divagações sobre ecologia e conservação, pela parceria constante e generosa sem a qual o trabalho teria sido muito mais difícil.

Ao botânico e amigo Marcos Sobral pela identificação da maior parte das espécies amostradas neste estudo, pelo auxílio com os atributos utilizados na análise de tipos funcionais, pela boa vontade e solidariedade ímpar, por todas as conversas e pela oportunidade de convívio tão fraterno.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul e ao Programa de Pós Graduação em Ecologia, seus professores e funcionários pela estrutura, colaboração e oportunidade de realizar este curso e este trabalho.

À Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, CAPES, pela bolsa de estudo concedida por 18 meses.

Ao administrador da FLONA, Artur Soligo, e aos funcionários Arcelino de Moraes ("Cabo"), Eneu Homem, João Ferreira, Lélío Facioli, Marco Aurélio de Oliveira, Neri Elias, Noedi do Nascimento ("Didi") e suas famílias agradeço por todo o empenho e boa vontade com que colaboraram neste trabalho, pelas informações e ensinamentos e pela oportunidade de construir uma forte amizade ao longo deste convívio. Ao Soligo, ao Lélío e ao Didi agradeço pelas excursões a campo, em que me apresentaram lugares muito especiais da FLONA, e ao Lélío pelos ensinamentos sobre as plantas.

Aos professores João André Jarenkow e Jorge Waechter pelo auxílio com a bibliografia sobre as matas com araucária. Ao João André Jarenkow também agradeço o auxílio na determinação das espécies amostradas, as discussões sobre o trabalho, a crítica e a colaboração na elaboração do banco de dados utilizado para a análise dos tipos funcionais.

Aos botânicos Cristiano Souza, Paulo Brack e Rosana Senna pelo auxílio na determinação dos atributos utilizados para a análise nos tipos funcionais.

Ao professor Luís Rios de Moura Baptista pelo auxílio na determinação de espécies e ensinamentos a campo e no herbário.

Às amigas Daniela Rodrigues e Maria Carmem Sestren Bastos e ao amigo Ênio Egon Sosinski Jr., pela profunda amizade, pelos importantes comentários e discussões, pelo auxílio com a literatura e pela companhia ao longo da elaboração deste trabalho. À Maria Carmem e ao Ênio também agradeço o auxílio e sugestões nas análises multivariadas.

Ao amigo matemático Walter Rodolpho pela companhia e ensinamentos no estudo da fundamentação matemática da metodologia utilizada.

Ao agrônomo Norbert Hesseln pela imensa boa vontade com que me forneceu bibliografia sobre solos.

Aos colegas, amigas e amigos que auxiliaram no trabalho de campo Juliano Morales, Daniela Silva, Renata Araújo, Maurício Pires, Andréa Mello, Marcos Vinícius Lisenfield, Daniela Rodrigues, Célon Silva, Maria Carmem Sestren Bastos, Oscar Moya Pinto e Philipp Stumpe. Agradeço também aos colegas, amigos e amigas que conheceram a FLONA e acompanharam nas saídas a campo: Ana Cristina e Jordan, André e Ariel Lima, Cristina, Édson e Larissa Zanotto, Duga e Flávio Bello Filho, Graziela, Hélen Trapaga Caprio, Lázlo Orlóci, Letícia, Marcelo Maizonette Duarte, Marta, Michele e João Levy Farias (apesar de ter queimado algumas coletas na lareira!), Rafael Peter, Raquel Moreno Peñaranda, Ricardo Mello, Rodrigo Favreto, Sérgio Binato.

Aos colegas do CPG em Ecologia Andréia Fernandes, Elizabeth Ibi Krieger, Ênio Sosinki Jr., Gérson Buss, Hélen Waldemarin, Maria de Fátima dos Santos, Nade Monteiro, Ronaldo Padilha e Volni da Silva, e aos colegas do laboratório de Ecologia Quantitativa pelas discussões, ensinamentos e amizade.

Aos colegas biólogos, ecólogos e afins, que também participaram deste trabalho através de sua influência no meu entendimento de ecologia e conservação da natureza, especialmente Aluisio Quintela, Andrés Burgos, André Lima, Bruno Irgang, Carlos Olegário Diefenbach, Cláudia Schirmer, Claudine Côrrea, Cristina Baudalf, Cristiano Silveira, Fernando Fernández, Gabriela Peixoto Coelho, Gérson Buss, Kátia Zanini, Leandro Duarte, Leandro Umann, João Roberto Meira, Maria de Fátima dos Santos, Marcelo Maizonette Duarte, Philipp Stumpe, Raquel Moreno Peñaranda, Rodrigo Balbuena, Rodrigo Cambará Printes, Rodrigo Magalhães, Sandra Hartz, Sérgio Leite, o pessoal das ONG's Anama, Apremavi, Clepei, Curicaca e do Projeto Macacos Urbanos.

À minha família e à família do André pelo carinho e incentivo.

À Daniela Vieira da Silva, que se tornou minha irmã nesses anos de convivência, pela alegria, apoio, companhia, paciência, tolerância e imensa amizade.

Ao André Bello de Oliveira, pelo companheirismo, pelo apoio, pelo estímulo permanente, pela compreensão, por ouvir tanto sobre este trabalho, pelas críticas, pelas sugestões e, principalmente, pelo grande carinho e amor que divide comigo.

À minha mãe, Virgínia de Almeida Pires do Rosário, e ao Gilmar Martins pelo amor, pelo apoio estrutural e afetivo, pelo exemplo de suas idéias e lutas e pela revisão do texto.

Padrões florísticos e tipos funcionais em Floresta com Araucária e suas relações com o solo.

Autora: Denise de Almeida Pires do Rosário
Orientador: Valério De Patta Pillar

RESUMO

Duas áreas de mata com araucária (*Araucaria angustifolia*) na Floresta Nacional de São Francisco de Paula (29°23' e 29°27' S; 50°23' e 50°25' W) foram estudadas com base na composição florística e tipos funcionais (TFs) para a detecção de padrões espaciais e sua associação com as condições do solo. TFs foram definidos a partir de 19 atributos morfo-funcionais qualitativos e quantitativos avaliados para cada espécie amostrada. Em cada área, um transecto de quadros contíguos foi marcado com 24 quadros de 4,5 x 4,5m (quadros pequenos) dentro de quatro quadros contíguos de 27 x 27m (quadros grandes). Foi amostrado um total de 568 indivíduos arbóreos lenhosos com pelo menos 2m de altura, pertencentes a 31 famílias e 74 espécies. As análises dos dados com os quadros pequenos consideraram duas escalas: P1, com 4,5 x 4,5m e P3, com 4,5 x 13,5m, formados pelo agrupamento de três quadros pequenos contíguos. Myrtaceae e Lauraceae foram as famílias com maior número de espécies em ambas as matas. Numa mata (A), as espécies com maiores valores de importância (VI) foram *Stillingia oppositifolia*, *Eugenia uruguayensis* e *Sebastiania brasiliensis*; na outra (B), as espécies mais importantes foram *Araucaria angustifolia*, *Casearia decandra*, *Rudgea parquioides* e *Ilex paraguariensis*. Análises de agrupamento foram aplicadas para estudar padrões espaciais com base na composição de espécies e TFs. A congruência (correlação) entre a variação da vegetação e das condições químicas do solo foi avaliada por meio de teste de Mantel; as maiores correlações foram encontradas para os quadros com tamanho P3 tanto para espécies como TFs, mas foram maiores para os últimos. Em geral, tanto com espécies como com TFs, os tipos de vegetação dentro da mata B foram menos agudos e diferentes daqueles da mata A. O solo da mata B apresentou menores teores de Al e maiores teores de Ca, Mg e matéria orgânica que a mata A. A mata A mostrou uma clara diferença em termos de espécies, TFs e condições de solo entre os quadros próximos à borda com o campo e os quadros do interior da mata, enquanto na mata B não houve quadros em borda. Na mata A, o solo nos quadros próximos à borda foram mais ricos em Al. Os padrões da vegetação em termos de espécies foram determinados pela presença das seguintes arvoretas: *Casearia decandra* e *Rudgea parquioides* na mata B, *Sebastiania brasiliensis* e *Roupala brasiliensis* nos quadros próximos à borda na mata A e *Stillingia oppositifolia* nos demais quadros desta mata. Os atributos que determinaram TFs com máxima correlação com as condições do solo não foram os mesmos em cada análise, mas em geral os mais relevantes foram os relacionados a atributos das folhas (largura média, comprimento médio, espessura, deciduidade, filotaxia e número de limbos). Na mata B, TFs típicos apresentaram folhas membranáceas e não perenes, folhas compostas ou folhas grandes e perenes. Na mata A, TFs típicos próximo à borda tiveram folhas pequenas e espessas, enquanto dentro da mata predominaram TFs com tamanhos intermediários de folha. Foram realizadas, tanto para espécies como para TFs, análises de variância com aleatorização para testar se os grupos diferiam significativamente com relação aos fatores do solo. Os grupos definidos com base nas espécies nos quadros de tamanho P1 diferiram significativamente na mata A quanto ao Al ($P=0,005$), e na análise conjunta de ambas as matas quanto ao Al ($P=0,003$), à matéria orgânica do solo (0,001) e ao Mg (0,001). Os grupos definidos com base em TFs nos quadros de tamanho P1 diferiram significativamente na mata A para o Al ($P=0,008$) e a matéria orgânica ($P=0,002$), e na análise conjunta das duas matas para o Ca, Al, Mg, matéria orgânica e pH ($P\leq 0,003$); nos quadros de tamanho P3 da mata A os grupos diferiram significativamente para o Al ($P=0,004$) e na análise conjunta de ambas as matas para o Al e o Mg ($P\leq 0,024$).

Floristic and plant functional types patterns in Forest with Araucaria and their relationships with soil.

Autora: Denise de Almeida Pires do Rosário

Orientador: Valério De Patta Pillar

ABSTRACT

Two areas of forest with araucaria (*Araucaria angustifolia*) in the National Forest of São Francisco de Paula (29° 23' e 29° 27' S; 50° 23' e 50° 25' W) were studied for the detection of spatial patterns and their association with soil conditions, based on floristic and plant functional types (PFTs) composition. PFTs were defined on the basis of 19 qualitative and quantitative morphological traits evaluated for each species present. In each forest area a transect of contiguous quadrats was marked with 24 contiguous quadrats of 4.5 x 4.5 m ("small quadrats") inside 4 contiguous quadrats of 27 x 27 m ("large quadrats"). A total of 568 woody individuals with at least 2 m height were found in the quadrats, belonging to 31 families and 74 species. Data analysis with the small quadrats considered 2 scales: P1 with 4.5 x 4.5 m and P3 with 4.5 x 13.5 m by pooling groups of 3 contiguous small quadrats. Myrtaceae and Lauraceae were the families with the largest number of species in both forest areas. In one forest (A) the species with the largest importance values were *Stillingia oppositifolia*, *Eugenia uruguayensis* and *Sebastiania brasiliensis*; in the other (B), the most important species were *Araucaria angustifolia*, *Casearia decandra*, *Rudgea parquoides* and *Ilex paraguariensis*. Cluster analysis was applied to study spatial patterns based on species and PFTs composition. Congruence (correlation) between vegetation variation and soil chemical conditions was evaluated by means of a Mantel test; the largest correlations were found for quadrats with size P3 for both species and PFTs, but were larger for the latter. In general, with both species and PFTs, vegetation types within forest B were less sharp than and different from the ones in forest A. The soil in forest B presented lower contents of Al and higher contents of Ca, Mg a organic matter than in forest A. Forest A showed a clear difference in terms of species, PFTs and soil conditions between quadrats near the edge with grassland (Campos) and the ones more inside, while in forest B there were no edge quadrats. In forest A the soil in the quadrats near the edge was richer in Al. Vegetation patterns in terms of species were mostly determined by the presence of the following small trees: *Casearia decandra* and *Rudgea parquoides* in forest B, *Sebastiania brasiliensis* and *Roupala brasiliensis* in forest A near the edge, and *S. oppositifolia* in the remaining of forest A. The traits that determined PFTs with maximum correlation with soil conditions were not the same in each analysis, but in general the most relevant ones were related to leaf traits (leaf width, leaf length, leaf thickness, deciduousness, leaf arrangement and simple/composite leaves). In forest B typical PFTs presented membranaceous and non-perennial leaves, composite leaves or large perennial leaves. In forest A near the edge typical PFTs had small and thick leaves, while within the forest predominated PFTs with intermediate leaf size. For both species and PFTs analysis of variance with randomization was performed to test if the compositional groups differed significantly with respect to soil factors. The groups defined on the basis of species in P1 quadrats in forest A differed significantly for Al (P= 0,005) and in the joint analysis of both forests differed significantly for Al (P=0,003), soil organic matter (P=0,001) and Mg (P=0,001). The groups defined on the basis of PFTs in the P1 quadrats in forest A differed significantly for Al (P=0,008) and organic matter (P=0,002) and in the joint analysis of both forests differed significantly for Ca, Mg, Al, organic matter and pH (P≤0,003); in the P3 quadrats in forest A differed significantly Al (P=0,004) and in the joint analysis of both forests differed significantly for Al and Mg (P≤0,024).

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	PADRÕES FLORÍSTICOS E SUAS RELAÇÕES COM O SOLO EM MATA COM ARAUCÁRIA.....	9
2.1	Introdução.....	9
2.2	Material e Métodos.....	10
2.2.1	Área de Estudo.....	10
2.2.2	Seleção das matas estudadas.....	12
2.2.3	Amostragem.....	12
2.2.4	Variáveis Ambientais.....	14
2.2.5	Descrição das matas.....	14
2.2.6	Análise dos dados.....	16
2.3	Resultados.....	18
2.3.1	Condições do solo.....	18
2.3.2	Composição e estrutura vertical da vegetação.....	19
2.3.3	Autocorrelação espacial e congruência entre vegetação e solo.....	26
2.3.4	Padrões florísticos.....	28
2.4	Discussão.....	39
3	TIPOS FUNCIONAIS E SUAS RELAÇÕES COM O SOLO EM MATA COM ARAUCÁRIA.....	49
3.1	Introdução.....	49
3.2	Material e Métodos.....	51
3.2.1	Área de estudo e amostragem.....	51
3.2.2	Seleção e categorização dos atributos.....	52
3.2.3	Análise dos dados.....	58
3.3	Resultados.....	61
3.3.1	Atributos ótimos para a definição de tipos funcionais.....	61
3.3.2	Padrões de variação com base em tipos funcionais ótimos.....	64

3.4	Discussão.....	79
4	CONCLUSÕES	87
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89
6	APÊNDICES	103

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Representação esquemática da disposição dos quadros grandes e pequenos, nas matas A e B.....	13
Figura 2: Autocorrelogramas para análise de autocorrelação espacial dos quadros das matas A e B. Os resultados são apresentados para os quadros separados por classes de distância de 4,5 a 54 m (P1) e de 13,5 a 54m (P3).	27
Figura 3: Significância dos níveis de partição de grupos e suficiência amostral para quadros de tamanho P1 das matas A e B isoladamente e em conjunto.....	30
Figura 4: Significância dos níveis de partição de grupos e suficiência amostral para quadros de tamanho P3 das matas A e B isoladamente e em conjunto.....	31
Figura 5: Análise de agrupamentos dos quadros de tamanho P1 e P3 da mata A. .	32
Figura 6: Análise de agrupamentos de espécies para os quadros de tamanho P1 e P3 da mata A. Os códigos das espécies estão apresentados na Tabela 2.....	32
Figura 7: Análise de concentração dos quadros de tamanho P1 e P3 da mata A. Os grupos de quadros e de espécies foram definidos através de análise de agrupamentos. Os quadros pertencentes a cada grupo (1, 2 e 3) estão representados na Figura 5. As espécies correspondentes a cada grupo estão representadas na Figura 6.....	32
Figura 8: Análise de agrupamento dos quadros de tamanho P1 e P3, na mata B. ..	35
Figura 9: Análise de agrupamentos de espécies para os quadros de tamanho P1 e P3 da mata B. Os códigos das espécies estão apresentados na Tabela 2.....	35
Figura 10: Análise de concentração dos quadros de tamanho P1 da mata B. Os grupos de quadros e de espécies foram definidos através de análise de agrupamentos. Os quadros pertencentes a cada grupo (1, 2 e 3) estão representados na Figura 8. As espécies correspondentes a cada grupo estão representadas na Figura 9.....	35
Figura 11: Análises de agrupamento dos quadros pequenos de tamanho P1 e P3 de ambas as matas.	36
Figura 12: Análise de agrupamentos das espécies relativas aos quadros de tamanho P1 e P3. Os códigos das espécies estão apresentados na Tabela 2.....	36
Figura 13: Análise de concentração dos quadros de tamanho P3 de ambas as matas. Os grupos de quadros e de espécies foram definidos através de análise de agrupamentos. Os quadros pertencentes a cada grupo (1, 2 e 3) estão	

representados na Figura 11. As espécies correspondentes a cada grupo estão representadas na Figura 12.....	36
Figura 14: Análise de agrupamento dos quadros grandes das duas matas, com os dois grupos de quadros delimitados (A e B). A disposição dos quadros nos transecções está representada na Figura 1.	38
Figura 15: Análise de agrupamento das espécies presentes nos quadros grandes das duas matas, com os três grupos de espécies delimitados (a, b, c). Os nomes das espécies correspondentes aos códigos são apresentados na Tabela 2.....	38
Figura 16: Apresentação esquemática da seqüência de procedimentos realizada para a obtenção das variáveis do solo que maximizaram a congruência com a vegetação e do sub-conjunto ótimo de atributos, para a definição dos tipos funcionais e as análises efetuadas.....	60
Figura 17: Perfis da congruência máxima entre a variação da vegetação e do solo nos quadros de tamanho P1. No eixo horizontal apresentam-se o conjunto dos atributos cumulativos da direita para a esquerda.	65
Figura 18: Perfis da congruência máxima entre a variação da vegetação e a do solo nos quadros de tamanho P3. No eixo horizontal apresentam-se o conjunto dos atributos cumulativos da direita para a esquerda.	66
Figura 19: Análise de agrupamento dos quadros de tamanho P1 da Mata A.....	67
Figura 20: Análise de agrupamento dos quadros de tamanho P3 da Mata A.....	67
Figura 21: Análise de agrupamento dos quadros de tamanho P1 da Mata B.....	72
Figura 22: Análise de agrupamento dos quadros de tamanho P3 da Mata B.....	72
Figura 23: Análise de agrupamento de todos os quadros de tamanho P1.	76
Figura 24: Análise de agrupamento de todos os quadros de tamanho P3.	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Número de indivíduos, famílias, gêneros e espécies amostrados na FLONA, São Francisco de Paula (RS), distribuídos por área e escala de amostragem. P: quadros pequenos; G: quadros grandes.	21
Tabela 2: Número de indivíduos amostrados por espécie nas matas A e B, divididos por escala de amostragem (quadros pequenos e grandes). Os códigos representam os símbolos utilizados para representar as espécies nas análises de agrupamento e ordenação. P: quadros pequenos; G: quadros grandes.	21
Tabela 3: Dados gerais obtidos na amostragem realizada na FLONA, São Francisco de Paula (RS), nos quadros pequenos sobre o estrato das arvoretas (arv), das árvores baixas (bai), médias (med) e altas (alt), nas matas A e B. ABT, área basal total; ABM, área basal média; Ni, número de indivíduos; Ne, número de espécies.	22
Tabela 4: Dados gerais obtidos na FLONA, São Francisco de Paula (RS), nos quadros grandes sobre o estrato das árvores baixas (bai), médias (med) e altas (alt) nas matas A e B. ABT, área basal total; ABM, área basal média; Ni, número de indivíduos; Ne, número de espécies.....	24
Tabela 5: Valores de congruência entre as variáveis do solo e a vegetação, amostrados na FLONA, São Francisco de Paula (RS), com as probabilidades correspondentes da congruência observada resultar do acaso.	29
Tabela 6: Variáveis do solo que maximizaram a congruência entre as variações do solo e da vegetação. As probabilidades foram significativas para todas as congruências.	63
Tabela 7: Valores médios das variáveis do solo e número médio de indivíduos de cada TF nos dois grupos de quadros de tamanho P1 da mata A.....	68
Tabela 8: Número médio de indivíduos de TF e valores médios das variáveis do solo em relação aos grupos de quadro de tamanho P3 da mata A.....	70
Tabela 9: Número médio de indivíduos de cada TF e valores médios das variáveis do solo em relação aos grupos de quadro de tamanho P1 da mata B.	73
Tabela 10: Número médio de indivíduos de cada TF e valores médios das variáveis do solo em relação aos grupos de quadro de tamanho P3 da mata B.	73
Tabela 11: Número médio de indivíduos de cada TF e valores médios das variáveis do solo em relação aos grupos de quadro de tamanho P1 de todos os quadros amostrados.....	75

Tabela 12: Número médio de indivíduos de cada TF e valores médios das variáveis do solo em relação aos grupos de quadro de tamanho P3 de todos os quadros amostrados..... 77

1 INTRODUÇÃO

"Ali, nos mirantes mais altos do Rio Grande do Sul, com as forças milenares da erosão a trabalhar diante dos olhos, com os temerosos abismos dos canhões aos pés, com o pinhal, a mata branca e o campo, tão riograndenses, em derredor, com o oceano no horizonte, as gerações do futuro nos hão de agradecer a piedade e reverência com que conservamos as mais grandiosas paisagens de nossa terra."
(Rambo)

A flora atual do Rio Grande do Sul é composta por várias floras parciais, diferentes no espaço de origem, no tempo do seu desdobramento, e, até certo ponto, também em seus troncos de origem (Rambo 1953). As florestas gaúchas refletem esta mistura de elementos de origens geográficas distintas, especialmente as matas com araucária, as matas da borda sul do planalto e da encosta leste da Serra do Sudeste (ver Jarenkow 1994, 1999). A distribuição e coexistência das espécies nessa região pode ser explicada, em grande parte, pela ação do clima e dos regimes de distúrbio, em diferentes escalas espaciais e temporais, sobre a vegetação.

De acordo com as teorias que discutem a história da vegetação no sul do Brasil, as mudanças climáticas transcorridas a partir do final do pleistoceno aliadas à geomorfologia são considerados os fatores de maior influência na distribuição atual da vegetação florestal a atuarem numa ampla escala espaço-temporal. Os estudos do registro palinológico (Roth & Lorscheitter 1993, Behling 1995, Ledru *et al.* 1998) e fitogeográficos (Rambo 1953, 1961; Klein 1975) apontam três ou quatro flutuações climáticas do final do pleistoceno aos dias de hoje, que, juntamente com a presença do planalto, teriam influenciado diretamente a distribuição atual da vegetação florestal nesta região.

Segundo Markgraf (1989), o clima de toda a América do Sul foi, em geral, mais frio do que o atual durante o último período glacial, mas os padrões de umidade mostram fortes diferenças regionais. Vuilleumier (1971) menciona que na fase mais fria deste período a vegetação das regiões mais altas da América do Sul migrou para regiões mais baixas, aumentando sua distribuição horizontal, e que o aumento da umidade ao longo do nordeste da Argentina e do sul do Paraguai e Uruguai provavelmente favoreceu a expansão da fauna e flora de ambientes de umidade intermediária em direção ao leste a partir da região dos Andes.

O registro palinológico para o leste do Planalto Sulbrasileiro indica que o clima era mais frio e seco até cerca de 10.000 anos atrás (Roth & Lorscheitter 1993; Behling 1995). Naquela época, apesar dos indícios de refúgios de matas com araucária, em locais de condições microclimáticas favoráveis, provavelmente próximos às bordas dos *canyons*, a cobertura vegetal seria escassa, com campos ralos e de solos pouco desenvolvidos. Com o aumento da umidade e da temperatura a partir desta época (Roth & Lorscheitter 1993), provavelmente pela aproximação entre a linha da costa marítima e a borda do planalto em razão da transgressão holocênica e da redução da intensidade dos ventos sudeste, ocorreu o desenvolvimento dos campos, da vegetação dos banhados, das turfeiras e dos refúgios de mata com araucária. Ledru *et al.* (1998) descrevem dois pontos (Lago dos Pires e Salitre), ambos situados dentro da área atual de contato entre o cerrado e a floresta semidecídua, onde há aproximadamente 8.000 anos os táxons presentes na floresta decídua começam a aumentar no registro polínico (Lago dos Pires), sugerindo a expansão das florestas de galeria sobre o cerrado, e os indícios da presença da floresta com araucária começam a diminuir (Salitre), sugerindo uma substituição progressiva pela floresta semidecídua, processo que se assemelha ao que ocorre hoje em nosso estado.

Evidências fósseis indicam a presença de mamíferos herbívoros de grande porte (Equidae, Camelidae e Cervidae) na região até cerca de 8.000 anos atrás (Kern 1994, Bombin & Klamt 1975), oriundos da Laurásia a partir da sua colisão com a América do Sul, ocorrida há aproximadamente 3 milhões de anos. A presença desta fauna pode ter exercido uma considerável pressão seletiva na vegetação sul americana (Pillar & Quadros 1997), embora a pressão de pastejo provavelmente não fosse muito alta se comparada aos padrões atuais (Quadros 1999). Desta forma, enquanto o clima passava a favorecer a expansão das florestas, o fogo pode ter sido o principal fator de distúrbio na manutenção das bordas entre floresta-campo, especialmente nas regiões de floresta com araucária (Pillar & Quadros 1997, Quadros 1999).

A história de paleofogos no sul do Brasil é pouco conhecida, mas Behling (1996), através da ocorrência de partículas carbonizadas em perfis de sedimento, detectou na região da floresta com araucária no Paraná o aumento da freqüência do fogo no início do Holoceno, com as maiores freqüências no final do período. Considerando que grupos humanos já se encontravam na região desde 12-13 mil anos atrás (Kern 1994), há probabilidade de que estes paleofogos sejam antropogênicos, colaborando com a idéia de que a influência humana pré-colombiana na vegetação não pode ser desprezada, inclusive através de disseminação de plantas de ocorrência natural, como a araucária, cujos pinhões coletados por caçadores-coletores nômades eram comumente escondidos (Dean 1997, Shüle 1990).

A expansão da floresta decídua se acentuou entre 7.000 e 4.000 anos atrás, de acordo com as evidências nos registros palinológicos, assim como as florestas de galeria com araucária começaram a avançar sobre o campo e a floresta tropical a se expandir na costa sul, marcando um período de expansão florestal, indicativo de

taxas de umidade maiores e de um aumento da sazonalidade (Ledru *et al.* 1998). Este período equivale à descrição do clima e vegetação da terceira flutuação climática identificada por Klein (1975) através do estudo fitogeográfico. Esta flutuação é caracterizada pela expansão da floresta da bacia dos rios Paraná-Uruguai para o leste, sul e sobre o planalto, evidenciada pela presença de espécies arbóreas desta formação na região de distribuição atual da Mata Atlântica¹ (ocorrência de 14 espécies arbóreas da floresta da bacia dos rios Paraná-Uruguai no Alto Vale do Itajaí, sugerindo uma rota migratória da floresta decidual ao longo dos vales dos rios Iguaçu-Timbó-Itajaí do Oeste, e de outras espécies na ilha de Santa Catarina (Florianópolis), sugerindo uma rota mais complexa, provavelmente pela depressão central do Rio Grande do Sul, contornando o planalto e passando por Torres).

Roth & Lorscheitter (1993) distinguem um leve recrudescimento do clima entre 5.000 e 2.500 anos atrás, que, segundo os autores, não alterou significativamente a expansão florestal. Klein (1975), no entanto, detecta uma segunda flutuação climática, caracterizada por nova redução da temperatura e da umidade, que seria responsável pela retração, especialmente de espécies pioneiras, da floresta da bacia dos rios Paraná-Uruguai.

Os últimos 2.500 anos são marcados pela elevação da umidade até os níveis de hoje e temperaturas mais amenas, provavelmente após a linha da costa ter atingido sua posição atual, trazendo ventos saturados de vapor d'água para o continente (Roth & Lorscheitter 1993, Behling 1995). Neste período, as florestas com araucária teriam entrado em franco processo de expansão sobre os campos. As espécies das florestas da bacia do Paraná-Uruguai e Atlântica, além de avançarem

¹ Conforme a classificação da vegetação adotada em IBGE (1986): Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica), Floresta Estacional Decidual (floresta da bacia do Rio Uruguai), Floresta Estacional Semidecidual (floresta das bacias dos rios Jacuí- Ibicuí e da encosta leste da Serra do Sudeste), Floresta Ombrófila Mista (matas com araucária).

sobre o campo, também teriam penetrado no sub-bosque dos pinhais nas zonas de contato. A expansão para o sul de espécies da Mata Atlântica pelo leste do Planalto Sulbrasileiro, e da floresta decídua, pelo oeste, teria resultado na mistura de elementos de ambas as formações na borda meridional do planalto, originando a floresta semidecídua que margeia o sul do planalto, e alcançado a borda oriental da Serra do Sudeste (Jarenkow 1994). Nas porções mais elevadas do planalto encontram-se as matas com araucária (pinhais) e os campos, em toda a parte misturados (Rambo 1956a), formando um mosaico belo e característico.

Os processos milenares de migração e substituição de espécies em resposta às variações climáticas, aliados à heterogeneidade geomorfológica, conferiram ao nosso estado um conjunto fabuloso de tipos de vegetação, cada qual caracterizado por uma grande diversidade de espécies. Os padrões atuais de distribuição dos organismos, entretanto, também foram, e continuam sendo, influenciados pelas alterações nos ecossistemas decorrentes das atividades humanas. A presença humana no estado data de, aproximadamente, 13 mil anos (Kern 1994), mas a gravidade dos distúrbios antrópicos aumentou radicalmente com a colonização européia. Desde então, não há fator de distúrbio que possa ter seus efeitos comparados à magnitude da interferência humana nos sistemas naturais.

O grande impacto humano sobre a vegetação florestal, em especial, começou na primeira metade do século XIX, com a chegada dos imigrantes alemães e, posteriormente, italianos. A instalação dos imigrantes em pequenas propriedades, geralmente em áreas mais íngremes, com solos menos valorizados e densa cobertura florestal, resultou em significativas alterações da cobertura vegetal, devido à extração de madeira para lenha e construções e à implantação da indústria madeireira em grande escala (Balbuena 1997).

A exploração madeireira e a expansão das fronteiras agrícolas, reduziram a cobertura florestal original do estado, estimada em torno de 40%, para cerca de 5,6% (Rio Grande do Sul/SAA & Embrapa 1994), em grande parte representada por matas secundárias. A cobertura original da mata com araucária na Região Sul do Brasil é estimada em aproximadamente 175.000 km², dos quais restam pouco mais de 10% (Leite & Klein 1990), e no estado, permanece em apenas 3% de sua área original (Brasil 1983, *apud* Vaccaro 1997). O mais grave é que o desmatamento prossegue, sendo que entre 1985 e 1990 ainda foram desmatados 49.450 ha no estado (Fundação SOS Mata Atlântica/INPE 1993).

Na paisagem herdada da imensa redução das florestas gaúchas, muitos ambientes que antes eram essencialmente contínuos foram transformados em manchas isoladas do hábitat original (ilhas de hábitat), com diferentes graus de perturbação, dentro da paisagem agro-pastoril dominante (Duarte 1998).

É bem conhecido que a fragmentação conduz à perda de espécies nas comunidades biológicas, de forma que este processo tem sido considerado uma das maiores ameaças à biodiversidade (Wilson 1988). A fragmentação atua sobre a diversidade de espécies por dois processos distintos, que atuam em tempos diferentes: a curto prazo, a própria redução da área resulta num menor número de espécies do que nas áreas contínuas, e a insularização, dependente do tamanho da área e do grau de isolamento do fragmento, e que atua num prazo mais longo (Fernández 1997). A fragmentação também provoca alterações no microclima nas proximidades das bordas dos fragmentos (efeito de borda), que se refletem na composição de espécies destas regiões. Embora o efeito de borda possa beneficiar algumas espécies, para a maioria das espécies características da mata contínua ele implica numa redução ainda maior da área disponível (Tabarelli *et al.* 1998). Desta forma, a fragmentação produz alterações no ambiente físico das matas, através do

efeito de borda, e interfere nos processos de distribuição geográfica das espécies, através da insularização (Duarte 1998).

Por outro lado, grande parte da biodiversidade existente em áreas intensamente utilizadas está localizada em fragmentos, e a conservação das biotas regionais pode depender inteiramente da manutenção e manejo adequado destes remanescentes da cobertura original (Saunders *et al.* 1991).

Neste cenário preocupante, a importância das Unidades de Conservação (U.C.) aumenta a cada dia, pela necessidade urgente de aumentarmos o número de áreas protegidas, e, principalmente, de exercermos um manejo sábio nas U.C. já existentes (Fernández 1997). As U.C. são um caso particular de fragmentos de hábitat e sua proteção não garante necessariamente a preservação, a longo prazo, das espécies presentes, pois podem estar sujeitas aos processos de redução de diversidade ligados à fragmentação. Desta forma, as estratégias de conservação da biodiversidade nas U.C. devem considerar suas relações com a paisagem que as circunda. Os fragmentos existentes no entorno das U.C. estão, em geral, na mão de proprietários privados e seu futuro depende muito da atitude das comunidades locais (Baundry 1989). Neste sentido, as áreas cuja preservação (ver art. 155 da Lei Estadual nº. 11.520, Rio Grande do Sul 2000) ou restrição de uso (Zonas de Transição, ver Resolução CONAMA nº 13/90, Brasil 1990) é prevista em lei, são de extrema importância para a proteção da biodiversidade nas U.C. e no entorno, pois aumentam suas probabilidades de continuidade e/ou conexão, mesmo que os interesses privados sejam conflitantes, a princípio, com os interesses sociais mais amplos de conservação.

Embora a legislação ofereça algumas ferramentas para a proteção da biodiversidade, é preciso que busquemos soluções para a conservação ambiental integradas com o desenvolvimento social e econômico das comunidades locais

(Wells & Brandon, 1993), como o incentivo às práticas tradicionais não impactantes e o desenvolvimento de tecnologias apropriadas para o manejo sustentável das florestas naturais (Duarte 1998).

A Floresta Nacional de São Francisco de Paula (FLONA) apresenta dupla importância neste contexto. Por um lado, é considerada uma área núcleo de biodiversidade na região sul da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica e Ecossistemas Associados (Câmara 1991), declarada patrimônio ambiental da humanidade pela UNESCO em 1992. As áreas núcleo são ambiente que abrigam uma biota diversa, com capacidade de recolonizar áreas com flora e fauna depauperadas nas suas proximidades. Por outro, as Flonas são U.C. de uso direto, e uma de suas funções é o desenvolvimento de tecnologias de manejo florestal, especialmente com espécies nativas, extremamente necessárias para a manutenção e ampliação dos ecossistemas florestais em harmonia com as atividades produtivas humanas (ver IBAMA/GTZ 1997).

Apesar de sua importância, a estrutura e a composição florística de suas matas é pouco conhecida. Considerando a necessidade de informações ecológicas básicas para subsidiar o planejamento do manejo da área e do seu entorno, este trabalho pretende contribuir para o entendimento das comunidades vegetais nesta unidade de conservação.

O trabalho é composto de dois capítulos. O primeiro pretende descrever a estrutura e composição florística de duas matas, bem como detectar padrões espaciais na distribuição das espécies e suas relações com as características do solo. No segundo capítulo, as análises espaciais são baseadas em taxonomias alternativas, ou tipos funcionais (TFs), através das quais busca-se a identificação de atributos que possam refletir estratégias adaptativas às variações nos descritores do solo.

2 PADRÕES FLORÍSTICOS E SUAS RELAÇÕES COM O SOLO EM MATA COM ARAUCÁRIA

2.1 Introdução

Os estudos sobre as matas com araucária são relativamente poucos, especialmente os que apresentam abordagens quantitativas. Aspectos fitogeográficos e da dinâmica da vegetação, inclusive nas zonas de contato da mata com araucária com outras formações, são discutidos por Rambo (1951a, 1951b, 1953, 1956a, 1961), Klein (1960, 1975, 1984), Roth & Lorscheitter (1993), Jarenkow (1994), Pillar & Quadros (1997), Ledru et al (1998), entre outros. Hüeck (1972), Machado & Siqueira (1979), Klein (1960, 1984) e Jarenkow (1999) caracterizam de maneira ampla a fisionomia dos tipos florestais com araucária no sul do Brasil. Para os estados do Paraná (Klein et al. 1979) e Santa Catarina (Klein 1985), encontramos a descrição geral da composição e da estrutura vertical das formações com araucária. Para o Rio Grande do Sul, os trabalhos de Rambo (1948, 1949, 1951a, 1953, 1956a, 1956b) descrevem a composição florística, a estrutura, as características da mata com araucária na sua área de distribuição e a história fitogeográfica de sua flora. Backes (1983) relata genericamente a estrutura e a composição, além de elaborar uma lista de espécies, de uma floresta em Canela (RS). Para as unidades de conservação, encontramos a descrição florística dos tipos de vegetação do Parque Nacional dos Aparados da Serra (Baptista et al. 1979, *apud* Vaccaro 1997) e da Estação Ecológica de Aracuri (Waechter et al. 1984). Sobre a composição florística e formas biológicas dos estratos inferiores de florestas com araucária encontramos os trabalhos de Cestaro et al. (1986), Senna & Waechter (1997), sendo que neste também são discutidos os padrões de distribuição geográfica das pteridófitas.

Nos estudos quantitativos de comunidades florestais predomina a abordagem fitossociológica, na qual a média das performances (número de indivíduos, cobertura) de cada espécie em cada uma das múltiplas parcelas é generalizada para toda a comunidade (Martins 1993). Nos estados do Paraná (Longhi & Faehser 1980, Oliveira & Rotta 1982, Galvão et al 1989, Silva & Marconi 1990), Santa Catarina (Negrelle & Silva 1992, Silva et al. 1997, Silva et al. 1998) e Rio Grande do Sul (Jarenkow 1985, Vaccaro 1997), estimativas de abundância, frequência, densidade, dominância, valor de importância e valor de cobertura são os principais parâmetros utilizados para a descrição estrutural das florestas com araucária.

Este trabalho, além da descrição da composição florística e da estrutura das matas, pretende investigar padrões espaciais ao longo das transecções estudadas, considerando as variações da vegetação em escalas² menores e as possíveis relações com as variações no ambiente. Neste sentido, a abordagem metodológica emerge do entendimento das comunidades vegetais como sistemas complexos, que exibem alta diversidade e uma rede de interações complicadas entre os seus componentes e destes com o ambiente, que se reflete na existência de respostas não-lineares e na distribuição não-aleatória dos organismos no espaço geográfico e de recursos (Orlóci 1993).

2.2 Material e Métodos

2.2.1 Área de Estudo

A Floresta Nacional de São Francisco de Paula – FLONA - (29°23' e 29°27'S e 50°23' e 50°25'W) ocupa uma área de 1606,6 ha situada a uma altitude em torno de 930m, no município de São Francisco de Paula, RS, na margem sudeste do planalto sul-rio-grandense, onde começa sua encosta.

² Em ecologia, o termo escala geralmente é usado num sentido oposto ao da cartografia e refere-se ao tamanho das unidades observadas (Legendre & Legendre 1998).

O clima na região é do tipo Cfb, de acordo com o sistema de Köppen (Moreno 1961). Os dados climáticos fornecidos pelo Departamento Nacional de Meteorologia do Ministério da Agricultura – INMET/8º Distrito para os últimos 30 anos revelam um clima úmido, com precipitação anual de 2252 mm e temperatura média de 14,5° C; a umidade relativa média e a evaporação total foram, respectivamente, de 83,9% e 685mm; a média das temperaturas máximas atingiu 20,3°C e a máxima absoluta atingiu 34°C; a média das temperaturas mínimas foi de 9,9°C e a mínima absoluta de -6,5°C (Fernandes 1996). Conforme IBDF (1983), as geadas são freqüentes no semestre mais frio, podendo nevar nos invernos mais rigorosos. Devido à altitude e proximidade da encosta, a região é atingida por fortes nevoeiros.

O solo é classificado como Cambisolo, de textura argilosa-siltosa, com substrato basáltico, fortemente ácido, com saturação e soma de bases baixas e altos teores de alumínio trocável e de matéria orgânica. Pertencem à unidade de mapeamento Bom Jesus (Brasil 1973).

O relevo é ondulado na parte norte, onde atinge 930m de altitude. Na parte sul ele é acidentado, formando *canyons* com mais de 100m de profundidade, como nas calhas do Arroio Lageado e nos perais do Macaco Branco.

A vegetação acompanha essas variações no relevo, com a presença da Floresta Ombrófila Mista (mata com araucária) nas partes mais altas e planas, da Floresta Estacional Semidecidual nas encostas, de acordo com a classificação de IBGE (1986), e dos campos de altitude no entorno. Ambos os tipos florestais pertencem à Mata Atlântica, conforme convencionado para o plano de ação para a Mata Atlântica (Câmara 1991) e a região pertence a Reserva da Biosfera da Mata Atlântica e Ecossistemas Associados, declarada patrimônio ambiental da humanidade pela UNESCO em 1992. Além disso, a FLONA é reconhecida como área núcleo de biodiversidade na região sul para esta Reserva, constituindo ainda,

hábitat para espécies selvagens de grande porte e/ou ameaçadas de extinção, como o puma (*Puma concolor*), a jaguatirica (*Leopardus pardalis*), o bugio-ruivo (*Alouatta guariba*), e o tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*).

2.2.2 Seleção das matas estudadas

As duas matas selecionadas para o estudo correspondem a manchas fisionomicamente homogêneas, mas que contemplam a heterogeneidade ambiental (gradientes de relevo, afloramentos de basalto, umidade, luminosidade, borda com campo) e diferentes históricos de utilização. Para selecioná-las, utilizamos fotografias aéreas de 1964, mapa temático da Flona, de 1989, informações do administrador sobre o histórico da U.C. e excursões a campo. Ambas as áreas apresentavam-se em bom estado de conservação através da vista aérea registrada nas fotografias de 1964. A mata A encontra-se adjacente à única área com campo nativo presente na U.C. e sofreu com o corte seletivo e com a presença do gado até 1987, quando foi anexada à Flona. Pressupõe-se que a mata B não sofre interferência humana intensiva desde a criação da U.C., em 1945.

2.2.3 Amostragem

Para a amostragem da vegetação optou-se pelo método de parcelas contíguas, compostas por quadros de dois tamanhos (quadros pequenos de 4,5m de lado e quadros grandes de 27m de lado), em que seis quadros pequenos foram dispostos formando uma faixa central em cada quadro grande (**Figura 1**). Em cada mata (A e B) foram demarcados 24 quadros pequenos (486m²) e quatro grandes (2916m²), totalizando 48 quadros pequenos (972m²) e oito grandes (5.832m²). A

Mata A			Mata B		
1	1.1		5	5.1	
	1.2			5.2	
	1.3			5.3	
	1.4			5.4	
	1.5			5.5	
	1.6			5.6	
2	2.1		6	6.1	
	2.2			6.2	
	2.3			6.3	
	2.4			6.4	
	2.5			6.5	
	2.6			6.6	
3	3.1		7	7.1	
	3.2			7.2	
	3.3			7.3	
	3.4			7.4	
	3.5			7.5	
	3.6			7.6	
4	4.1		8	8.1	
	4.2			8.2	
	4.3			8.3	
	4.4			8.4	
	4.5			8.5	
	4.6			8.6	

Figura 1: Representação esquemática da disposição dos quadros grandes e pequenos, nas matas A e B.

localização das transecções em cada área foi preferencial, de forma a incluir máxima variação ao longo do gradiente de relevo.

A demarcação das parcelas foi feita com trena e bússola, cordas de *nylon* e estacas, com a orientação seguindo o gradiente de relevo. Os vértices das parcelas foram marcados permanentemente com tubos de PVC perfurados, para facilitar sua localização futura.

2.2.4 Variáveis Ambientais

Para a análise química do solo, coletou-se uma amostra (composta por seis subamostras) em cada quadro pequeno, totalizando 48 amostras. As perfurações foram feitas com trado meia-lua até 20 cm de profundidade, afastada a serapilheira. As amostras foram analisadas no laboratório de Análises de Solos da Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Foram avaliados os teores disponíveis das seguintes variáveis: alumínio (cmol Al/dm^3), cálcio (cmol Ca/dm^3), magnésio (cmol Mg/dm^3), potássio (cmol K/dm^3) e fósforo (cmol P/dm^3), saturação por bases (V%), saturação por alumínio (m%), pH e matéria orgânica (MO%).

2.2.5 Descrição das matas

Os critérios para inclusão das plantas (indivíduos lenhosos, exceto lianas) no inventário foram a altura igual ou superior a 2 metros, nos quadros pequenos, e perímetro à altura do peito (PAP; 1,3m do solo) igual ou superior a 62,8cm, nos quadros grandes. Foram incluídos os indivíduos presentes na borda quando possuíam pelo menos metade do diâmetro do caule dentro do quadro.

De cada indivíduo amostrado anotou-se a espécie, quando conhecida, ou o código atribuído, quando desconhecida, o perímetro (medido com fita métrica de

1,5m ou trena, para as árvores maiores), estimou-se a altura total (usando como referência vara de coleta de 6m) e registrou-se observações sobre a fenologia e características morfológicas, especialmente quando a determinação a campo não era possível.

A coleta de material botânico foi feita com vara articulada de alumínio (com comprimento máximo de 7,5m) e podão, ou com bodoque, no caso dos indivíduos muito altos. O material coletado foi identificado com o código do indivíduo, herborizado e determinado com o auxílio de especialistas (ver Agradecimentos) e consulta ao Herbário ICN do Departamento de Botânica da UFRGS.

Com base nos dados obtidos, as duas matas foram descritas quanto à composição florística e quanto à estrutura. A descrição estrutural considerou os parâmetros fitossociológicos Valor de Importância (VI) e Valor de Cobertura (VC) e a estratificação horizontal (classes de diâmetro) e vertical (classes de altura). Os parâmetros fitossociológicos estimados neste trabalho, bem como as equações (Apêndice 1) utilizadas para os cálculos, são amplamente empregados em estudos fitossociológicos brasileiros (e.g., Jarenkow 1985, 1994; Balbuena 1997; Gandolfi 2000).

Para a estratificação horizontal, a área basal dos indivíduos foi convertida em diâmetro e então foram construídas classes de 10cm de diâmetro. Para a estratificação vertical, foram consideradas quatro classes de altura: arvoretas (2m a 4,9m), árvores baixas (5m a 9,9m), árvores médias (10m a 14,9m), árvores altas (alturas superiores a 15m). Ambas as escalas de amostragem (parcelas pequenas e grandes) foram utilizadas para a descrição.

A definição dos tipos estruturais, assim como das espécies e do número de indivíduos presentes em cada tipo, foi feita para cada mata e para cada escala de

amostragem através do aplicativo SYNCSA (Pillar 2000a), pela combinação das classes de altura e diâmetro.

2.2.6 Análise dos dados

Os dados de composição florística (abundância) foram submetidos a análises de autocorrelação espacial, congruência com a variação do solo, classificação e ordenação. Para a análise de autocorrelação espacial foram utilizadas matrizes com os valores de abundância das espécies nos quadros pequenos. Para avaliar o efeito da escala nos resultados, foram delimitados quadros de dois tamanhos (P1, quadros de 20,25 m²; P3, quadros de 60,75m²), sendo que os quadros P3 foram obtidos através da união de três quadros P1 contíguos no transecção.

A existência de autocorrelação espacial entre os quadros pequenos de tamanho P1 e P3, em ambas as matas, foi avaliada através do correlograma multivariado de Mantel (Legendre & Legendre 1998). Foram calculadas as matrizes de distâncias euclidianas S e X para a matriz de dados de abundância (número de indivíduos) e para a matriz de distâncias geográficas, respectivamente. Da matriz com as dissimilaridades das distâncias geográficas (X) foram obtidas diversas matrizes (X_d), uma para cada classe de distância (d) entre as unidades amostrais. Nestas matrizes, as unidades amostrais separadas pela mesma classe de distância d estavam simbolizadas por zero e as demais por 1. A matriz S foi então comparada a cada matriz X_d e a estatística de Mantel (r_{Md}) foi calculada. O correlograma multivariado de Mantel foi construído por diagrama de dispersão. O programa Autocorr (Pillar 2000c) foi utilizado para o cálculo de r_{Md} .

A congruência (correlação) entre a variação da vegetação e do solo foi avaliada através do teste de Mantel para os quadros grandes conjuntamente nas matas A e B, e para os dois tamanhos de quadros pequenos das matas A e B,

tomados separada e conjuntamente. Para testar a significância das relações observadas, foram realizados testes de aleatorização, pois o uso da distribuição normal é considerado inadequado para a avaliação de hipóteses em dados ecológicos (Pillar & Orłóci 1996). O programa SYNCOSA (Pillar 2000a) foi utilizado para essas análises.

Para classificação e ordenação, dissimilaridades entre os quadros foram calculadas através de distâncias de corda (Pielou 1984, Podani 1994, Legendre & Legendre 1998) para as matrizes com os dados florísticos dos dois tamanhos de quadro em cada mata e para o total de quadros pequenos e grandes das duas matas, num total de sete matrizes. As matrizes de semelhança dos sete conjuntos de dados foram utilizadas nas análises de agrupamento e ordenação.

Para a classificação dos tipos de vegetação, os quadros foram agrupados pelo método de Variância Mínima ou Soma dos Quadrados (Pielou 1984) e dendrogramas foram produzidos para a expressão gráfica dos agrupamentos. O número de grupos foi selecionado com base no nível de partição que definiu grupos significativos, através do método iterativo de auto-reamostragem *bootstrap* (Pillar 1999a). Este método foi utilizado paralelamente para a avaliação da suficiência amostral para a análise de agrupamentos (Pillar 1998).

Para avaliar as tendências de variação espacial da vegetação, os quadros foram ordenados pelo método Análise de Coordenadas Principais (Pielou 1984). A suficiência amostral e a significância dos eixos utilizados para a ordenação foram avaliadas por auto-reamostragem (Pillar 1999b).

Também foram calculadas distâncias de corda entre espécies, posteriormente submetidas a análises de agrupamento pelo método de soma dos quadrados. Tabelas estruturadas foram construídas com os blocos definidos pelos grupos de espécies e de quadros para a interpretação das relações entre os grupos através de

análise de concentração (Orlóci & Kenkel 1985). Diagramas de dispersão foram construídos para a representação gráfica das análises.

As variáveis que descreveram o solo dos quadros foram padronizadas por centralização e normalização para o cálculo de matrizes de distâncias euclidianas entre os quadros. Para os quadros de tamanho P3 foram utilizadas as médias dos valores obtidos nos quadros de tamanho P1 correspondentes.

O programa SYNCOSA (Pillar 2000a) foi utilizado para as análises de agrupamento e de ordenação e o programa Multiv (Pillar 2000b) para a avaliação da suficiência amostral, significância de grupos e de eixos de ordenação por auto-reamostragem.

Para avaliar se os grupos de quadros definidos pelas espécies diferem significativamente quanto aos teores das variáveis de solo, foi realizada análise de variância. Os testes de hipóteses foram feitos para os grupos definidos com base na composição de espécies em cada mata e na análise conjunta das duas matas, nos dois tamanhos de quadros, sendo que as variáveis do solo significativamente correlacionadas com a vegetação foram tomadas individualmente. Foram calculadas distâncias euclidianas entre quadros com base na variável do solo considerada. Testes de aleatorização foram então aplicados aos dados. O programa Multiv (Pillar 2000b) foi utilizado para as análises.

2.3 Resultados

2.3.1 Condições do solo

Na mata A, a interpretação dos dados do solo, baseada em Comissão de Fertilidade do Solo do RS e SC (1994) é a seguinte: pH muito baixo; matéria orgânica alta; concentrações de cálcio predominantemente baixas nos quadros da borda com o campo, altas nos outros quadros da primeira metade da transecção e

médias nos quadros da segunda metade da transecção; concentração de magnésio média nos quadros próximos da borda com o campo e de média a alta nos demais quadros; alta concentração de potássio; concentração de fósforo predominantemente baixa e média. De acordo com Tomé Jr. (1997), os dados obtidos indicam que a concentração de alumínio é predominantemente alta; a saturação por alumínio (m%) é baixa na maioria dos quadros e média nos quadros dos extremos da transecção; o solo é distrófico quanto à saturação por bases (V%). O Apêndice 2 apresenta os valores brutos dos resultados.

Na mata B, com base em Comissão de Fertilidade do Solo do RS e SC (1994), a interpretação dos dados do solo é: pH predominantemente muito baixo, com valores baixos em alguns quadros; matéria orgânica alta; concentrações altas de cálcio, magnésio e potássio; concentrações de fósforo muito baixas, com concentrações baixas nos quadros finais da transecção. Os dados obtidos indicam, de acordo com Tomé Jr. (1997), que a concentração de alumínio é baixa; a saturação por alumínio (m%) é baixa; o solo é eutrófico quanto à saturação por bases (V%). O Apêndice 3 apresenta os valores brutos dos resultados.

2.3.2 Composição e estrutura vertical da vegetação

A amostragem da vegetação arbórea incluiu 568 indivíduos vivos e 21 mortos, pertencentes a 31 famílias, 56 gêneros e 74 espécies. Deste total, foram encontradas 23 espécies em ambas as matas, 23 espécies exclusivamente na mata A e 28 espécies exclusivamente na mata B. O número de indivíduos vivos, famílias, gêneros e espécies está indicado na **Tabela 1**, distribuídos por área (matas A e B) e escala de amostragem (quadros pequenos e grandes). A **Tabela 2** sintetiza o número de indivíduos amostrados por espécie, em cada mata e em cada escala de amostragem. Como os quadros pequenos localizavam-se dentro dos grandes, 25

indivíduos vivos e dois mortos com o perímetro à altura do peito (PAP) superior a 62,8cm foram compartilhados pelas duas escalas de amostragem.

2.3.2.1 Mata A - quadros pequenos

Myrtaceae foi a família com o maior número de espécies (14) amostradas, seguida por Lauraceae e Euphorbiaceae, cada uma com três espécies. As famílias representadas por um maior número de indivíduos foram Euphorbiaceae (86), Myrtaceae (52) e Proteaceae (16), as quais abrangeram 74% dos indivíduos amostrados. Foram registrados 11 indivíduos mortos, cujos perímetros variaram de 5 a 49cm, constituindo o quarto grupo em número de indivíduos.

Nos estratos das arvoretas e das árvores baixas ocorreram 93% dos indivíduos (**Tabela 3**) e 85,7% das espécies amostradas. As espécies que apresentaram os maiores valores de frequência e densidade absolutas ocorreram nestes estratos, entre as quais predominaram *Stillingia oppositifolia*, *Sebastiania brasiliensis*, *Roupala brasiliensis* e *Myrcia oligantha*. A distribuição do número de indivíduos por espécie amostrados em cada classe de altura é apresentada no Apêndice 4.

Em relação à cobertura, os maiores valores de área basal foram encontrados nos estratos das árvores médias e baixas, correspondendo, respectivamente, a 42,6% e 33,2% da área basal total (ABT) (**Tabela 3**). *Eugenia uruguayensis*, que apresentou o maior valor de dominância absoluta, foi amostrada em todos os estratos. *Ilex microdonta*, presente no estrato das árvores médias, e *Sebastiania brasiliensis*, presente nos estratos das árvores baixas e das arvoretas, apresentaram o segundo e o terceiro maior valor de dominância absoluta.

As espécies com maiores valores de importância (VI) foram *Stillingia oppositifolia* (44,3), *Eugenia uruguayensis* (36,8) e *Sebastiania brasiliensis* (28,0). Os

Tabela 1: Número de indivíduos, famílias, gêneros e espécies amostrados na FLONA, São Francisco de Paula (RS), distribuídos por área e escala de amostragem. P: quadros pequenos; G: quadros grandes.

	Mata A			Mata B			Total
	P	G	Total	P	G	Total	
Número de indivíduos vivos	197	73	259	239	84	310	568
Famílias	18	13	21	24	10	24	31
Gêneros	29	21	35	44	13	45	56
Espécies	35	28	46	50	15	51	74

Tabela 2: Número de indivíduos amostrados por espécie nas matas A e B, divididos por escala de amostragem (quadros pequenos e grandes). Os códigos representam os símbolos utilizados para representar as espécies nas análises de agrupamento e ordenação. P: quadros pequenos; G: quadros grandes.

Códigos	Família	Espécie	Nomes populares	Mata A		Mata B	
				P	G	P	G
Aled	Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i> (A St.-Hil. et al.) Radlk.	Chal-chal	1	1	3	
Aran	Araucariaceae	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	Pinheiro-brasileiro	5	7	3	27
Aspa	Apocynaceae	<i>Aspidosperma parvifolium</i> DC.	Peroba-branca			1	
Blsa	Myrtaceae	<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O Berg	Murta	1	2	5	25
Brcu	Solanaceae	<i>Brunfelsia cuneifolia</i> J.A. Smith	Primavera			1	
Caco	Myrtaceae	<i>Calyptanthes concinna</i> DC.	Guamirim-facho	6		1	
Carh	Myrtaceae	<i>Campomanesia rhombea</i> O. Berg					2
Caxa	Myrtaceae	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg	Guabirobeira-do-mato	1	1		
Casp	Solanaceae	<i>Capsicum</i> sp.				1	
Cade	Flacourtiaceae	<i>Casearia decandra</i> Jacq.	Guaçatunga	7			36
Ceig	Ulmaceae	<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sargent	Esporão-de-galo			2	
Ciam	Lauraceae	<i>Cinnamomum amoenum</i> (Nees) Kosterm.				2	
Cigl	Lauraceae	<i>Cinnamomum glaziovii</i> (Mez) Vatt.	Garuva			3	6
Cigo	Icacinaceae	<i>Citronella gongonha</i> (Mart.) Howard	Congonha	1		5	2
Cohe	Rubiaceae	<i>Coutarea hexandra</i> (Jacq.) K.Schum.				3	
Crmo	Lauraceae	<i>Cryptocarya moschata</i> Nees & Mart.	Canela-fogo			12	5
Cuve	Sapindaceae	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Camboatá-vermelho		1	3	
Dasp	Asteraceae	<i>Dasyphyllum</i> sp.					1
Drbr	Winteraceae	<i>Drimys brasiliensis</i> Miers	Casca d'anta	1	1		
Euin	Myrtaceae	<i>Eugenia involucrata</i> DC.	Cerejeira			1	1
Euoe	Myrtaceae	<i>Eugenia oedocarpa</i> O. Berg		1	1		
Eups	Myrtaceae	<i>Eugenia psidiiflora</i> O. Berg		6			
Euur	Myrtaceae	<i>Eugenia uruguayensis</i> Cambess	Batinga-vermelha	9	11	2	
Gofr	Theaceae	<i>Gordonia fruticosa</i> (Schrad.) Keng	Santa-rita			1	
Heom	Monimiaceae	<i>Hennecartia omphalandra</i> Poisson					12
Ilbr	Aquifoliaceae	<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	Caúna			2	
Ilmi	Aquifoliaceae	<i>Ilex microdonta</i> Reissek	Congonha	1		3	
Ilpa	Aquifoliaceae	<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil.	Erva-mate			10	5
Late	Cunoniaceae	<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	Guaperê			1	
Libr	Anacardiaceae	<i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand	Aroeira-braba	1			
Loni	Fabaceae	<i>Lonchocarpus nitidus</i> (Vogel) Benth.					1
Mael	Sapindaceae	<i>Matayba eleagnoides</i> Radlk.	Camboatá-branco			5	3
Maev	Celastraceae	<i>Maytenus evonymoides</i> Reissek					2
Mici	Melastomataceae	<i>Miconia cinerascens</i> Miq.		2			
Moel	Monimiaceae	<i>Mollinedia elegans</i> Tul.		1			3
Mycu	Myrtaceae	<i>Myrceugenia cucullata</i> D.Legrand		7	2		
Myeu	Myrtaceae	<i>Myrceugenia euosma</i> (O. Berg) D.Legrand	Guamirim	2	1		
Myfo	Myrtaceae	<i>Myrceugenia foveolata</i> (O. Berg) Sobral					1
Mymi	Myrtaceae	<i>Myrceugenia miersiana</i> (Gardn.) D.Legrand & Kausel		1			2
Mymy	Myrtaceae	<i>Myrceugenia myrcioides</i> (Cambess) O. Berg		1			5
Myox	Myrtaceae	<i>Myrceugenia oxysepala</i> (Burret) D.Legrand & Kausel					2
Myol	Myrtaceae	<i>Myrcia oligantha</i> O. Berg		13			9
Mygi	Myrtaceae	<i>Myrcianthes gigantea</i> (D.Legrand) D.Legrand	Araçá-do-mato	1			
Myde	Myrtaceae	<i>Myrciaria delicatula</i> (DC.) O. Berg		1	3		1
Myfl	Myrtaceae	<i>Myrciaria floribunda</i> (West ex Willd.) O. Berg				3	

Códigos	Família	Espécie	Nomes populares	Mata A		Mata B	
				P	G	P	G
Myat	Myrtaceae	<i>Myrrhinium atropurpureum</i> Schott	Murtinho			1	
Myco	Myrsinaceae	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br.	Capororoca	1			
Myum	Myrsinaceae	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Capororoca-vermelha			8	2
Neme	Lauraceae	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	Canela-amarela	1	1	7	4
Ocin	Lauraceae	<i>Ocotea indecora</i> (Schott) Mez	Canela-preta	1	1		
Ocla	Lauraceae	<i>Ocotea lancifolia</i> (Schott) Mez		2			
Ocpu	Lauraceae	<i>Ocotea puberula</i> (A Rich.) Nees	Canela-guaicá		1	1	3
Ocpu	Lauraceae	<i>Ocotea pulchella</i> Mart.	Canela-lageana		3	1	1
Ocf	Lauraceae	<i>Ocotea</i> sp.				1	2
Pipa	Simaroubaceae	<i>Picramia parvifolia</i> Engl.	Pau-amargo			1	
Pipe	Rutaceae	<i>Pilocarpus pennatifolius</i> Lemaire	Jaborandi, Cutia-branca			15	
Pino	Asteraceae	<i>Piptocarpha notata</i> (Less.) Baker	Braço-de-mico			2	
Pola	Podocarpaceae	<i>Podocarpus lambertii</i> Klotzsch ex Endl.	Pinheiro-bravo	3	3		
Prse	Rosaceae	<i>Prunus sellowi</i> Koehne	Pessegueiro-brabo	2	1		
Rocf	Annonaceae	<i>Rollinia rugulosa</i> Schldtl.	Araticum	7		1	
Robr	Proteaceae	<i>Roupala brasiliensis</i> Klotzsch	Carvalho-brasileiro	16	2	2	1
Rupa	Rubiaceae	<i>Rudgea parquioides</i> (Cham.) Müll.Arg.		6		24	
Sagl	Euphorbiaceae	<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax	Leiteiro	1	3		
Sebr	Euphorbiaceae	<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	Branquilha-leiteiro	28		14	
Sire	Myrtaceae	<i>Siphoneugena reitzii</i> D.Legrand		2			
Sosa	Solanaceae	<i>Solanum sanctaecatharinae</i> Dun.	Joá-manso			1	
Stop	Euphorbiaceae	<i>Stillingia oppositifolia</i> Baill. ex Müll.Arg.		57		17	
Stbr	Loganiaceae	<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.				1	
Stle	Styracaceae	<i>Styrax leprosus</i> Hook. et Arn.	Carne-de-vaca			1	
Trel	Meliaceae	<i>Trichilia elegans</i> Juss.	Pau-de-ervilha			5	
Vabr	Solanaceae	<i>Vassobia breviflora</i> (Sendtn.) Hunz.	Esporão-de-galo			1	
Vedi	Asteraceae	<i>Vernonia discolor</i> (Spreng.) Less.	Vassourão-preto		2		
Xycf	Flacourtiaceae	<i>Xylosma</i> cf. <i>pseudosalzmannii</i>				2	1
Zaas	Rutaceae	<i>Zanthoxylum astrigerum</i> (Cowan) P.G.Waterman	Mamica-de-cadela			3	
Mo M		Mortas		11	1	6	3
Total de indivíduos vivos				197	73	239	84
Total de indivíduos				208	74	245	87

Tabela 3: Dados gerais obtidos na amostragem realizada na FLONA, São Francisco de Paula (RS), nos quadros pequenos sobre o estrato das arvoretas (arv), das árvores baixas (bai), médias (med) e altas (alt), nas matas A e B. ABT, área basal total; ABM, área basal média; Ni, número de indivíduos; Ne, número de espécies.

	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
	arv	arv	bai	bai	med	med	alt	alt	total	total
ABT (m ²)	0.1097	0.0654	0.5284	0.1953	0.6767	0.4594	0.2742	1.4081	1.5890	2.1282
ABT (%)	6.9	3.1	33.3	9.2	42.6	21.6	17.3	66.2	100.0	100.0
ABM (m ² /ind)	0.0009	0.0005	0.0093	0.0028	0.0752	0.0230	0.0548	0.1083	-	-
Ni	126	135	57	71	9	20	5	13	197	239
Ni (%)	64	56	29	30	5	8	3	5	100	100
Ne	25	40	18	22	7	14	4	10	35	50

maiores valores de cobertura (VC) foram de *Eugenia uruguayensis* (30,7), *Stillingia oppositifolia* (29,5) e *Sebastiania brasiliensis* (21,0). Os resultados fitossociológicos coincidem com a representatividade dessas três espécies nos estratos onde atingem o maior porte captados nesta escala de amostragem. Os detalhes são apresentados para todas as espécies no Apêndice 5.

2.3.2.2 Mata A – quadros grandes

A família com o maior número de espécies foi Myrtaceae (9) também nesta escala de amostragem; Lauraceae foi a segunda família em número de espécies (6). Estas famílias também acumularam o maior número de indivíduos, representando 60% do total amostrado.

Os indivíduos encontraram-se distribuídos em três estratos, com as maiores densidades encontradas no estrato médio (63% dos indivíduos). Este estrato também apresentou a maior riqueza de espécies (75% das espécies) e os maiores valores de cobertura (69,8% da ABT), conforme pode ser observado na **Tabela 4**. As espécies mais abundantes, *Cryptocarya moschata* e *E. uruguayensis*, ocorreram predominantemente neste estrato, assim como *Araucaria angustifolia*.

Alguns indivíduos do estrato das árvores altas apresentaram um porte bastante elevado, com alturas em torno de 25m, especialmente das espécies *Ocotea pulchella*, *Nectandra megapotamica* e *Blepharocalyx salicifolius*.

2.3.2.3 Mata B – quadros pequenos

A família representada pelo maior número de espécies foi Myrtaceae (12), seguida por Lauraceae (6). As famílias que apresentaram o maior número de indivíduos foram Flacourtiaceae (38), Myrtaceae (32), Euphorbiaceae (31) e Rubiaceae (27), correspondendo a 52% do total amostrado.

Tabela 4: Dados gerais obtidos na FLONA, São Francisco de Paula (RS), nos quadros grandes sobre o estrato das árvores baixas (bai), médias (med) e altas (alt) nas matas A e B. ABT, área basal total; ABM, área basal média; Ni, número de indivíduos; Ne, número de espécies.

	A bai	A med	B med	A alt	B alt	A total	B total
ABT (m ²)	0.6471	5.1249	1.7946	1.5698	11.9316	7.3417	13.7261
ABT (%)	8.8	69.8	13.1	21.4	86.9	100	100.001
ABM (m ² /ind)	0.0647	0.1114	0.0718	0.0923	0.2022	-	-
Ni	10	46	25	17	59	73	84
Ni (%)	13.7	63.0	29.8	23.3	70.2	100	100
Ne	7	21	10	10	12	28	15

Os estratos inferiores (arvoretas e árvores baixas) acumularam 86,2% dos indivíduos e 84 % das espécies amostradas (**Tabela 3**). O estrato das arvoretas, em particular, apresentou uma riqueza expressiva, com a presença de 80% das espécies encontradas nos quadros pequenos desta mata, e 54 % do total de espécies amostradas (ver Apêndice 6). As espécies que apresentaram os maiores valores de frequência e densidade relativas, *Casearia decandra*, *Rudgea parquioides*, *Pilocarpus pennatifolius* e *Stillingia oppositifolia*, ocorreram nestes estratos (Apêndice 7).

Os estratos superiores (árvores médias e altas) apresentaram os maiores valores de área basal, totalizando 87,6% da ABT. Apesar da baixa densidade, *A. angustifolia* apresentou o maior valor de dominância absoluta em função do grande porte de dois indivíduos amostrados, seguida por *Matayba elaeagnoides*, *Blepharocalyx salicifolius* e *Ilex paraguariensis*, estas amostradas em ambos os estratos.

Araucaria angustifolia apresentou os maiores VI e VC (47,9 e 46,15, respectivamente), seguida por *Casearia decandra* (27,58 e 17,95), *Rudgea parquioides* (18,2 e 10,35) e *Ilex paraguariensis* (14,9 e 10,1). Enquanto os valores encontrados para *Araucaria angustifolia* relacionam-se ao grande porte dos indivíduos encontrados no estrato das árvores altas, a abundância de *Casearia decandra* e *Rudgea parquioides* no estrato das árvores baixas e arvoretas, respectivamente, foi responsável pelos valores elevados de seus índices. *Ilex paraguariensis* foi amostrada em todos os estratos, com um número maior de indivíduos nos estratos inferiores, mas também representada por indivíduos de maior porte nos estratos superiores.

2.3.2.4 Mata B – quadros Grandes

Lauraceae foi representada por seis espécies e as demais famílias apenas por uma espécie cada. As famílias com o maior número de indivíduos foram Araucariaceae (27), Myrtaceae (25) e Lauraceae (17), acumulando 78% do total amostrado.

Dois estratos foram delimitados, sendo que 70% dos indivíduos foram amostrados no estrato das árvores altas (**Tabela 4**). *Araucaria angustifolia* e *Blepharocalyx salicifolius* dominaram em ambos os estratos, com 62% dos indivíduos amostrados, seguidas de longe por *Cinnamomum glaziovii*, *Ilex paraguariensis* e *Nectandra megapotamica*. A riqueza de espécies foi relativamente baixa, com poucas espécies respondendo pelo grande número de indivíduos amostrados.

A área basal do estrato das árvores altas foi bastante maior (86,9%), assim como a área basal média de seus indivíduos (**Tabela 4**). Embora *Blepharocalyx salicifolius* tenha sido representada por um grande número de indivíduos, 68,4% da ABT pertenceu a *Araucaria angustifolia*, o que indica a grande influência desta espécie na estrutura da mata.

2.3.3 Autocorrelação espacial e congruência entre vegetação e solo

Os resultados (**Figura 2**) apontam a existência de uma pequena autocorrelação espacial entre os quadros adjacentes (classe de distância 1) em ambas as matas, nos dois tamanhos de quadro. Embora a autocorrelação tenha sido baixa, para todos os tamanhos de quadro os valores foram maiores na mata A. Os valores encontrados variaram com o tamanho do quadro, com as maiores autocorrelações encontradas para os quadros de tamanho P3, em ambas as matas.

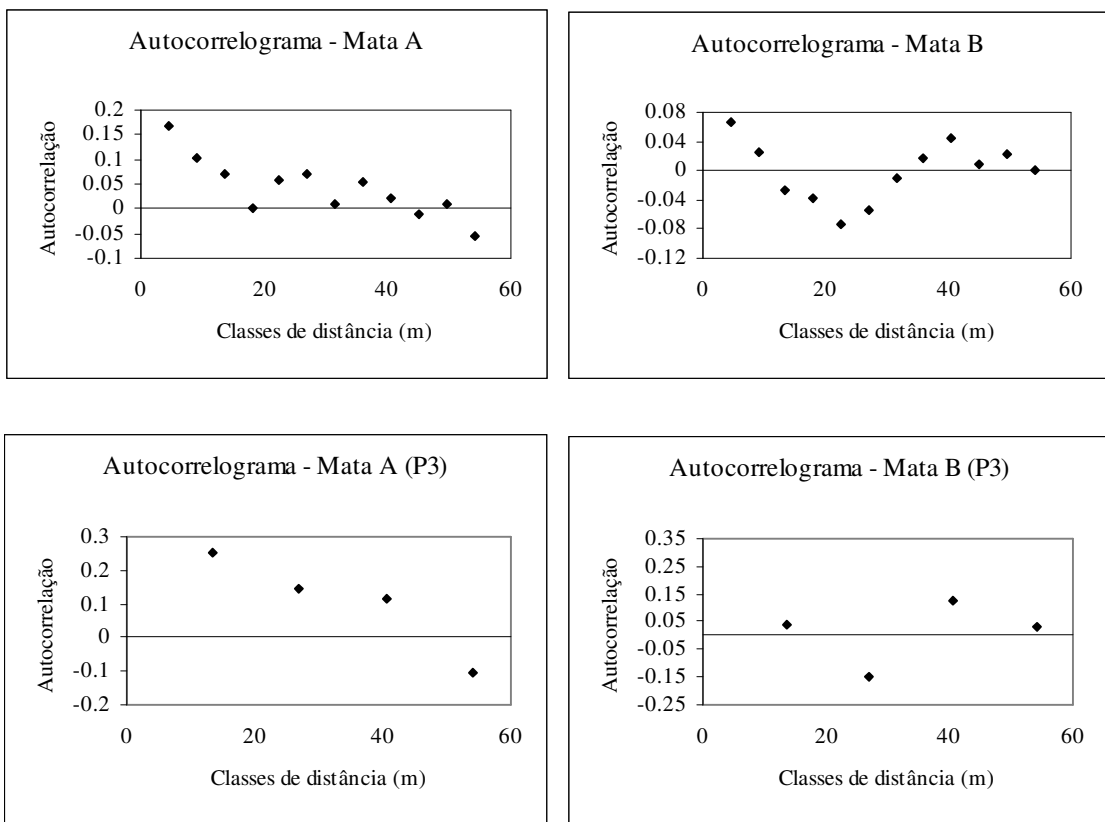


Figura 2: Autocorrelogramas para análise de autocorrelação espacial dos quadros das matas A e B. Os resultados são apresentados para os quadros separados por classes de distância de 4,5 a 54 m (P1) e de 13,5 a 54m (P3).

A congruência (correlação) entre a variação da vegetação e as nove variáveis do solo foi detectada para os quadros grandes e para os quadros de tamanho P1 e P3 na mata A e na análise conjunta dos quadros das duas matas, sendo que, nestas análises, os valores foram significativos. Na mata B, os valores de congruência foram baixíssimos e não apresentaram significância. As variáveis do solo foram então hierarquizadas para a obtenção do subconjunto com os valores máximos de congruência. Neste caso, os valores de congruência encontrados nas análises foram significativos (**Tabela 5**). Para a interpretação das relações entre solo e vegetação foram utilizados os subconjuntos de variáveis que otimizaram a congruência.

Nos quadros pequenos, as congruências aumentaram com o aumento do tamanho dos quadros, revelando um efeito da escala nos resultados observados.

2.3.4 Padrões florísticos

O teste de estabilidade dos eixos de ordenação não foi significativo considerando os seis primeiros eixos, indicando que os padrões observados nas análises são inconsistentes (Apêndice 8)

2.3.4.1 Quadros pequenos na mata A

Foram delimitados três grupos nítidos ($\alpha=0.1$) de quadros para as análises de agrupamento efetuadas nos dois tamanhos de quadro (**Figura 3** e **Figura 4**). A estabilidade das curvas indica que a suficiência amostral foi atingida a partir do 9º quadro, para os quadros de tamanho P1 e, no tamanho P3, embora a curva apresente estabilidade a partir do 6º quadro, o pequeno número de quadros dificulta a observação de tendências consistentes

Na mata A, os três grupos de quadros (**Figura 5**) e os seis e quatro grupos de espécies (**Figura 6**) resultantes das análises de agrupamento para os quadros de

Tabela 5: Valores de congruência entre as variáveis do solo e a vegetação, amostrados na FLONA, São Francisco de Paula (RS), com as probabilidades correspondentes da congruência observada resultar do acaso.

Mata	Tamanho do quadro	Congruência	Probabilidades	Variáveis que maximizaram a congruência		
A	A1	0.478377	0.001	Al	K	MO
A	A3	0.722713	0.001	Al		
B	B1	0.226463	0.012	MO	Mg	
B	B3	0.390441	0.007	Mg		
Ambas	T1	0.387554	0.001	Mg	Al	MO
Ambas	T3	0.571287	0.001	Al	Mg	

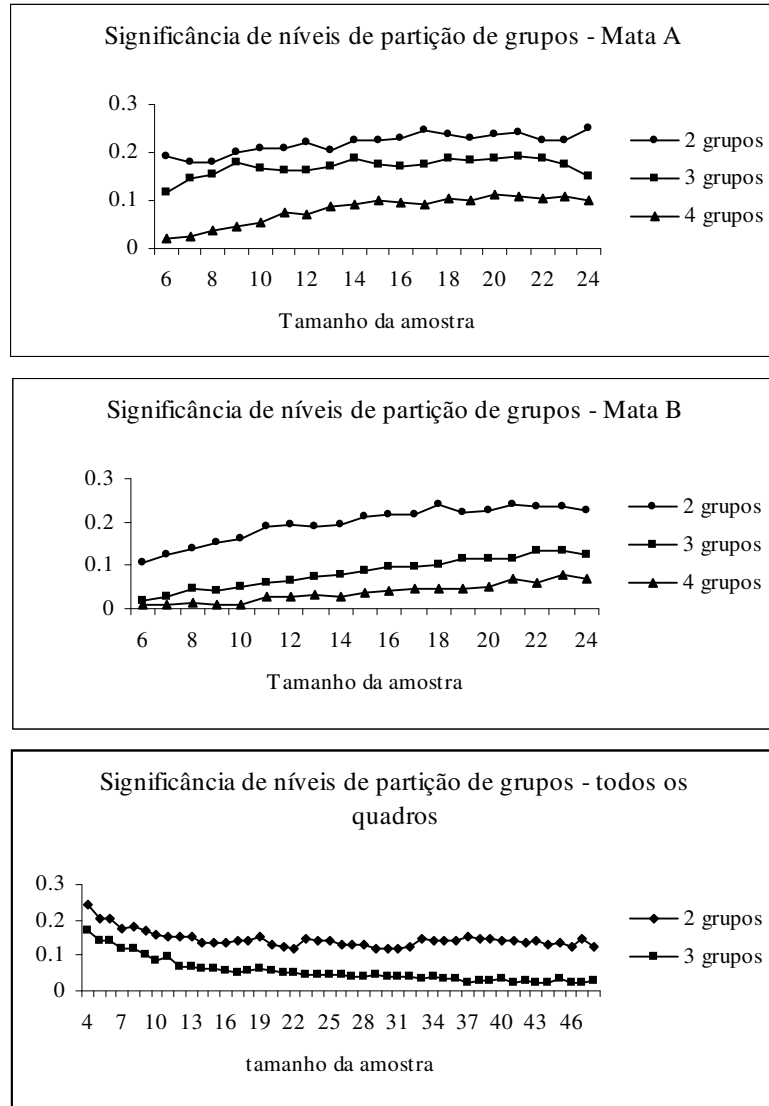


Figura 3: Significância dos níveis de partição de grupos e suficiência amostral para quadros de tamanho P1 das matas A e B isoladamente e em conjunto.

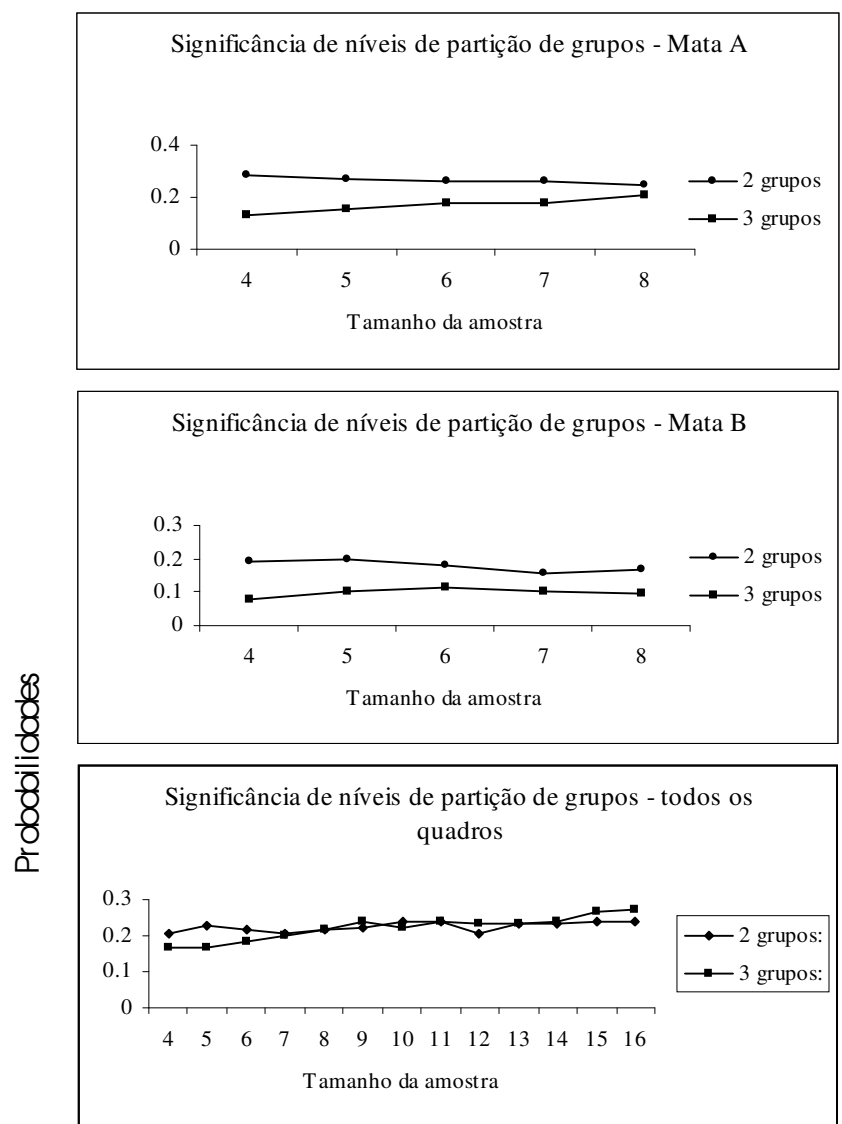


Figura 4: Significância dos níveis de partição de grupos e suficiência amostral para quadros de tamanho P3 das matas A e B isoladamente e em conjunto.

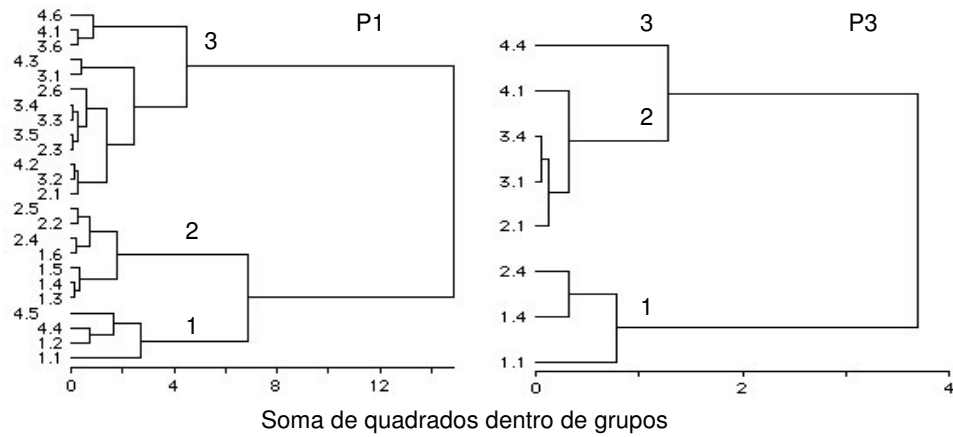


Figura 5: Análise de agrupamentos dos quadros de tamanho P1 e P3 da mata A.

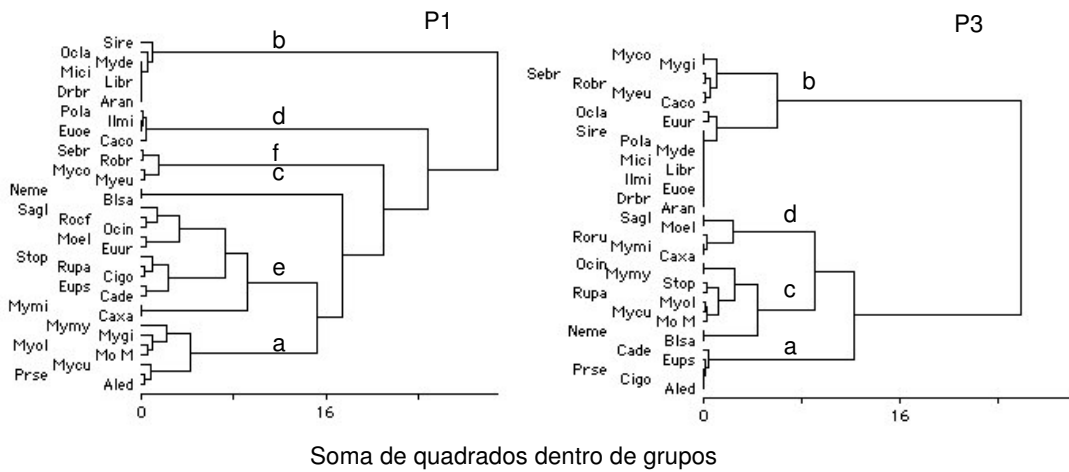


Figura 6: Análise de agrupamentos de espécies para os quadros de tamanho P1 e P3 da mata A. Os códigos das espécies estão apresentados na Tabela 2.



Figura 7: Análise de concentração dos quadros de tamanho P1 e P3 da mata A. Os grupos de quadros e de espécies foram definidos através de análise de agrupamentos. Os quadros pertencentes a cada grupo (1, 2 e 3) estão representados na Figura 5. As espécies correspondentes a cada grupo estão representadas na Figura 6

tamanho P1 e P3, respectivamente, apresentaram poucas diferenças nos padrões espaciais observados, sendo que os quadros dos extremos da transecção apresentaram maior variação no agrupamento com os demais quadros em função da variação do tamanho do quadro. As relações entre a composição e os grupos de quadros, entretanto, apresentaram diferenças nas análises com os quadros de diferentes tamanhos.

Na análise de concentração (**Figura 7**) dos quadros de tamanho P1, o grupo de espécies *a*, que compreendeu espécies com abundâncias similares em quadros de diferentes grupos, como *Myrcia oligantha*, *Myrceugenia cucullata* e os indivíduos mortos, foi relacionado a todos os grupos de quadros. O grupo 1 de quadros foi relacionado aos grupos com as espécies que prevaleceram na borda com o campo, em ambos os tamanho de quadro. Os grupos com os quadros adjacentes aos da borda com o campo foram associados a presença de *Sebastiania brasiliensis* e *Roupala brasiliensis*, mas os grupos nos quais estas espécies foram classificadas apresentaram mudanças na composição com a variação do tamanho do quadro. Os quadros localizados mais distantes da borda mantiveram um padrão espacial similar com a variação do tamanho do quadro e foram relacionados principalmente à presença de *Stillingia oppositifolia*.

2.3.4.2 Quadros pequenos na mata B

Foram identificados três grupos nítidos ($\alpha=0.1$) de quadros para a análise de agrupamento dos quadros de tamanho P1 (**Figura 3**) e apenas dois grupos para os de tamanho P3 (**Figura 4**). A estabilidade das curvas indica que a suficiência amostral foi alcançada a partir do 19º quadro, para os quadros de tamanho P1. A estabilidade da curva não pode ser observada consistentemente para os quadros de

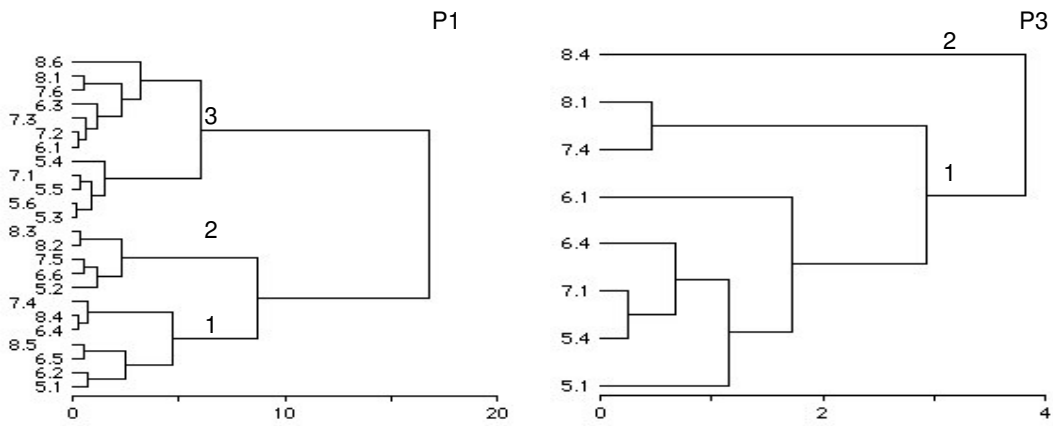
tamanho P3, embora as probabilidades tenham sido maiores que o limite α estabelecido.

Os grupos de quadros produzidos pela análise de agrupamentos dos quadros de tamanho P1 e P3 (**Figura 8**) apresentaram distintos padrões de distribuição espacial, o mesmo ocorrendo quanto à composição dos grupos de espécies (**Figura 9**). A redução do número de grupos nos quadros de tamanho P3 não produziu distinções evidentes entre os grupos.

Nos resultados da análise de concentração (**Figura 10**) para os grupos formados a partir dos quadros de tamanho P1, o grupo de espécies *d* foi relacionado a todos os grupos de quadros, enquanto os grupos cujas espécies mais abundantes foram *Pilocarpus pennatifolius* e *Rudgea parquioides* (a, g) foram associados ao grupo 3, e os grupos representados basicamente por espécies raras, foram associados aos grupos 1 (e, f) e 2 (b, c). Em P3, todos os grupos de espécies foram associados ao grupo 1, mas o grupo b, em P3, apresentou uma associação mais forte com o grupo 2. Devido a classificação de apenas dois grupos de quadros não foram gerados diagramas de dispersão para as análises de concentração dos quadros de tamanho P3.

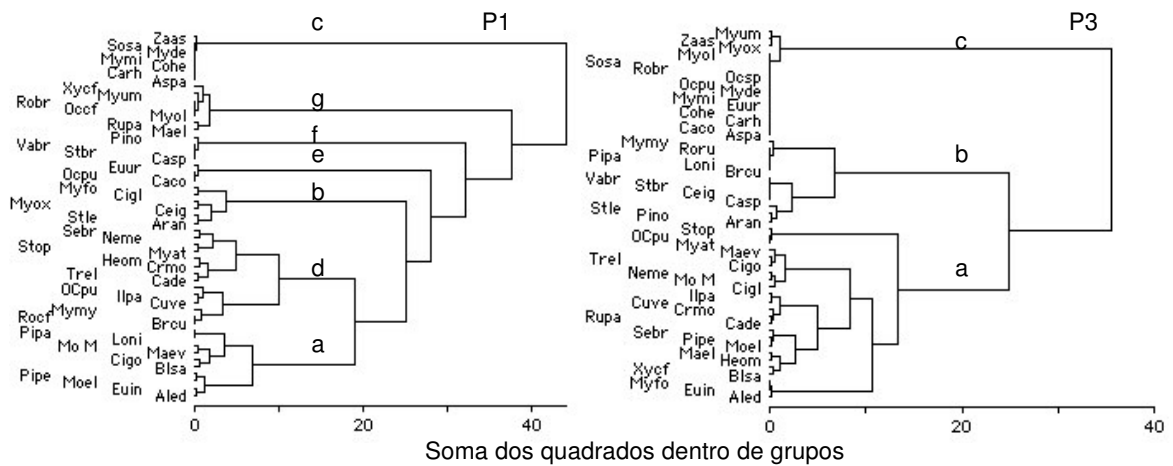
2.3.4.3 Análise conjunta dos quadros pequenos em ambas as matas

Foram delimitados dois grupos nítidos ($\alpha=0.1$) para os quadros de tamanho P1 (**Figura 3**) e três grupos para os quadros de tamanho P3 (**Figura 4** e **Figura 11**). Quanto às espécies, foram delimitados seis e três grupos para os quadros de tamanho P1 e P3, respectivamente (**Figura 12**). Com o aumento do tamanho dos quadros, as análises de agrupamento produziram alterações quanto à posição espacial dos quadros relacionados a um mesmo grupo e na composição dos grupos de espécies associados aos grupos de quadros, mas, de uma maneira geral, os



Soma dos quadrados dentro de grupos

Figura 8: Análise de agrupamento dos quadros de tamanho P1 e P3, na mata B.



Soma dos quadrados dentro de grupos

Figura 9: Análise de agrupamentos de espécies para os quadros de tamanho P1 e P3 da mata B. Os códigos das espécies estão apresentados na Tabela 2.

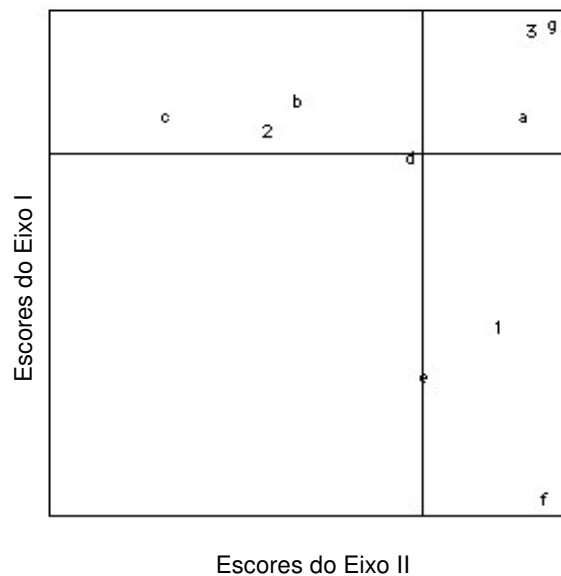


Figura 10: Análise de concentração dos quadros de tamanho P1 da mata B. Os grupos de quadros e de espécies foram definidos através de análise de agrupamentos. Os quadros pertencentes a cada grupo (1, 2 e 3) estão representados na Figura 8. As espécies correspondentes a cada grupo estão representadas na Figura 9.

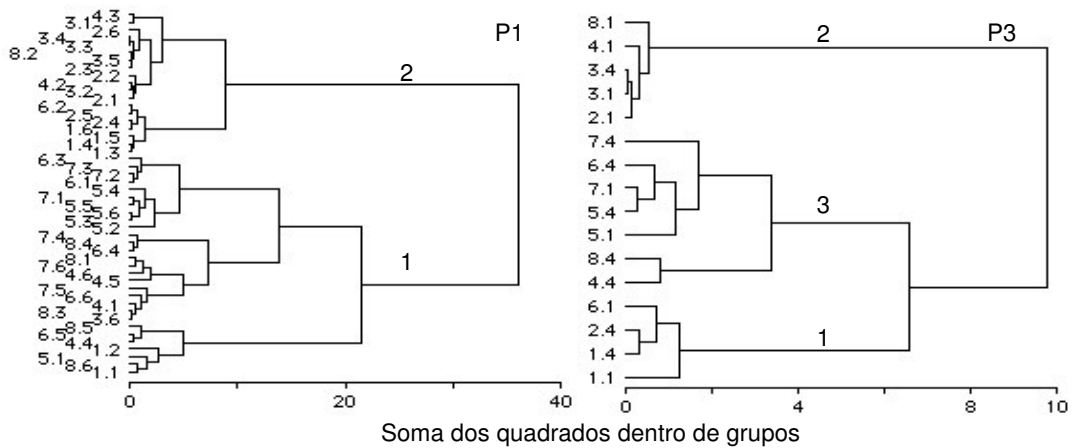


Figura 11: Análises de agrupamento dos quadros pequenos de tamanho P1 e P3 de ambas as matas.

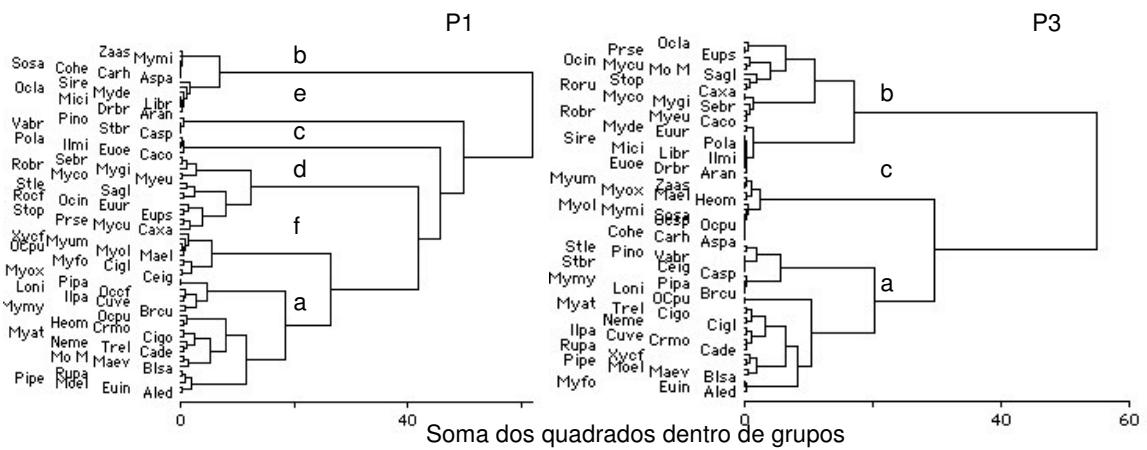


Figura 12: Análise de agrupamentos das espécies relativas aos quadros de tamanho P1 e P3. Os códigos das espécies estão apresentados na Tabela 2.

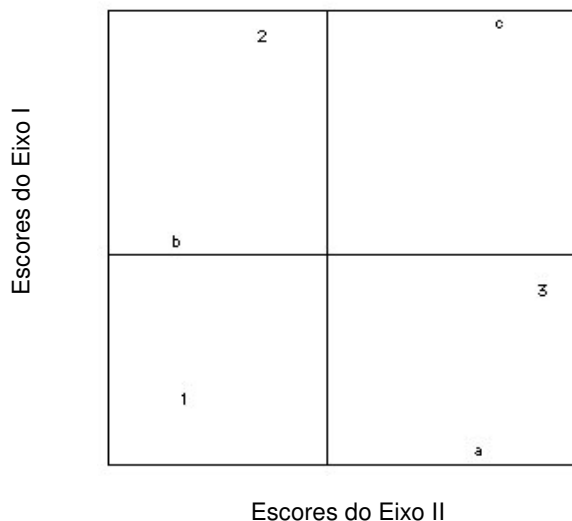


Figura 13: Análise de concentração dos quadros de tamanho P3 de ambas as matas. Os grupos de quadros e de espécies foram definidos através de análise de agrupamentos. Os quadros pertencentes a cada grupo (1, 2 e 3) estão representados na Figura 11. As espécies correspondentes a cada grupo estão representadas na Figura 12.

grupos foram diferenciados pela abundância das espécies dominantes na mata A (*Stillingia oppositifolia* e *Sebastiania brasiliensis*) e na mata B (*Casearia decandra*).

As análises de concentração mostraram diferenças nas relações dos grupos de espécies com os grupos de quadros em função do tamanho dos quadros. Na análise dos quadros de tamanho P1, os quadros da mata A situados na borda com o campo foram agrupados aos quadros da mata B, resultado provavelmente influenciado pela presença dos indivíduos mortos e de *Araucaria angustifolia*. Na análise de concentração dos quadros de tamanho P3 (**Figura 13**), o grupo 2 foi associados aos grupos de espécies que prevaleceram no interior da mata A, enquanto o grupo 1 foi associado aos grupos com espécies da borda da mata A com o campo, encontradas quase exclusivamente nos quadros individuais que compunham este grupo. Já o grupo 3, foi associado aos grupos de espécies predominantes na mata B.

2.3.4.4 Análise conjunta dos quadros grandes em ambas as matas

Na análise de todos os quadros, as duas matas apareceram nitidamente diferenciadas (**Figura 14**). Três grupos de espécies (a, b e c) foram delimitados através da análise de agrupamentos (**Figura 15**). As espécies dos grupos a e c ocorreram predominantemente na mata A, enquanto as espécies do grupo b prevaleceram na mata B. O grupo a está relacionado com as parcelas extremas na transecção da mata A (quadros 1 e 4) e o grupo c com os quadros intermediários (2 e 3).

2.3.4.5 Associação entre padrões florísticos e o solo

Na mata A, apenas em relação à concentração de alumínio nos quadros de tamanho P1 foi rejeitada a hipótese nula de que os grupos de quadros definidos a

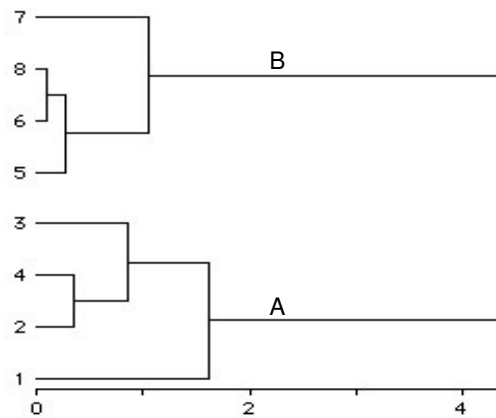


Figura 14: Análise de agrupamento dos quadros grandes das duas matas, com os dois grupos de quadros delimitados (A e B). A disposição dos quadros nos transecções está representada na Figura 1.

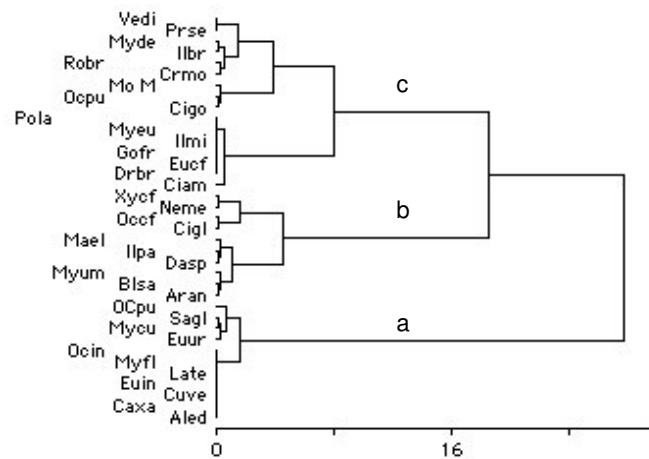


Figura 15: Análise de agrupamento das espécies presentes nos quadros grandes das duas matas, com os três grupos de espécies delimitados (a, b, c). Os nomes das espécies correspondentes aos códigos são apresentados na Tabela 2.

partir das espécies não diferem significativamente quanto aos teores das variáveis do solo (Apêndice 9). Os resultados das análises dos quadros de tamanho P3 são apresentadas no Apêndice 9.

Nas análises da mata B, para os dois tamanhos de quadro, a hipótese nula foi aceita, indicando que os grupos de quadros definidos a partir das espécies não diferem significativamente em relação aos fatores do solo testados (Apêndice 10).

Na análise conjunta dos quadros das duas matas, a hipótese nula foi rejeitada para todos os fatores do solo testados nos quadros de tamanho P1 (Apêndice 11). Nos quadros de tamanho P3 a hipótese nula foi aceita (Apêndice 11).

2.4 Discussão

As duas matas estudadas apresentaram composição florística e riqueza bastante distintas nas duas escalas de amostragem, apesar da proximidade geográfica. Entre as 74 espécies amostradas, apenas 23 ocorreram em ambas as matas. Das 67 espécies amostradas nos quadros pequenos, 32 ocorreram exclusivamente na mata B, 17 somente na mata A e 18 espécies foram encontradas em ambas as matas. Nos quadros grandes, das 36 espécies amostradas, apenas sete ocorreram em ambas as matas, 16 estavam presentes somente na mata A e, oito, apenas na mata B.

Em ambas as matas, Myrtaceae foi a família representada pelo maior número de espécies (14, na mata A; 12, na mata B) amostradas nos quadros pequenos, seguida por Lauraceae. Nos quadros grandes, Myrtaceae apresentou o maior número de espécies (nove) na mata A, seguida por Lauraceae. Na mata B, Lauraceae apresentou o maior número de espécies e as demais famílias tiveram apenas uma espécie amostrada.

Embora o sub-bosque das matas com araucária apresente composição diferenciada ao longo de sua região de ocorrência, a presença de muitas espécies de Myrtaceae e de diversas espécies de Lauraceae é característica destas matas. Rambo (1949, 1956) descreve o sub-bosque dos pinhais como composto em grande parte por mirtáceas. Klein (1985) menciona diversas espécies de mirtáceas e lauráceas nos diferentes tipos florestais com araucária identificados em Santa Catarina. Myrtaceae também é a família representada pelo maior número de espécies na maioria dos estudos fitossociológicos das matas com araucária, seguida freqüentemente por Lauraceae (Jarenkow 1985, Galvão et al. 1989, Negrelle & Silva 1992, Silva et al 1997, Silva et al 1998, Vaccaro 1997).

Comparando a composição florística das matas estudadas entre si e com os estudos fitossociológicos desenvolvidos em outras matas com araucária, observa-se que a mata A apresentou um número maior de espécies em comum com as matas média (39,7%), madura (34,3%) e baixa (33,3%) amostradas por Vaccaro (1997), em Cambará do Sul (RS), do que com a mata B (32,4%). A mata B, por sua vez, apresentou um número maior de espécies em comum com a mata A do que com outras matas com araucária já estudadas.

Em relação a outros estudos fitossociológicos realizados em matas com araucária, observa-se que, na maioria dos casos, a mata A apresentou um maior número de espécies em comum com as outras matas do que a mata B. As duas matas apresentaram um maior número de espécies em comum com as matas com araucária do estado, que foram estudadas por Vaccaro (1997) e Jarenkow (1985), cuja porcentagem de espécies em comum variou entre 39,7% e 25,3%, para a mata A, e 22,6 a 18,4%, para a mata B, com exceção da relação entre a mata B e a mata baixa de Cambará do Sul (Vaccaro 1997), que apresentaram apenas 15% de espécies em comum. Em relação às matas com araucária estudadas nos estados de

SC e PR, tanto a mata A com a mata B apresentaram um maior número de espécies em comum com as matas estudadas por Silva & Marconi (1990), no PR, e por Negrelle & Silva (1992), em SC.

As duas matas também apresentaram diferenças em relação à estrutura horizontal e vertical. Na amostragem dos quadros grandes, a mata B apresentou um número maior de indivíduos no estrato das árvores altas, enquanto o maior número de indivíduos da mata A foi encontrado no estrato das árvores médias. Nesta escala de amostragem, a área basal total (ABT) calculada para a mata B foi quase o dobro da ABT da mata A.

A diferença na estrutura das duas matas pode estar relacionada às conseqüências do corte seletivo de araucária sofrido pela mata A, visto que aproximadamente 67% da ABT da mata B é representada por *A. angustifolia* e que alguns indivíduos bastante altos da mata A podem ser testemunhos da sua altura original. No entanto, a mata A esteve sujeita a outros fatores de distúrbio, como pastoreio, antes de ser anexada à área da Flona, e seu solo é bastante diferente do solo da mata B, o que exige estudos mais detalhados para o entendimento das causas de suas diferenças.

Os padrões de riqueza evidenciaram um efeito de escala, uma vez que a riqueza observada em cada mata apresentou bastante variação entre os quadros pequenos e grandes. Além da variação do tamanho do quadro, o tamanho dos indivíduos incluídos na amostragem foi diferenciado, e cada escala de amostragem descreveu as matas de forma bastante distinta. A análise dos quadros grandes revelou uma pequena riqueza de espécies na mata B, enquanto a riqueza foi razoavelmente maior na mata A. A observação dos quadros pequenos, por outro lado, revelou uma riqueza de espécies maior na mata B, tanto que considerando as duas escalas de amostragem esta mata mostrou-se mais diversa que a mata A.

A riqueza de espécies encontrada neste estudo foi elevada, especialmente se considerarmos que, das 74 espécies amostradas, 67 foram encontradas nos quadros pequenos, numa área equivalente a apenas 0,1 ha. Galvão et al (1989) encontraram 128 espécies na Floresta Nacional de Irati, no PR, incluindo elementos de formações pioneiras e componentes da Floresta Estacional Semidecidual, e Oliveira & Rotta (1982) encontraram 105 espécies, das quais 54 foram determinadas no nível de espécie, em mata estudada no primeiro planalto paranaense. Nos demais estudos fitossociológicos realizados nas matas com araucária da Região Sul, cada qual baseado em diferentes metodologias e critérios de amostragem, o número de espécies variou entre 40, na mata madura de Cambará do Sul, RS, e 63, na mata média, ou 75, considerando as espécies amostradas em todas as formações florestais classificadas por Vaccaro (1997) neste município.

O número de espécies de grande porte cujos indivíduos também foram amostrados nos estratos inferiores foi maior na mata B. Nesta mata, das espécies encontradas nos estratos superiores, *Ilex paraguariensis*, *Nectandra megapotamica*, *Matayba eleagnoides*, *Myrsine umbellata*, *Roupala brasiliensis*, *Araucaria angustifolia*, *Cinnamomum glaziovii* e *Cryptocarya moschatta* foram amostradas também nos estratos inferiores, indicando a regeneração destas espécies. Na mata A, apenas *Roupala brasiliensis*, *Eugenia uruguayensis*, *Araucaria angustifolia* e *Prunus sellowii* foram amostradas nos estratos superiores e no estrato das arvoretas.

Das 36 espécies de grande porte (PAP \geq 62,8 cm) encontradas nas duas matas, 16 não foram amostradas no estrato das arvoretas, o que pode indicar uma dificuldade de regeneração destas espécies nas condições atuais. Entre as espécies de grande porte cuja presença não foi constatada no estrato das arvoretas, oito (*Blepharocalyx salicifolius*, *Campomanesia xanthocarpa*, *Eugenia involucrata*,

Gordonia fruticosa, *Ilex microdonta*, *Lamanonia ternata*, *Ocotea pulchella*, *Vernonia discolor*) são consideradas como provavelmente ameaçadas de extinção na revisão de Guadagnin et al. (1998) sobre a situação de conservação das espécies da região do planalto. Além destas, outras 13 espécies encontradas neste estudo são classificadas pelos mesmos autores como provavelmente ameaçadas e uma (*Myrceugenia foveolata*) é considerada endêmica (Apêndice 12). A riqueza de espécies encontrada na FLONA de São Francisco de Paula, bem como o grande número de espécies amostradas provavelmente ameaçadas, salientam sua importância para a conservação da flora do planalto.

Os padrões detectados na vegetação podem ser causados por fatores bióticos (formas de dispersão, de regeneração, estratégias de obtenção de recursos) ou por fatores abióticos (solo, clima) e históricos (fitogeográficos, distúrbios antrópicos). Dependendo do padrão espacial de distribuição das populações e do arranjo das parcelas, no entanto, estes fatores podem produzir autocorrelação espacial nos dados (Legendre & Legendre 1998), ou seja, uma maior semelhança entre duas unidades amostrais próximas do que entre duas distantes que decorra de características da população não consideradas na análise dos padrões espaciais pode mascarar os resultados observados. A autocorrelação determina uma forma de pseudo-replicação (Hulbert 1984) e viola o princípio estatístico de independência entre as réplicas (ou unidades amostrais). Em análises das correlações entre as variáveis da vegetação e do ambiente, a dependência espacial de ambas numa mesma escala pode causar uma falsa interpretação dos resultados, sendo aconselhada a definição de uma escala em que pelo menos um conjunto de variáveis apresente independência espacial (Palmer 1988). A pequena dependência espacial observada entre quadros adjacentes para todos os tamanhos de quadro

estudados indica que as correlações encontradas entre as variáveis da vegetação e do ambiente são procedentes.

O aumento do tamanho dos quadros pequenos pela fusão dos quadros mostrou diferentes padrões de agrupamento de espécies e unidades amostrais, bem como diferenças nas correlações entre a vegetação e as variáveis do solo, revelando a existência de um efeito da escala. De acordo com Palmer (1988), a vegetação apresenta propriedades fractais, isto é, exibe detalhe em todas as escalas espaciais de interesse. A percepção de um padrão pode não ser a mesma em diferentes escalas (Podani et al. 1993) e, normalmente, conclusões sobre padrões obtidas em uma escala espacial não podem ser extrapoladas para outras (Legendre & Legendre 1998). Desta forma, devemos tentar entender como a descrição dos sistemas muda através das escalas, ao invés de tentarmos encontrar uma escala “correta” de observação (Levin 1992, Palmer & White 1994).

O aumento do tamanho dos quadros pequenos pela fusão de quadros adjacentes produziu variação nos grupos de quadros e de espécies produzidos, mas o padrão geral, definido pelas arvoretas dominantes, se manteve. Na análise conjunta de todos os quadros pequenos, houve uma tendência de diferenciação mais nítida entre as duas matas com o aumento do tamanho do quadro. Alguns quadros de tamanho P1 apresentaram composição florística bastante distinta dos demais, e a combinação da composição de espécies de quadros adjacentes quando foram formados os quadros de tamanho P3 provocou as maiores diferenças nos padrões observados.

Embora já no tamanho de quadro P1 pudesse ser constatada a predominância de quadros da mata A no grupo 2 e de quadros da mata B no grupo 3, o grupo 1 reuniu um grupo de quadros cuja principal semelhança foi dada pelos indivíduos mortos e pela ausência ou baixa representatividade das arvoretas mais

comuns. Os grupos de espécies associados a este grupo de quadros representaram basicamente grupos de espécies que ocorreram predominantemente em um dos quadros presentes no grupo, como as espécies que ocorreram nos quadros da borda com o campo (grupos de espécies b e c), na mata A, e dos extremos inicial e final da transecção, na mata B (grupo e). Os valores das variáveis do solo dos quadros deste grupo foram tão heterogêneos quanto à composição florística.

O grupo 2 de quadros compreendeu basicamente os quadros da mata A e foi associado ao grupo d de espécies, composto principalmente por *Stillingia oppositifolia*, *Sebastiania brasiliensis*, *Roupala brasiliensis* e *Eugenia uruguayensis*. O grupo 3 de quadros foi relacionado a dois grupos de espécies: o grupo a, no qual *Casearia decandra*, *Rudgea parquioides*, *Pilocarpus pennatifolius*, *Hennecartia omphalandra* e *Ilex paraguariensis* foram as espécies mais numerosas, e o grupo f, composto principalmente pelas espécies encontradas no quadro 7.6, sendo que, neste grupo, *Myrcia oligantha* foi a espécie mais numerosa e freqüente em outros quadros do grupo 3 e nos quadros do final da transecção da mata A.

Comparando os solos dos grupos de quadros 2 e 3, observamos que os quadros do grupo 2 apresentaram menores concentrações de magnésio e uma menor porcentagem de matéria orgânica no solo. A concentração de alumínio foi mais alta nos quadros do grupo 2 e nula em muitos quadros do grupo 3.

Na análise de quadros do tamanho P2, as variáveis do solo que apresentaram maior correlação com a variação na vegetação foram as concentrações de alumínio e magnésio e os teores de matéria orgânica. Os quadros da borda com o campo e do extremo final da transecção da mata A foram agrupados à maior parte dos quadros da mata B no grupo 1. Os grupos cujas espécies mais abundantes foram *Casearia decandra*, *Rudgea parquioides* e *Araucaria angustifolia* foram associados a este conjunto de quadros. Os solos dos quadros das matas A e B presentes no

grupo apresentaram diferenças nas concentrações de Al e Mg, mas a porcentagem de matéria orgânica foi predominantemente bastante elevada.

O grupo 2 de quadros compreendeu principalmente os quadros adjacentes aos da borda com o campo na mata A, associados à presença de *Sebastiania brasiliensis* e *Roupala brasiliensis*. Os parâmetros do solo destes quadros foram diferentes, mas basicamente apresentaram os menores teores de matéria orgânica.

Os quadros do grupo 3 abrangeram os demais quadros da mata A e os quadros do final da transecção da mata B, onde *Stillingia oppositifolia* foi a espécie característica. Dentro da faixa dos valores observados para os parâmetros de solo, estes quadros apresentaram quantidades intermediárias para os três parâmetros mais correlacionados a este tamanho de quadros.

Nos quadros de tamanho P3, as variáveis do solo mais correlacionadas com a vegetação foram o Al e o Mg. Este tamanho de quadro diferenciou com bastante nitidez os quadros mais próximos à borda com o campo (grupo 1), os quadros do restante da mata A (grupo 2) e os quadros da mata B (grupo 3).

O grupo 1 foi associado à presença de *Sebastiania brasiliensis* e *Roupala brasiliensis* e às maiores concentrações de alumínio. No grupo 2, *Stillingia oppositifolia* foi a espécie mais abundante e a concentração de alumínio, embora alta, foi menor que nos quadros do grupo 1. Os valores de magnésio destes dois conjuntos de quadros foram menores que os do grupo 3. As espécies que caracterizaram os quadros do grupo 3 foram *Casearia decandra*, *Rudgea parquioides*, *Pilocarpus pennatifolius* e *Ilex paraguariensis*. Nestes quadros, foram registradas as menores concentrações de alumínio e as maiores concentrações de magnésio.

A análise de agrupamentos dos quadros grandes e de espécies distinguiu claramente as duas matas e os grupos de espécies associados a elas. Dos três

grupos de espécies diferenciados pela análise, os dois grupos associados à mata A corresponderam aos quadros extremos (grupo c) e intermediários (grupo a) da transecção. O grupo a foi composto principalmente por *Eugenia uruguayensis*, *Myrciaria floribunda*, *Sapium glandulatum* e *Ocotea pulchella*. No grupo c, *Cryptocarya moschata*, *Podocarpus lambertii*, *Ilex microdonta* e *Myrciaria delicatula* foram as espécies com maior número de indivíduos. As principais espécies associadas à mata B (grupo b) foram *Araucaria angustifolia*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Citronella gongonha*, *Ilex paraguariensis* e *Nectandra megapotamica*.

Apesar dos grupos formados terem sido considerados nítidos, nem mesmo as espécies mais abundantes ocorreram exclusivamente nos grupos que caracterizaram. Nos quadros pequenos, o grande número de espécies pouco abundantes ou raras, especialmente na mata B, conferiu uma grande heterogeneidade à composição das matas estudadas.

A própria composição interna dos quadros pequenos foi heterogênea, com exceção das espécies mais abundantes, mesmo quando os quadros de tamanho P1 foram unidos em quadros maiores. As espécies de porte intermediário podem ter tido suas freqüências e densidades subestimadas, visto que o delineamento amostral privilegiou a inclusão das arvoretas, nos quadros pequenos, e das espécies de grande porte, nos quadros grandes.

Para o estudo de padrões espaciais, quadros contíguos de 100m² e um critério que incluía indivíduos com diâmetros superiores a 5 cm podem representar uma escala mais adequada para os padrões florestais. Para a percepção de padrões nos estratos inferiores e da regeneração da floresta, um menor número de quadros pequenos, como os utilizados neste trabalho, pode ser suficiente, como foi demonstrado pelas curvas de suficiência amostral. Neste caso, o critério de inclusão poderia ser mais amplo, com a amostragem inclusive de plântulas com a altura

superior a 20 ou 30cm, permitindo um perfil mais completo da regeneração da floresta.

3 TIPOS FUNCIONAIS E SUAS RELAÇÕES COM O SOLO EM MATA COM ARAUCÁRIA

3.1 Introdução

O sistema taxonômico baseado em espécies tem sido dominante no estudo da vegetação (Pillar & Orłóci 1993a). Os atributos utilizados para a classificação das espécies, principalmente florísticos, representam caracteres estáveis, responsáveis pela transmissão da informação genética entre gerações (Lausi & Nimis 1985), relacionando grupos de taxa pela história evolutiva comum (Noble & Gitay 1996).

Este sistema de classificação, no entanto, pode ser limitado para a interpretação das relações dos organismos entre si e com o ambiente, e taxonomias que enfatizam as características que propiciam a sobrevivência dos organismos podem ser de maior relevância ecológica (Pillar & Orłóci 1993a).

O reconhecimento de associações consistentes e previsíveis entre os atributos morfo-funcionais das plantas e as condições do ambiente onde estas vivem é quase tão antigo como a própria ecologia (Díaz et al 1998). As condições climáticas e os regimes de distúrbio que atuam sobre a flora de uma região podem ser considerados, juntamente com as interações bióticas, como um conjunto hierárquico de restrições que tendem a limitar a ocorrência de espécies nas comunidades em escalas espaciais decrescentes (Keddy 1992). Tais restrições se expressam na seleção de atributos que possibilitam a dispersão, o estabelecimento das plantas em um determinado local, sua sobrevivência e sua persistência ao longo do tempo sob as condições ambientais existentes (Weiher et al. 1999).

Neste sentido, diversos estudos têm utilizado os caracteres morfológicos para a descrição das comunidades em diferentes escalas, buscando a identificação de atributos com significado adaptativo, que definam tipos de plantas ecologicamente

relacionados, ou tipos funcionais de plantas (Woodward & Cramer 1996). A identificação de tipos funcionais envolve o agrupamento de plantas que desempenham funções similares nos ecossistemas, as quais podem ser reconhecidas por uma ou mais características morfológicas compartilhadas (McIntyre 1999).

Diversos estudos vinculados ao *International Geosphere-Biosphere Programme* (IGBP, Steffen et al. 1992) têm buscado a identificação de tipos de plantas que subsidiem a elaboração de modelos para a predição de mudanças na vegetação em resposta às mudanças climáticas globais. Tipos funcionais também têm sido aplicados para o entendimento da vegetação em relação à disponibilidade de nutrientes (e.g., Grime et al. 1997, Sosinski 2000) e em estudos de dinâmica das comunidades, especialmente no entendimento das alterações na vegetação em resposta a distúrbios (e.g., Noble & Gitay 1996, McIntyre et al. 1999, Quadros 1999, Sosinski 2000) e histórico de uso da terra (e.g., Díaz et al. 1999).

Tem sido apontado que as classificações funcionais são específicas para o contexto considerado (Gitay e Noble 1997) e que a seleção do conjunto ótimo de caracteres deve ser feita pela aplicação de funções que avaliem a relevância da taxonomia em relação aos objetivos predeterminados, tais como a congruência entre a vegetação e o ambiente, ou a redundância da informação expressa pelos caracteres (Pillar & Orlóci 1993a).

Woodward et al. (1997) indicam que as relações da vegetação com o clima, as respostas a distúrbios, a captura de recursos, a dispersão das plantas e as respostas do ciclo de vida ao gás carbônico e a mudanças de temperatura são centrais para a predição de mudanças da vegetação.

Grime *et al.* (1997) consideram que há profundas e consistentes diferenças no modo como a luz, nutrientes, água e temperatura, juntamente com os impactos

humanos, determinam a estrutura, distribuição e dinâmica da maior parte da vegetação natural. No entanto, estes pesquisadores sugerem que os nutrientes minerais apresentam destacado papel nos processos da vegetação, da escala de organismos à escala de paisagem. Segundo Grime et al (1997), a maioria dos sistemas naturais experimenta algum tipo de limitação pelos nutrientes minerais, seja através da escassez no solo, do seqüestro de nutrientes na biomassa e serapilheira, ou ainda pela restrição das funções das raízes pela umidade ou temperatura. A disponibilidade dos nutrientes pode ser ainda mais crítica em ambientes onde as restrições climáticas limitam a produtividade, como nas circunstâncias onde a temperatura e a umidade restringem a captura de nutrientes minerais e/ou a fotossíntese por um período de tempo.

Este estudo pretende identificar respostas da vegetação arbórea, descrita por tipos funcionais, às variações nos nutrientes do solo em uma área de floresta com araucária. Desta forma, buscamos selecionar os atributos morfológicos capazes de expressar uma relação mais nítida entre as variações na vegetação e no solo.

3.2 Material e Métodos

3.2.1 Área de estudo e amostragem

Os dados foram obtidos nas mesmas áreas e unidades amostrais descritas no Capítulo 1, ou seja, o inventário da vegetação foi realizado em duas matas (mata A e mata B) da FLONA de São Francisco de Paula entre março e dezembro de 1999. Em cada mata foram amostrados 24 quadros pequenos ($20,25\text{m}^2$) e quatro quadros grandes (729m^2). A disposição dos quadros foi preferencial e os quadros foram demarcados de modo contíguo, com os quadros pequenos formando uma faixa central dentro dos quadros grandes. No inventário dos quadros pequenos foram incluídos todos os indivíduos com altura igual ou superior a 2m e, dos quadros

grandes, todos os indivíduos com perímetro à altura do peito (PAP) igual ou superior a 62,8 cm. Com esses critérios, bem como com os dois tamanhos de quadro, pretendemos otimizar o esforço amostral para a observação de padrões da vegetação em diferentes escalas. Para cada indivíduo foi anotado o perímetro, a altura e determinada a espécie. O perímetro foi medido com trena e a altura foi estimada em relação à vara de coleta (6m). As espécies foram determinadas a campo, com o auxílio de especialistas e consultas ao Herbário do Departamento de Botânica da UFRGS. Todas as espécies foram coletadas e herborizadas.

3.2.2 Seleção e categorização dos atributos

Para a definição de tipos funcionais (TFs) as espécies em cada quadro foram descritas por um conjunto de atributos. Populações idênticas para os atributos selecionados foram consideradas como um tipo funcional (TF). A seleção e classificação dos atributos foi feita *a posteriori*, o que restringiu a seleção das características analisadas devido à falta de informações básicas na literatura sobre a morfologia e biologia de muitas espécies.

Foi elaborado um banco de dados (Apêndice 13) com base na análise do material herborizado e de revisão da literatura. A classificação das espécies quanto à categoria sucessional foi posteriormente corrigida e complementada com o auxílio dos(a) Botânicos(a) João André Jarenkow, Marcos Sobral, Paulo Brack, Cristiano de Souza e Rosana Moreno Senna. A classificação das espécies quanto à distribuição geográfica foi posteriormente corrigida e complementada pelo Botânico Marcos Sobral. Com exceção da altura e do diâmetro, o estado dos atributos foi considerado idêntico para todos os indivíduos da mesma espécie.

Cabe ressaltar que as categorizações buscaram compreender os padrões predominantes, visto que os atributos em sua maioria não são qualitativos, mas

representam gradientes de estados ou comportamentos possíveis. As famílias às quais pertencem as espécies amostradas foram utilizadas como um atributo (Fa). Os demais atributos selecionados e as definições adotadas foram os seguintes:

Distribuição geográfica (DG): a presença ou ausência das espécies nas quatro principais formações florestais do estado (Floresta Ombrófila Mista, Floresta Ombrófila Densa, Floresta Estacional Decidual e Floresta Estacional Semidecidual, IBGE 1986) foi considerada um indicativo de adaptação das espécies a diferentes condições ambientais. As combinações resultaram em categorias equivalentes aos corredores migratórios descritos por Jarenkow (1994), com adição da Floresta Ombrófila Mista e da consideração da distribuição das espécies em relação à Floresta Estacional Semidecidual.

Categoria Sucessional (CS): este critério compreende as estratégias de história de vida das plantas. As espécies foram classificadas em pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e do sub-bosque seguindo basicamente os critérios utilizados por Gandolfi (2000). Desta forma, são consideradas:

- pioneiras (pi): espécies com maior dependência e/ou tolerância à luz em processos como germinação, crescimento, desenvolvimento e sobrevivência, cujos indivíduos tendem a ocorrer preferencialmente em clareiras, bordas ou mesmo em locais abertos fora da floresta, sendo pouco freqüentes no sub-bosque;
- secundárias iniciais (si): espécies com dependência e/ou tolerância a condições intermediárias de luz nos processos de germinação, crescimento, desenvolvimento e sobrevivência, cujos indivíduos tendem a ocorrer predominantemente em áreas menos sombreadas, geralmente

ausentes nas áreas de floresta densa. As espécies podem apresentar grande longevidade e participar da composição do dossel sobre antigas clareiras;

- secundárias tardias (st): espécies com pouca dependência de luz ou maior tolerância ao sombreamento nos processos de germinação, crescimento, desenvolvimento e sobrevivência, cujos indivíduos tendem a apresentar maior ocorrência, abundância e permanência em locais densamente sombreados. Estas espécies podem crescer e se desenvolver no sub-bosque, mas alcançar e compor o dossel florestal ou mesmo emergirem sobre ele, sendo típicas deste estrato;
- sub-bosque (sb): espécies que apresentam resposta à luz semelhante a das secundárias tardias, mas que tendem a permanecer toda a vida no sub-bosque da floresta, sendo típicas deste estrato.

Deciduidade (De): este atributo foi relacionado à troca de folhas feita pelas espécies ao longo das estações. As espécies foram consideradas perenes (pe) quando tendem a manter ou perder uma proporção relativamente pequena de suas folhas. Foram consideradas não perenes (np) as espécies que tendem a perder a maior parte ou todas as suas folhas em uma estação;

Número de limbos (NI): em relação ao número de limbos as folhas foram classificadas em simples (si) e compostas (co). Folhas simples apresentam um limbo único, contínuo, não subdividido em folíolos; folhas compostas apresentam o limbo subdividido em lâminas menores.

Filotaxia (Fi): para a classificação deste atributo foi considerado a disposição das folhas nos ramos. Quando as folhas foram consideradas como compostas quanto ao número de limbos, foi considerada a disposição dos folíolos. A filotaxia foi considerada oposta (op) quando as folhas inserem-se aos pares, simetricamente, em cada nó. As plantas cujas folhas estão dispostas nos ramos de forma verticilada ou alterna, bem como folíolos que não apresentam disposição simétrica no pecíolo foram classificadas como não opostas (no) em relação a este atributo;

Bordo do limbo (Bo): as margens das folhas (ou folíolos) foram classificadas em inteiras (in) e recortadas (re). Folhas inteiras são aquelas com margens lisas, enquanto folhas que apresentam recortes ou reentrâncias na margem foram consideradas recortadas.

Ápice (Ap): o ápice das folhas (ou folíolos) foi classificado em acuminado (ac), agudo (ag) e obtuso (ob) de acordo com o ângulo formado entre as margens da porção terminal da folha. Ápices cujo ângulo entre as margens foi inferior a 45° foram considerados acuminados, com ângulos entre 45° e 90° foram considerados agudos e com ângulos superiores a 90° foram considerados obtusos;

Base (Ba): a base das folhas (ou folíolos) foi considerada cuneada ou atenuada (ca), aguda (ag) ou obtusa (ob) em relação ao ângulo formado entre as suas margens. Bases atenuadas ou cuneadas apresentam ângulos inferiores a 45° , bases agudas apresentam ângulos entre 45° e 90° e bases obtusas apresentam ângulos superiores a 90° .

Simetria (Si): as folhas foram classificadas em relação à simetria de suas bases em relação à nervura principal (ou a ráquis, nas compostas) em simétricas (si) e assimétricas (as).

Porção mais larga da folha (Fo): as folhas (ou folíolos) foram classificadas de acordo com a posição da porção mais larga do limbo. Foram diferenciadas folhas com a porção mais larga próxima à base (in), ao ápice (su) ou no centro da folha (me).

Espessura (Te): a consistência das folhas (ou folíolos) foi classificada em membranácea (me), cartácea (ca) e coriácea (co) de acordo com sua espessura. Folhas membranáceas são pouco espessas e de consistência delicada; folhas coriáceas apresentam consistência semelhante ao couro, relativamente rija e resistente ao toque; folhas cartáceas apresentam consistência intermediária em relação às anteriores;

Cor (Co): as folhas (ou folíolos) foram classificadas em relação à diferença de coloração nas faces do limbo, principalmente coloração mais clara na face inferior. Folhas que apresentaram coloração diferenciada nas duas faces foram consideradas discolores (di), enquanto folhas com coloração não diferenciada foram consideradas concolores (nd).

Proporção comprimento/largura (Pr): três categorias foram definidas para este atributo através da divisão do comprimento pela largura da folha (ou folíolo), medido com régua graduada em mm, sendo que diversas folhas foram medidas e a classificação da espécie foi feita de acordo com o padrão predominante. As

categorias foram definidas do seguinte modo: categoria 1, quando o resultado da razão foi inferior à três; categoria 2, quando a razão resultou entre três e quatro; categoria 3, quando a razão resultou num valor superior a quatro;

Largura média (Lm): Foram definidas três classes de largura das folhas (ou folíolos) através dos valores médios atingidos por diversas folhas da mesma espécie, medidas com régua graduada em mm: classe 1, folhas com largura inferior a 2,5 cm; classe 2, folhas com largura entre 2,5 e 5 cm; classe 3, folhas com largura superior a 5 cm;

Comprimento médio (Cm): foram definidas quatro classes de comprimento das folhas (ou folíolos) a partir do comprimento médio de diversas folhas da mesma espécie, medido com régua graduada em mm: classe 1, folhas com comprimento médio inferior a 5cm; classe 2, folhas com comprimento médio entre 5 e 10 cm; classe 3, folhas com comprimento médio entre 10 e 15cm; classe 4, folhas com comprimento médio superior a 15cm;

Classes de altura (Ca): os indivíduos foram classificados em relação a quatro classes de altura: arvoretas (2m a 4,9m), árvores baixas (5m a 9,9m), árvores médias (10m a 14,9m) e árvores altas (alturas superiores a 15m);

Classes de altura máxima (AM): a altura máxima que as espécies atingem na maturidade foi utilizada para a classificação dos indivíduos nas mesmas classes de altura definidas acima;

Classes de diâmetro (Cd): foram construídas classes com intervalo de 10cm de diâmetro para os indivíduos com diâmetro superior a 10 cm e duas classes de 5cm de diâmetro para os indivíduos que apresentaram diâmetros inferiores a 10 cm.

3.2.3 Análise dos dados

Para avaliar o efeito da escala sobre os resultados observados, foram utilizados dois tamanhos de quadros pequenos: quadros de tamanho P1, com área de 20,25m², e quadros de tamanho P3, resultantes da união de três quadros contíguos de tamanho P1, com área de 60,75m².

Para a análise dos dados dos quadros pequenos foram construídos os conjuntos de dados A1, B1 e T1, respectivos aos quadros de tamanho P1 da mata A, da mata B e de ambas as matas conjuntamente e as matrizes A3, B3 e T3, para os quadros de tamanho P3. O programa SYNCOSA (Pillar 2000a) foi utilizado para a preparação desses dados. A partir da matriz T1 foram extraídas as demais matrizes. Para a obtenção do conjunto de dados T1 os dados brutos foram organizados em três matrizes, uma contendo a descrição das populações pelos 19 atributos selecionados, outra contendo as abundâncias dessas populações nos quadros de tamanho P1 em ambas as matas, e uma terceira contendo os dados de solo nesses mesmos quadros. Pelo fato da altura e do diâmetro terem sido descritos localmente em cada quadro, mais de uma população pode ter sido encontrada para a mesma espécie.

O solo foi descrito por nove variáveis: concentrações de alumínio (cmol Al/dm³), cálcio (cmol Ca/dm³), magnésio (cmol Mg/dm³), potássio (cmol K/dm³) e fósforo (cmol P/dm³), saturação por bases (V%), saturação por alumínio (m%), pH e matéria orgânica (MO%). Os valores das variáveis em cada unidade amostral foram organizados em matrizes utilizadas para as análises de congruência entre o solo e a

vegetação. Para os quadros de tamanho P3 foram calculados os valores médios das variáveis nos quadros de tamanho P1.

Matrizes Δ foram então organizadas apenas com as variáveis do solo que produziram a máxima congruência com a vegetação. A significância das congruências foi avaliada através de testes de aleatorização.

A otimização do conjunto de atributos foi realizada através do algoritmo descrito em Pillar & Orlóci (1993b) e Pillar (1999c), implementado no programa SYNCSEA (Pillar 2000a). O método consiste na determinação do subconjunto de atributos que maximiza a congruência $\rho(D; \Delta)$ entre as matrizes com a variação da vegetação (D) e a variação dos parâmetros do solo (Δ). O cálculo da congruência foi feito através do coeficiente de correlação de Pearson entre as matrizes D e Δ . A matriz D corresponde à matriz de distâncias de corda entre quadros calculada para cada mata e para a análise conjunta das duas matas, nos quadros de tamanho P1 e P3. A matriz Δ contém distâncias euclidianas entre os quadros com base nas variáveis de solo devidamente padronizadas (normalização). A significância das congruências foi avaliada através de testes de aleatorização.

Os algoritmos de otimização foram aplicados de forma iterativa, conforme os três primeiros passos mostrados na **Figura 16**. A seleção das variáveis de solo com máxima congruência foi feita de acordo com o algoritmo descrito em Pillar & Orlóci (1993c: 195-200), que ordena as variáveis cumulativamente. A função de congruência é a mesma já definida acima.

Os atributos do subconjunto ótimo definiram tipos funcionais (TFs) através dos quais foi feita a classificação da vegetação. Desta forma, os tipos funcionais representam as diferentes combinações dos estados apresentados pelos indivíduos quanto aos atributos definidos no subconjunto ótimo.

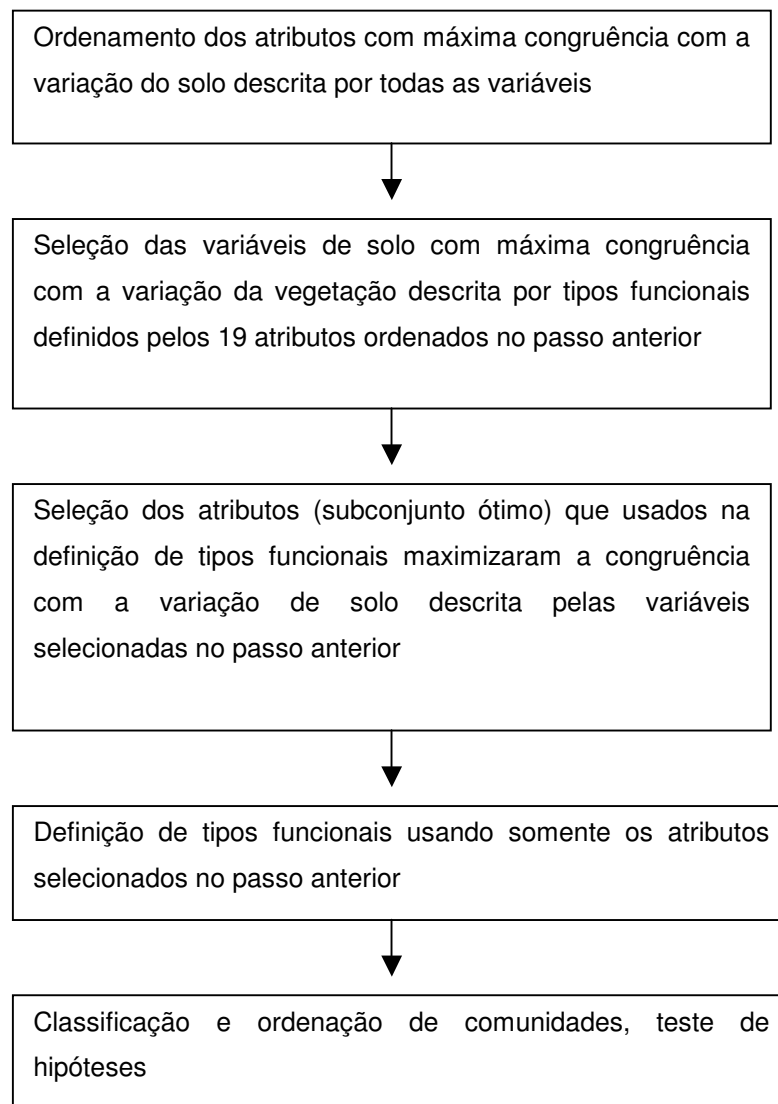


Figura 16: Apresentação esquemática da seqüência de procedimentos realizada para a obtenção das variáveis do solo que maximizaram a congruência com a vegetação e do sub-conjunto ótimo de atributos, para a definição dos tipos funcionais e as análises efetuadas.

Para a observação dos padrões espaciais, os dados com os quadros descritos pelos TFs foram submetidos a análise multivariada de agrupamento e ordenação. A base das análises foi matrizes de distância de corda entre quadros para os tamanhos P1 e P3 de cada mata e para as duas matas conjuntamente.

As análises de agrupamento foram realizadas através do método de soma dos quadrados (Pielou 1984). A nitidez dos grupos foi testada através do método descrito em Pillar (1999a). Dendrogramas foram produzidos para a visualização gráfica dos resultados.

O método de análise de coordenadas principais foi utilizado para as análises de ordenação (Pielou 1984). A significância dos eixos de ordenação foi testada através do método descrito em Pillar (1999b).

Análise de variância univariada foi utilizada para testar a hipótese de que os grupos de quadros definidos com base nos TFs não diferem significativamente quanto aos teores das variáveis de solo tomadas individualmente. Os grupos formados pelos TFs definidos em cada mata e na análise conjunta das duas matas, nos dois tamanhos de quadros, foram comparados quanto aos teores das variáveis do solo mais correlacionadas à variação da vegetação. Os teores de fósforo, a variável que em todos os casos apresentou menor congruência com a variação da vegetação, foram utilizados para avaliar a confiabilidade do teste. Distâncias euclidianas entre os quadros foram calculadas para cada variável do solo. Testes de aleatorização foram então aplicados aos dados. O programa Multiv (Pillar 2000b) foi utilizado para as análises.

3.3 Resultados

3.3.1 Atributos ótimos para a definição de tipos funcionais

A descrição das espécies em relação aos atributos é apresentada no Apêndice 13, juntamente com o número de indivíduos amostrados em cada classe de altura, nas duas escalas de amostragem.

Em relação aos atributos estudados, folhas perenes, simples e com ápices acuminados foram características da maioria das espécies e indivíduos, em ambas as matas e escalas de amostragem. Na amostragem da vegetação com altura inferior à 10m, a maior parte dos indivíduos apresentou folhas com margens recortadas, comprimento médio entre 5 e 10cm, largura média entre 2,5 e 5cm e filotaxia oposta. Já na vegetação com altura superior à 10m, amostrada tanto nos quadros pequenos como nos grandes, a maioria dos indivíduos apresentou folhas com margens inteiras, consistência coriácea, largura média inferior a 2,5cm e filotaxia não oposta.

As variáveis do solo que maximizaram a congruência entre o solo e a vegetação, conforme o procedimento adotado (**Figura 16**), foram diferentes para cada mata, para a análise conjunta das duas matas e para cada tamanho de quadro. Cabe salientar que a maior parte destas variáveis apresenta tendência similar de variação na medida que o solo se altera. Na **Tabela 6** são apresentadas essas variáveis do solo, o respectivo conjunto ótimo de atributos, os valores das congruências e as probabilidades obtidas no teste de significância em cada conjunto de dados.

Os subconjuntos de atributos que maximizaram a congruência entre as variações no solo e na vegetação também foram distintos conforme a mata e o tamanho de quadro analisado, bem como na análise conjunta dos quadros das duas matas (ver **Tabela 6**). A congruência entre os subconjuntos de atributos e as variáveis do solo foi significativa em todos os casos (ver **Tabela 6**).

Tabela 6: Variáveis do solo que maximizaram a congruência entre as variações do solo e da vegetação. As probabilidades foram significativas para todas as congruências.

Mata	Tamanho dos quadros	Variáveis do solo	Atributos	Número de TFs	Congruência	P
A	P1	Al (cmol/l), MO (%), K (mg/l)	CS, AM, cA, Si, De	34	0.641045	0.001
A	P3	Al (cmol/l)	Fo, Ap, Fi, Si, Cm, cA, Lm	38	0.835944	0.001
B	P1	Al (m%), Ca (cmol/l), MO (%)	Cm, Fo, Fi	14	0.328675	0.004
B	P3	Al (cmol/l), Al (m%)	Nl, Lm, Cm	10	0.792296	0.006
T	P1	Mg (cmol/l), Ca (cmol/l), MO(%), pH, Al (cmol/l)	Fa, Co, Cs	42	0.391084	0.001
T	P3	Al (cmol/l), Mg (cmol/l)	Cm, Si, Te, cD, DG, De	89	0.681633	0.001

Um número diferente de tipos funcionais resultou do uso dos diferentes subconjuntos ótimos de atributos (ver **Tabela 6**), visto que o número de combinações é relacionado ao número de atributos e ao número de estados assumidos pelos atributos do subconjunto ótimo. Os perfis dos atributos em função da congruência com as variáveis do solo são apresentados na **Figura 17**, para os quadros de tamanho P1 e, para os quadros de tamanho P3, na **Figura 18**.

3.3.2 Padrões de variação com base em tipos funcionais ótimos

O teste de estabilidade dos eixos de ordenação não foi significativo considerados os seis primeiros eixos, indicando que os padrões revelados por essas análises são inconsistentes (Apêndice 14).

3.3.2.1 Mata A

Na mata A, foram detectados dois grupos nítidos para os quadros de tamanho P1 e três grupos nítidos para os de tamanho P3 (Apêndice 15). Os grupos definidos pelos dois tamanhos de quadros englobam basicamente os mesmos quadros (**Figura 19** e **Figura 20**), mas diferem em relação aos atributos que maximizaram a congruência entre a vegetação e o solo. Nos dois tamanhos de quadro, a concentração de alumínio foi o parâmetro do solo mais correlacionado à variação na vegetação (**Tabela 6**), mas a congruência nos quadros de tamanho P1 também foi influenciada pela porcentagem de matéria orgânica e concentração de potássio. Ou seja, neste caso, a congruência é maximizada quando potássio e matéria orgânica são considerados em conjunto com o alumínio.

Nos quadros do grupo 1, o solo apresentou maiores concentrações médias de alumínio e potássio, e menor porcentagem de matéria orgânica do que o grupo 2 (**Tabela 7**). A deciduidade foi a principal diferença entre os TFs mais abundantes,

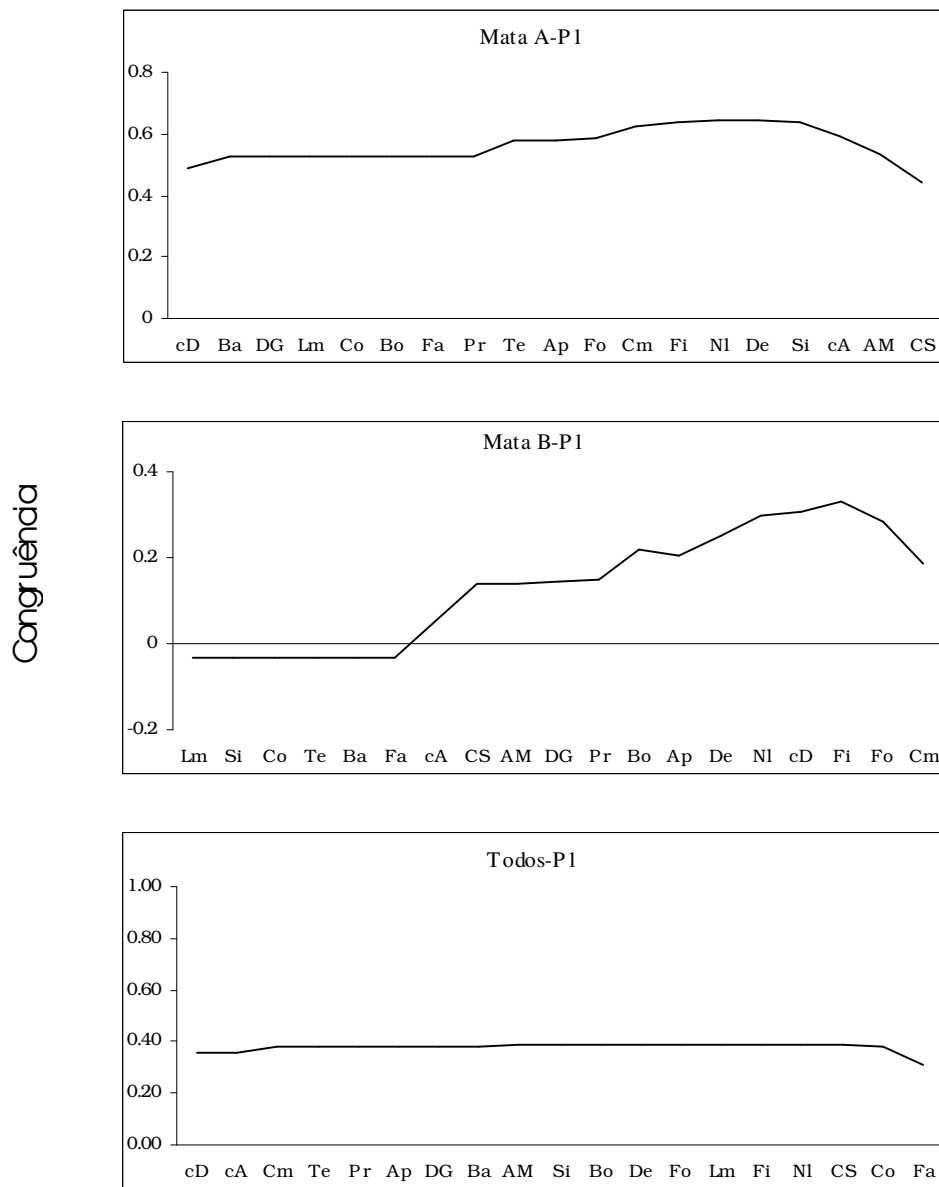


Figura 17: Perfis da congruência máxima entre a variação da vegetação e do solo nos quadros de tamanho P1. No eixo horizontal apresentam-se o conjunto dos atributos cumulativos da direita para a esquerda.

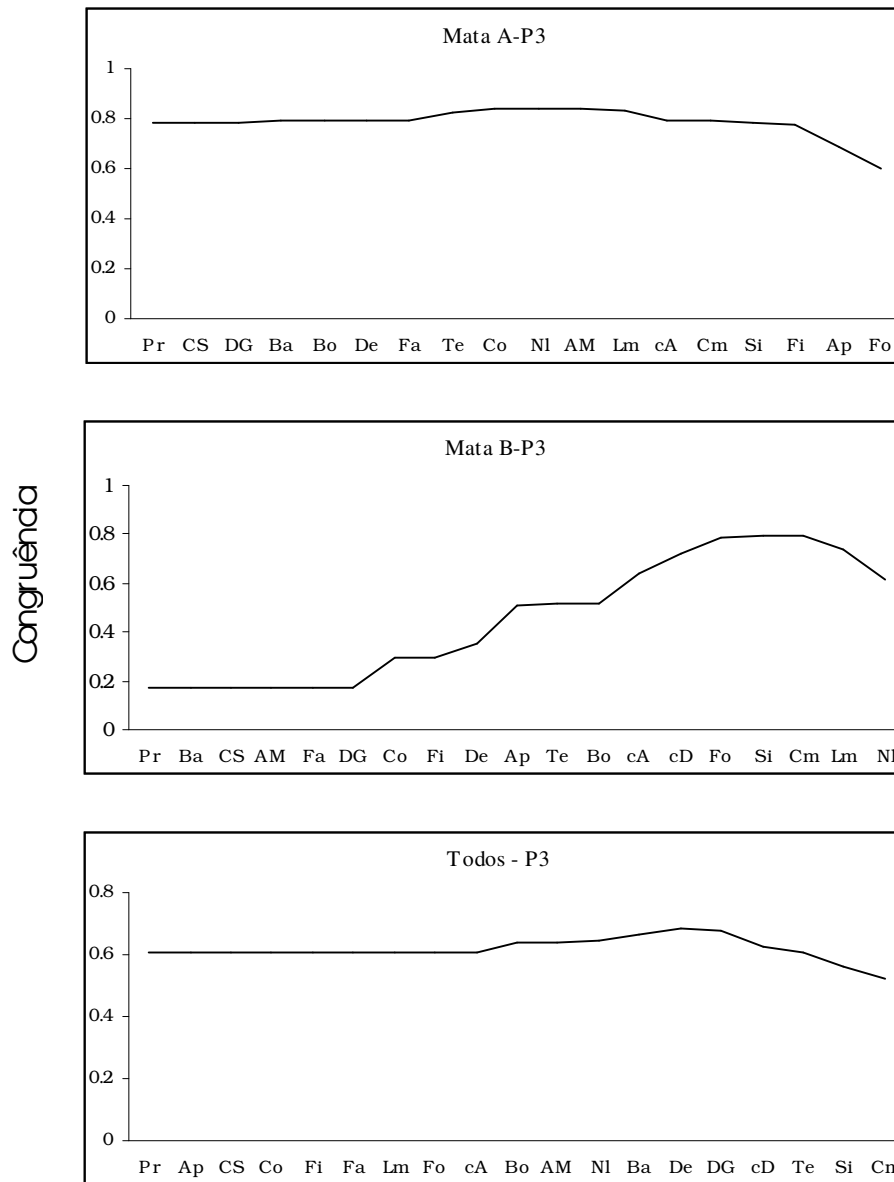


Figura 18: Perfis da congruência máxima entre a variação da vegetação e a do solo nos quadros de tamanho P3. No eixo horizontal apresentam-se o conjunto dos atributos cumulativos da direita para a esquerda.

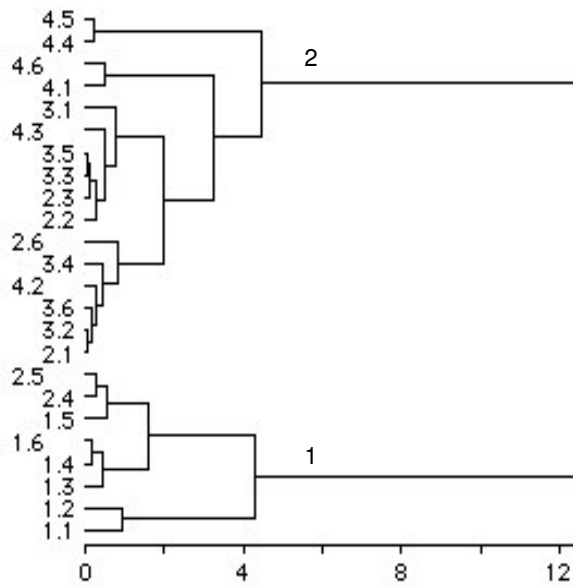


Figura 19: Análise de agrupamento dos quadros de tamanho P1 da Mata A.

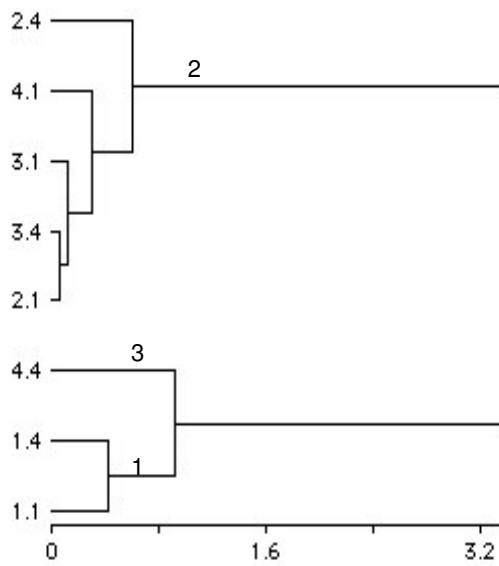


Figura 20: Análise de agrupamento dos quadros de tamanho P3 da Mata A

Tabela 7: Valores médios das variáveis do solo e número médio de indivíduos de cada TF nos dois grupos de quadros de tamanho P1 da mata A.

Variáveis do solo						Gr	
						1	2
Al (cmol/l)						5,24	2,93
K (cmol/l)						188,00	169,63
MO (%)						6,06	8,24
TFs	Atributos						
	CS	AM	cA	Si	De		
1	pi	4	1	si	pe	0,25	
2	pi	4	2	si	pe	0,38	
3	si	3	1	si	pe	0,25	0,06
4	st	4	1	si	pe	0,38	0,13
5	si	3	3	si	pe	0,25	0,06
6	pi	1	1	si	pe	0,25	
7	si	2	2	si	pe	0,13	
8	st	3	1	si	pe	0,50	0,13
9	st	2	2	si	pe	0,50	
10	sb	3	1	si	pe	0,13	0,19
11	pi	3	1	si	pe	0,13	
12	pi	3	2	si	pe	0,25	
13	si	4	1	as	np	1,38	0,06
14	si	4	2	as	np	0,25	0,13
15	sb	3	1	si	np	1,63	0,13
16	sb	3	2	si	np	1,50	0,06
17	st	2	1	si	pe	0,13	0,06
18	si	2	1	si	pe	0,13	
19	sb	2	1	si	pe	1,00	3,81
20	pi	2	2	si	pe	0,13	
21	sb	2	2	si	pe	0,25	0,88
22	sb	3	1	as	np	0,13	0,13
23	st	3	2	si	pe	0,13	0,25
24	si	4	4	si	np	0,13	
25	st	4	2	si	pe		0,13
26	st	4	3	si	pe		0,19
27	sb	1	1	si	pe		0,06
28	si	4	4	si	pe		0,06
29	st	4	4	si	pe		0,19
30	sb	3	3	si	pe		0,13
31	st	3	3	si	pe		0,06
32	sb	3	2	as	np		0,25
33	sb	3	2	si	pe		0,06
34	si	3	2	si	pe		0,06

com o predomínio de TFs não perenes no grupo 1 e perenes no grupo 2. Embora os TFs que compreenderam as espécies características do sub-bosque tenham sido os mais abundantes nos dois grupos, as pioneiras ocorreram exclusivamente no grupo 1, enquanto os TFs do sub-bosque predominaram no grupo 2. As espécies correspondentes aos TFs são apresentadas no Apêndice 16.

Nos quadros de tamanho P3, foi observada uma maior concentração média de alumínio nos quadros do grupo 1, enquanto os quadros dos grupos 2 e 3 apresentaram, em média, concentrações mais baixas e intermediárias, respectivamente (**Tabela 8**). Os TFs mais abundantes de todos os grupos compreenderam os indivíduos com alturas inferiores a 10m, porém o grupo 2 compreendeu a maior parte dos TFs relacionados a alturas superiores a 10m. A filotaxia não oposta predominou entre os TFs mais abundantes do grupo 1. Em todos os grupos, folhas com ápice acuminado foram características da maioria dos TFs, mas entre os TFs característicos do grupo 1 houve uma maior ocorrência de folhas com ápices agudos e obtusos. O grupo 1 também apresentou um maior número médio de indivíduos com folhas mais largas (entre 2,5 e 7,5cm), enquanto os TFs mais abundantes dos grupos 2 e 3 apresentaram folhas com larguras médias menores, até 5,0cm, com maior abundância dos TFs com folhas estreitas (largura média inferior a 2,5cm) no grupo 3. Folhas com comprimento entre 5 e 10cm prevaleceram entre os TFs mais abundantes de todos os grupos, porém folhas com comprimentos inferiores a 5cm foram mais comuns entre os TFs do grupo 1, resultando num maior número de TFs com folhas curtas e estreitas neste grupo, enquanto nos grupos 2 e 3 um número expressivo de TFs foi caracterizado por folhas mais compridas e com largura inferior a 2,5cm. As espécies correspondentes aos TFs encontram-se no Apêndice 17.

Tabela 8: Número médio de indivíduos de TF e valores médios das variáveis do solo em relação aos grupos de quadro de tamanho P3 da mata A.

Variável do solo	Grupo									
	1	2	3							
Al (cmol/l)	6.2	2.5	4.7							
TFs	Atributos									
	Fo	Ap	Fi	Si	Cm	cA	Lm			
1	ba	ac	no	si	1	1	1			
2	ba	ac	no	si	1	2	1	1,5		
3	ce	ag	no	si	2	1	1	1		
4	ce	ac	op	si	2	1	1	3	1,6	2
5	ce	ob	no	si	2	3	1	0,5		
6	ce	ag	op	si	2	1	2	1,5	1	
7	ce	ob	op	si	1	2	1	0,5		
8	ba	ac	op	si	1	1	1	0,5		
9	ce	ac	op	si	1	1	1	1		
10	ce	ag	op	si	2	2	2	2	0,2	1
11	ce	ag	op	si	1	1	1	0,5	0,2	
12	ap	ob	no	si	1	3	2	0,5		
13	ce	ac	no	si	1	1	1	0,5		
14	ce	ac	no	si	1	2	1	1		
15	ba	ac	no	as	2	1	3	5	0,4	
16	ba	ac	no	as	2	2	3	1	0,4	
17	ce	ac	no	si	2	1	2	5	1,2	1
18	ce	ac	no	si	2	2	2	5	1,4	2
19	ce	ob	op	si	1	1	1	0,5		
20	ce	ag	op	si	1	2	1	0,5	0,6	2
21	ce	ob	op	si	2	1	2	0,5		
22	ce	ac	op	si	2	1	2	0,5	10,4	1
23	ce	ac	op	si	2	2	2	0,5	0,6	
24	ap	ag	op	si	2	1	1		1	1
25	ce	ac	op	si	2	2	1		1,2	1
26	ce	ac	no	as	2	1	1		0,6	
27	ce	ac	no	si	2	4	2		0,2	
28	ce	ac	op	si	2	3	1		0,8	
29	ba	ac	op	si	1	4	1		0,2	
30	ce	ac	no	si	3	4	1		0,2	
31	ce	ac	op	si	2	4	1		0,4	
32	ce	ac	no	si	2	3	2		0,2	
33	ce	ac	no	as	2	2	1		0,6	1
34	ce	ag	no	si	2	3	1		0,2	
35	ap	ob	no	si	2	1	2		0,2	
36	ce	ac	no	si	2	1	1		0,2	
37	ba	ac	no	si	2	2	1		0,2	
38	ce	ac	no	si	2	3	1		0,2	

Na mata A, a hipótese nula de que os grupos de quadros definidos com base nos TFs não diferem significativamente quanto aos teores das variáveis do solo foi rejeitada ($\alpha = 0,05$) para a concentração de alumínio e porcentagem de matéria orgânica nos quadros de tamanho P1 e para a concentração de alumínio nos quadros de tamanho P3 (**Apêndice 22**), sendo que, neste caso, apenas os contrastes entre os grupos 1 e 2 foram significativos.

3.3.2.2 Mata B

Na mata B, três grupos de quadros foram considerados nítidos para ambos os tamanhos de quadro (**Apêndice 15**). Os TFs relacionados aos grupos de quadros de tamanho P1 (**Figura 21**) estão descritos na **Tabela 9** e as espécies correspondentes aos TFs encontram-se no **Apêndice 18**. Como a congruência nessa análise foi baixa (**Tabela 6**), os resultados não serão detalhados.

Nos quadros de tamanho P3, os solos do grupo 1 (**Figura 22**) apresentaram a menor concentração média de potássio (**Tabela 10**). No grupo 2, foram encontradas as menores concentrações de Al e saturação por Al, sendo que a concentração média de K foi intermediária à dos outros grupos. O solo do grupo 3 apresentou as maiores concentrações médias de Mg, Al e de saturação por Al (m%). Folhas simples com comprimentos médios entre 5 e 10cm caracterizaram os TFs mais abundantes dos três grupos, todavia os TFs mais abundantes com folhas compostas prevaleceram nos grupos 2 e 3, assim como os que apresentaram folhas (ou folíolos) com comprimento médio superior a 10cm. Nos TFs do grupo 3 predominaram as folhas (ou folíolos) estreitas, com largura média inferior a 2,5cm. No grupo 2, os TFs mais abundantes apresentaram folhas com largura média maior, entre 2,5 e 5cm, enquanto no grupo 1 TFs com ambas as larguras foram abundantes. As espécies componentes dos TFs encontram-se no **Apêndice 19**.

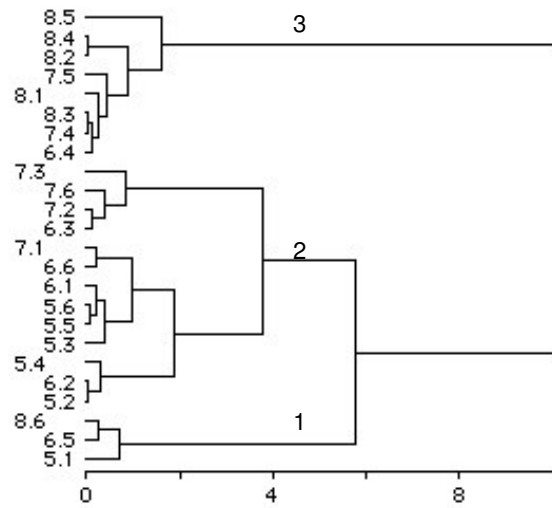


Figura 21: Análise de agrupamento dos quadros de tamanho P1 da Mata B.

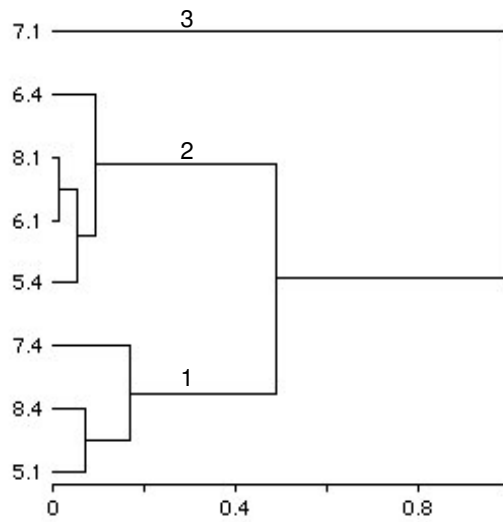


Figura 22: Análise de agrupamento dos quadros de tamanho P3 da Mata B.

Tabela 9: Número médio de indivíduos de cada TF e valores médios das variáveis do solo em relação aos grupos de quadro de tamanho P1 da mata B.

Variáveis do solo		Grupo		
		1	2	3
Al (m%)		0.13	0.48	0.12
Ca		15.43	17.35	9.94
MO		8.33	9.36	5.93

TFs	Atributos				Gr	Cm	Fo	Fi
	Gr	Cm	Fo	Fi				
1	a	1	ba	no	0.67	0.15	0.00	
2	b	2	ce	op	0.00	1.85	2.69	
3	c	2	ba	no	0.33	0.38	0.00	
4	b	2	ce	no	1.00	3.31	1.23	
5	c	2	ap	op	0.67	1.62	0.31	
6	a	1	ba	op	0.67	0.23	0.15	
7	b	2	ap	no	1.33	0.77	0.31	
8	c	3	ap	no	1.00	0.31	0.08	
9	b	3	ce	no	0.67	0.69	0.31	
10	a	2	ba	op	0.00	0.08	0.23	
11	b	3	ba	no	0.00	0.15	0.23	
12	b	3	ce	op	0.00	0.92	0.23	
13	c	3	ap	op	0.00	0.31	0.08	
14	a	1	ce	op	0.00	0.15	0.15	

Tabela 10: Número médio de indivíduos de cada TF e valores médios das variáveis do solo em relação aos grupos de quadro de tamanho P3 da mata B.

Variáveis do solo		Grupo		
		1	2	3
Mg (cmol/l)		2.99	3.73	4.57
Al (cmol/l)		0.07	0.04	0.33
Al (m%)		0.29	0.14	1.30

TFs	Atributos				Gr	Cm	Lm	Ni
	Gr	Cm	Lm	Ni				
1	a	1	1	si	2.67	1.00	2	
2	a	2	2	si	12.00	8.25	14	
3	a	2	2	co	0.67			
4	b	2	2	si	9.00	12.75	1	
5	a	3	3	si	2.67	1.25	1	
6	b	3	3	si	0.67	0.25	1	
7	a	2	2	co	1.67	1.00	3	
8	c	1	1	co		0.25		
9	b	3	3	si		1.25	2	
10	b	3	3	co	1.33	3.50	5	

As análises de variância da mata B, para os dois tamanhos de quadro, indicam que os grupos de quadros definidos a partir dos TFs não diferem significativamente em relação a todos os fatores do solo testados, tendo sido aceita a hipótese nula (Apêndice 23), ou seja, os grupos de quadros definidos com base nos TFs não diferem significativamente quanto aos teores das variáveis de solo tomadas individualmente.

3.3.2.3 Análise conjunta das duas matas

Na análise conjunta dos quadros de ambas as matas, foram identificados dois grupos significativos para os quadros de tamanho P1 e três grupos para os quadros de tamanho P3 (Apêndice 15). A **Tabela 11** apresenta os TFs associados aos grupos de quadros de tamanho P1 (**Figura 23**). Como a congruência nessa análise foi relativamente baixa (**Tabela 6**), os quadros de tamanho P1 não serão discutidos. No Apêndice 20, constam as espécies correspondentes a estes TFs.

Nos quadros de tamanho P3, os grupos 1 e 2 compreenderam principalmente os quadros da mata A, enquanto no grupo 3 foram classificados apenas quadros da mata B (**Figura 24**). A concentração média de alumínio foi maior nos quadros do grupo 1, intermediária no grupo 2 e baixíssima no grupo 3. Já a concentração média de magnésio foi mais elevada nos quadros do grupo 3 e menor nos grupos 1 e 2 (**Tabela 12**). Considerando os TFs com maiores abundâncias médias, folhas com comprimento entre 5 e 10cm prevaleceram nos três grupos, mas comprimentos menores ocorreram no grupo 1 e, maiores, no grupo 3. Folhas não perenes prevaleceram entre os TFs do grupo 1 e também ocorreram em alguns TFs do grupo 3. Os grupos 1 e 3 também apresentaram TFs mais abundantes com folhas coriáceas, embora folhas cartáceas também tenham sido comuns. Em relação aos

Tabela 11: Número médio de indivíduos de cada TF e valores médios das variáveis do solo em relação aos grupos de quadro de tamanho P1 de todos os quadros amostrados.

Variáveis do Solo	Grupo	
	1	2
Mg (cmol/l)	2,97	1,54
Ca (cmol/l)	12,83	5,96
MO (%)	9,02	7,33
Al (cmol/l)	1,13	3,29
pH	4,53	4,05

TFs	Atributos				
	Fa	Co	CS		
1	Ar	nd	pi	0,26	
2	Wi	di	si	0,03	
3	Mt	di	st	0,52	0,53
4	Aa	di	si	0,03	
5	Ma	di	pi	0,06	
6	Mt	di	si	0,03	0,06
7	La	di	si	0,10	
8	Mt	di	sb	1,10	0,82
9	Aq	di	si	0,35	
10	Po	nd	pi	0,06	0,06
11	Pr	nd	si	0,10	0,88
12	Eu	di	sb	0,23	2,06
13	Ms	di	pi		0,06
14	Eu	nd	sb	0,71	3,06
15	Rb	di	sb	0,81	0,29
16	Fl	nd	sb	1,35	0,06
17	Ao	di	st	0,13	0,24
18	Eu	di	si		0,06
19	Mo	di	sb	0,13	
20	Mt	nd	si	0,16	0,06
21	La	di	st	0,52	0,18
22	Mt	nd	st	0,06	0,06
23	lc	di	si	0,16	0,06
24	Ro	di	st	0,03	0,06
25	Sa	nd	si	0,13	
26	So	di	sb	0,10	
27	Ms	di	si	0,23	0,06
28	As	di	pi	0,06	
29	Lo	nd	si	0,03	
30	Ul	di	st	0,06	
31	Mi	nd	sb	0,16	
32	Rt	di	si	0,58	
33	Fa	di	st	0,03	
34	Si	nd	st	0,03	
35	Sa	nd	st	0,26	
36	Ce	di	si	0,06	
37	Fl	di	si	0,06	
38	Mo	nd	si	0,39	
39	Ap	di	st	0,03	
40	Rb	nd	si	0,10	
41	So	di	si	0,03	
42	St	di	si	0,03	

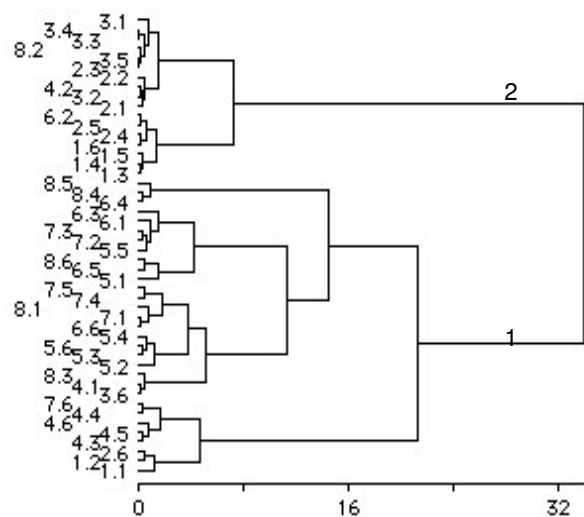


Figura 23: Análise de agrupamento de todos os quadros de tamanho P1.

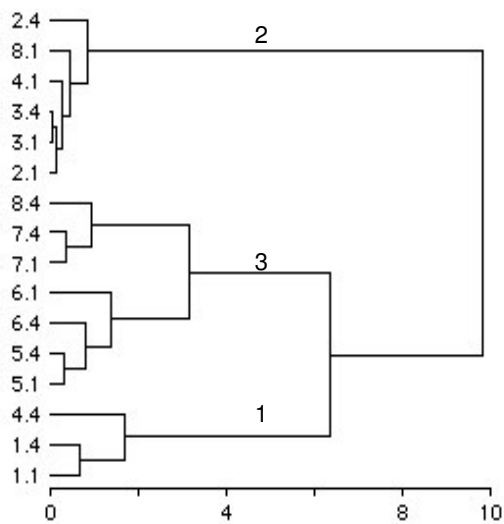


Figura 24: Análise de agrupamento de todos os quadros de tamanho P3.

Tabela 12: Número médio de indivíduos de cada TF e valores médios das variáveis do solo em relação aos grupos de quadro de tamanho P3 de todos os quadros amostrados.

Variáveis do solo	Grupo						1	2	3
Al (cmol/l)							5,70	2,09	0,09
Mg (cmol/l)							1,23	1,59	3,74
TFs	Atributos						2,67	10,50	1,29
	Cm	Si	Te	cD	DG	De			
1	1	si	co	1	P	pe		0,14	
2	1	si	co	3	P	pe	1,00		
3	2	si	ca	1	P	pe	1,33	1,29	
4	2	si	co	2	US	pe	0,33	0,17	
5	2	si	co	3	T	pe	0,33	0,43	
6	2	si	me	1	UA	pe	0,67		
7	1	si	co	5	PS	pe	0,33		
8	1	si	ca	2	US	pe	0,33		
9	2	si	ca	1	PS	pe	0,33		
10	2	si	co	3	PU	pe	1,00		
11	2	si	co	1	US	pe	0,67	0,86	
12	1	si	co	7	PA	pe	0,33		
13	2	as	co	1	AS	np	3,67	0,29	
14	2	as	co	2	AS	np	0,33	0,17	
15	2	si	ca	1	T	np	2,00	2,00	
16	2	si	ca	2	T	np	2,67	0,17	
17	2	si	co	2	PU	pe	0,67		
18	1	si	co	1	PS	pe	0,33	0,17	
19	2	si	ca	2	PA	pe	1,33	0,29	
20	2	si	ca	3	T	pe	0,33	0,14	
21	2	si	ca	3	T	np	1,67	0,50	
22	1	si	co	3	PS	pe	0,67		
23	2	si	ca	3	PA	pe	0,33	0,14	
24	2	si	co	1	PS	pe	0,33		
25	2	si	co	1	AS	pe	0,33	3,14	
26	2	si	ca	2	P	pe	0,33		
27	2	as	me	1	T	np	1,17	2,71	
28	2	si	me	3	T	pe	0,50		
29	2	si	ca	4	T	np	0,17		
30	2	si	co	7	US	pe	0,17		
31	2	si	me	1	T	pe	0,33	0,57	
32	1	si	ca	4	US	pe	0,17	0,57	
33	1	si	co	4	PS	pe	0,17		
34	3	si	ca	4	T	pe	0,17	0,14	
35	2	si	ca	3	US	pe	0,50		
36	2	si	co	4	US	pe	0,33		
37	2	si	co	5	US	pe	0,17		
38	2	si	ca	1	PA	pe	0,33	0,71	
39	2	si	me	2	T	pe	0,33	0,33	
40	2	si	co	2	T	pe	0,33	0,14	
41	1	si	co	2	PS	pe	0,33	0,33	
42	2	si	co	3	P	pe	0,17		
43	2	as	me	2	T	np	0,50	1,57	
44	2	si	ca	1	US	pe	0,33	0,17	
45	2	si	ca	3	PS	pe	0,17		
46	2	si	ca	2	US	pe	0,50		
47	2	si	co	1	T	pe	0,17	0,43	
48	2	si	co	4	T	pe	0,33	0,29	
49	2	si	co	1	PU	pe	0,33	0,14	
50	2	si	co	2	PA	pe	0,33		
51	2	as	me	3	T	np	0,33	0,29	
52	2	si	me	1	P	pe		0,29	
53	3	si	co	1	T	pe	0,33	2,57	
54	1	si	me	1	T	pe		0,14	
55	3	si	me	1	AS	pe		0,14	
56	2	si	ca	1	AS	pe		0,29	
57	3	si	co	4	PA	pe		0,14	
58	2	si	co	1	P	pe		0,43	
59	2	si	ca	2	T	pe	0,33	0,71	

Variáveis do solo		Grupo						
		1	2	3				
Al (cmol/l)		5,70	2,09	0,09				
Mg (cmol/l)		1,23	1,59	3,74				
TFs	Atributos							
	Cm	Si	Te	cD	DG	De		
60	2	as	me	1	P	np		0,14
61	2	si	co	1	PA	pe		0,71
62	2	si	me	1	PU	np		0,14
63	1	as	me	1	PA	np		0,14
64	3	si	co	2	PA	pe		0,29
65	3	si	ca	1	T	pe		0,57
66	3	si	co	4	T	pe	0,17	0,14
67	2	si	ca	1	T	pe	0,33	1,71
68	3	si	ca	2	T	pe		0,14
69	3	si	co	3	T	pe	0,17	0,29
70	3	si	co	2	T	pe	0,17	0,57
71	2	si	co	3	PU	np		0,29
72	1	si	co	9	P	pe		0,14
73	2	si	me	3	P	pe		0,14
74	3	si	ca	3	T	pe	0,17	0,14
75	3	si	co	1	PA	pe	0,17	0,29
76	3	si	co	5	T	pe		0,14
77	1	si	ca	3	T	pe		0,14
78	3	si	co	3	PA	pe		0,29
79	1	si	ca	1	P	pe		0,14
80	2	si	me	1	T	np		0,14
81	1	si	me	1	PS	pe		0,29
82	2	si	me	2	AS	np		0,14
83	2	si	me	1	AS	np		0,29
84	2	si	co	2	P	pe		0,14
85	1	si	ca	1	US	pe		0,14
86	2	as	me	3	P	np		0,14
87	2	as	me	2	P	np		0,14
88	1	si	ca	3	US	pe		0,14
89	1	si	co	10	P	pe		0,14

padrões de distribuição geográfica das espécies representadas pelos TFs, no grupo 3 predominam os TFs que apresentam ampla distribuição geográfica. Nos grupos 1 e 2 os TFs característicos do planalto são abundantes, sendo que no grupo 1 os TFs relacionados à Mata Atlântica também são abundantes. Ver no Apêndice 21 as espécies correspondentes aos TFs.

Na análise de variância dos quadros das duas matas, a hipótese nula foi rejeitada para todos os fatores do solo testados nos quadros de tamanho P1 e P3 (Apêndice 24).

3.4 Discussão

Na vegetação estudada, o predomínio de plantas com folhas perenes, simples e largura média relativamente pequena pode estar relacionada às condições climáticas predominantes na área estudada, uma vez que estas características são compartilhadas pela maioria das espécies, independente do padrão de distribuição geográfica. Givnish (1987) reconhece a tendência de redução da largura da folha com a elevação em montanhas em regiões recebendo alta pluviosidade. Este pesquisador também associa folhas perenes à pequena variabilidade sazonal nas condições para a fotossíntese, incluindo climas assazonais ou com invernos pluviais, e folhas compostas a ambientes áridos ou semi-áridos que favorecem o hábito decíduo, a pequenas altitudes e às fases de clareira da sucessão.

A relativa uniformidade morfológica da vegetação estudada corresponde, em uma certa medida, às observações feitas por Lindman (1906) sobre o sub-bosque da “mata virgem da fralda da serra”. Lindman (1906: 236) atribui a pequena diferenciação nos tipos foliares da “mata virgem” à “monotonia na qualidade física do habitat; a sua atmosfera imóvel, as suas oscilações de temperatura imperceptíveis, a fraca transpiração, a pouca irradiação e a iluminação fraca e uniforme (...) fazem

com que talvez não haja outro habitat no continente que seja menos próprio para provocar a vegetação a uma rica produção de formas, donde resulta também um conservantismo tenaz do grau de desenvolvimento e do caráter ecológico da vegetação”.

Outros atributos, entretanto, apresentaram maior variabilidade, possibilitando a identificação de grupos distintos de espécies, bem como a associação entre TFs e determinadas características do solo. Estes atributos podem representar adaptações à heterogeneidade do ambiente numa escala menor, como as variações na intensidade luminosa e nas características do solo.

Na avaliação da correlação entre a vegetação e o solo, em ambas as matas e tamanhos de quadro, a congruência entre as variáveis do solo e os TFs foi maior do que nas análises que consideraram as espécies (ver **Tabela 5**). Estes resultados reiteram a idéia de que a utilização de taxonomias baseadas nos atributos morfológicos e/ou funcionais com significado adaptativo pode prover uma melhor interpretação das relações entre o ambiente e a vegetação (Pillar 1993a).

Os resultados dos testes univariados de variância refletiram a maior heterogeneidade espacial nos teores das variáveis do solo na mata A e a maior homogeneidade do solo da mata B. Os testes considerando as duas matas em conjunto também evidenciaram as nítidas diferenças entre o solo e a vegetação entre as duas matas, uma vez que a associação entre os grupos de quadros descritos pelos TFs e os descritores do solo foi significativa para todas as variáveis do solo que maximizaram a congruência entre a variação do solo e da vegetação.

Além dos atributos definidos no subconjunto ótimo, nos dois tamanhos de quadro da mata A e da análise conjunta das duas matas ocorreu uma redundância relativamente alta dos demais atributos, ao contrário da mata B, na qual poucos atributos mantiveram uma congruência alta com as variáveis do solo e produziram

uma pequena variedade de TFs. Desta forma, a pequena variação dos parâmetros do solo na mata B foi relacionada a poucos atributos, enquanto a heterogeneidade florística e morfológica desta mata deve estar relacionada a outros fatores, não considerados neste estudo e que merecem ser investigados.

A forte associação encontrada entre as concentrações de alumínio trocável e os grupos de TFs indica a influência deste elemento na estrutura da comunidade e na distribuição espacial das plantas. De acordo com Kaminski & Rheinheimer (2000), o principal efeito tóxico do alumínio é a interferência no processo de absorção das plantas, especialmente de fósforo e cálcio, e inibição do crescimento do sistema radical, sendo que as plantas submetidas ao estresse por alumínio apresentam raízes reduzidas, curtas e grossas, com ramificação deficiente, o que diminui o volume do solo explorado. Kaminski & Rheinheimer (2000) citam autores que reconhecem como mecanismos de tolerância a exsudação de ácidos orgânicos que complexam o alumínio e aliviam a sua toxicidade, a imobilização do alumínio na parede celular, no vacúolo ou complexado no citoplasma e a permeabilidade seletiva da membrana plasmática.

A fitotoxidez de alumínio é mais dependente da sua relação com o cálcio e o magnésio, assim como da matéria orgânica, do que de sua própria concentração (Kaminski & Rheinheimer 2000). Teores elevados de matéria orgânica geralmente implicam na maior capacidade de retenção de cátions, maior disponibilidade de fósforo e maior complexação de metais, podendo ser esperada uma menor toxidez por alumínio trocável (Tomé Jr. 1997). Kaminski & Rheinheimer (2000) observam que nos sistemas de manejo agrícola que mantêm grande quantidade de resíduos na superfície, a tendência de aumento dos teores de matéria orgânica se reflete na redução da toxidez do alumínio, pois aumenta a quantidade de alumínio armazenada com maior estabilidade e menor labilidade.

De um modo similar ao que ocorre nos sistemas de manejo agrícola mencionados acima, é possível que a presença de vegetação florestal altere as condições do solo, aumentando os teores de matéria orgânica e modificando as relações entre o alumínio, o cálcio e o magnésio. Se isto de fato ocorre, as espécies que apresentam mecanismos mais eficientes de tolerância ao alumínio poderiam atuar como pioneiras, criando condições mais adequadas para o estabelecimento de plantas menos tolerantes.

Neste estudo, as análises químicas do solo também revelaram uma tendência de redução da concentração de alumínio com a elevação dos teores de matéria orgânica, de cálcio e de magnésio. Os elevados teores de alumínio encontrados na borda da mata A com o campo decresceram no interior da mata e foram baixíssimos na mata B, enquanto os teores de matéria orgânica, cálcio e magnésio aumentaram nesta mesma seqüência.

Conforme os resultados das análises de congruência entre o solo e a vegetação, de variância e de agrupamentos, a vegetação acompanhou as variações no solo. Estudos anteriores corroboram tendências observadas nas relações entre os TFs e as variáveis do solo e entre os atributos que caracterizaram os TFs.

Grime (1994) argumenta que, embora as variações na intensidade luminosa das florestas possam exercer uma influência significativa nas estratégias adaptativas das plantas florestais, pode ser um erro interpretar a fisiologia das plantas de sombra como consequência única da baixa irradiância, pois raízes e estruturas aéreas respondem de forma integrada às limitações do ambiente, as quais refletem-se simultaneamente na rizosfera e no dossel (Grime et al. 1997). As grandes árvores florestais podem reduzir a disponibilidade de nutrientes, inclusive através da associação com micorrizas, fechando o ciclo de nutrientes minerais e sujeitando a flora dos estratos inferiores a diversas limitações (Grime 1994).

Em relação ao tamanho e espessura da lâmina foliar, nos grupos de quadros da mata A associados às maiores concentrações de alumínio predominaram plantas com folhas mais espessas (coriáceas e cartáceas), com comprimentos relativamente menores, incluindo muitos TFs com comprimentos inferiores a 5cm e pequena largura média, embora alguns TFs abundantes tenham compreendido plantas com folhas mais largas (largura média superior a 5cm). Nos quadros da mata A com teores intermediários de alumínio, a maioria dos TFs apresentou folhas perenes, cartáceas ou coriáceas, com comprimentos médios entre 5 e 10cm. Nos quadros da mata B, TFs que compreenderam plantas com folhas não perenes, membranáceas, de comprimento médio entre 5 e 10cm, foram muito melhor representados do que na mata A. TFs com folhas perenes, coriáceas, com comprimento superior a 10cm foram mais freqüentes nos quadros da mata B, mas também ocorreram nos quadros do interior da mata A.

Givnish (1987) argumenta que as folhas, como local primário da fotossíntese, são de fundamental importância funcional para as plantas, além de apresentarem uma grande variação na forma, fisiologia e fenologia, tanto dentro como entre espécies, que implicam não apenas nas estratégias para trocas de carbono, mas também na perda de água, alocação em tecidos de crescimento acima ou abaixo do solo, padrões de ramificação, crescimento da planta como um todo e interações com competidores, predadores e mutualistas. Em função disto, estas estruturas conferem diversas vantagens para o entendimento do significado adaptativo das variações na forma das plantas, fisiologia e comportamento, dos fatores que limitam a distribuição das espécies e das tendências na estrutura das comunidades (Givnish 1987).

Partindo da revisão de diversos estudos, Givnish (1987) considera que há uma tendência de redução da largura das folhas com a elevação em montanhas em regiões recebendo alta pluviosidade, em habitats menos férteis e com o aumento da

irradiância. O predomínio de folhas com larguras relativamente pequenas (entre 2,5 e 5cm), observada em ambas as matas, pode estar relacionado com a primeira tendência observada pelo autor. Por outro lado, um número elevado de TFs com folhas ainda mais estreitas (inferiores a 2,5cm) foi relacionado aos quadros cujos solos apresentaram teores elevados de alumínio. A tendência de redução da largura das folhas em plantas presentes em solos pouco férteis e em locais com baixa pluviosidade foi observada também por Cunningham et al. (1999), a partir da análise da estrutura das folhas ao longo de um gradiente de umidade e fertilidade do solo na Austrália.

Folhas mais estreitas em solos com nutrientes escassos podem resultar das mesmas pressões seletivas para a redução da perda d'água (Givnish 1979), visto que o crescimento das raízes é limitado por nutrientes escassos, o que pode equivaler a seca (Cunningham et al. 1999).

Givnish (1987) observa a tendência de aumento da espessura da folha com o decréscimo da pluviosidade, da umidade e/ou da fertilidade do solo, com o aumento da irradiância e/ou duração da folha e com a elevação em montanhas em regiões chuvosas. Folhas espessas são geralmente mais duráveis que folhas finas e requerem períodos produtivos mais longos para compensar seus custos de construção e, na maioria dos habitats, de produção de defesas contra a herbivoria (Van Hulst 2000). Por outro lado, a eficiência fotossintética das folhas tende a diminuir com a espessura e com a idade, tornando-as menos eficientes que folhas maiores e mais finas (Lambers et al. 1998 *apud* Van Hulst 2000).

A duração das folhas pode também estar associada à disponibilidade de nutrientes, sendo que folhas perenes são mais comuns em habitats com solos pouco férteis (Givnish 1984, 1987). Os custos com a absorção de nutrientes relacionados à substituição de folhas (Chapin 1980), podem favorecer a seleção de atributos que

umentam a longevidade, tais como espessura da folha e defesa química (Cunningham et al. 1999).

A maioria das plantas com folhas decíduas ou semidecíduas apresentaram textura membranácea e predominaram no sub-bosque da mata B. Nesta mata, os TFs com folhas membranáceas também apresentaram um número relativamente maior de indivíduos. Paradoxalmente, as plantas com folhas não perenes amostradas na mata A apresentaram folhas com textura cartácea e coriácea e predominaram nos quadros com maiores teores de alumínio. Estes resultados podem estar relacionados com as limitações da metodologia adotada, decorrentes dos atributos selecionados, da subjetividade das classificações e da padronização das características para todos os indivíduos da mesma espécie.

As poucas plantas que apresentaram folhas com ápices obtusos ou agudos prevaleceram nos quadros da borda da mata A com o campo, e as folhas com ápices acuminados predominaram na fisionomia geral de ambas as matas. Folhas com ápices longos e acuminados tendem a ser comuns em florestas pluviais úmidas ou nebulares, particularmente entre espécies do sub-bosque (Givnish 1987), podendo estar relacionadas ao escoamento da água da chuva (ver Lindman 1906).

Grime et al. (1997) sugerem a existência de diversos mecanismos através dos quais a complexidade da vegetação é mantida, entre os quais mencionam a variabilidade das estratégias regenerativas entre plantas com estruturas similares para estabelecimento, a diversificação de atributos relacionados à fenologia, ao florescimento e às respostas a fatores de manejo entre espécies que utilizam recursos com dinâmicas similares, e padrões complexos de distribuição em função da sensibilidade diferenciada a fatores tóxicos, como íons de hidrogênio e alumínio.

Aarssen (1992) argumenta que espécies que coexistem numa mesma área podem reduzir ou evitar a extensão da interação competitiva através do

requerimento de recursos diferentes, da utilização do recurso nos locais onde a concentração de pelo menos um recurso seja menor (ou maior) do que o tolerável por outras espécies, ou do uso dos mesmos recursos em diferentes locais, como profundidades diferentes das raízes, por exemplo, ou períodos, como diferenças na estação de crescimento.

Apesar das limitações, os atributos selecionados para este estudo possibilitaram o questionamento sobre algumas relações entre a vegetação e o ambiente. De qualquer forma, estes resultados produziram mais perguntas que respostas, evidenciando a necessidade de que outros trabalhos sejam realizados com o objetivo de ampliar a compreensão das estratégias adaptativas das plantas na região das matas com araucária.

Uma das primeiras carências a ser suprida no estudo da ecologia das matas com araucária é a escassez de informações sobre a biologia e história de vida das espécies, assim como suas relações com a fauna. O estudo de atributos relacionados aos mecanismos envolvidos na dispersão, estabelecimento e persistência, comuns à história de vida da maioria das plantas, pode produzir melhores resultados para a compreensão e predição das respostas da vegetação a fatores do ambiente e a distúrbios (ver Weiher et al. 1999).

As questões colocadas por Rambo (1953, 1961), Klein (1975, 1984), e, mais recentemente, por Jarenkow (1994) e Pillar & Quadros (1997) sobre a dinâmica florestal do Rio Grande do Sul talvez possam ser melhor respondidas com o auxílio de abordagens que considerem taxonomias alternativas, baseadas em estruturas que reflitam adaptações das plantas às variações climáticas de nosso estado. A teoria dos filtros ambientais de Keddy (1992) também poderia contribuir para a fundamentação metodológica de trabalhos relacionados à compreensão da distribuição da vegetação florestal em nosso estado.

4 CONCLUSÕES

A diversidade de espécies amostrada nas matas estudadas reitera a importância da Flona de São Francisco de Paula para a conservação e o estudo das matas com araucária. A maior riqueza de espécies da mata B pode resultar da menor concentração de alumínio no solo aliada a um histórico de menor distúrbio antrópico. Na mata A, por outro lado, a maior riqueza de espécies de grande porte pode estar associada à maior disponibilização de luz para as espécies do sub-bosque decorrente do corte seletivo de araucária sofrido em um passado relativamente recente para a escala da dinâmica florestal. As respostas para estas questões, entretanto, permanecem em aberto, sugerindo a necessidade de estudos mais aprofundados sobre os efeitos das variações na intensidade luminosa, dos fatores do solo e dos distúrbios antrópicos na dinâmica florestal e na diversidade de espécies.

O delineamento amostral utilizado pode ter sido limitante, pois nos quadros pequenos os padrões foram indicados principalmente pelas arvores mais abundantes e, nos quadros grandes, o pequeno número de quadros limitou a interpretação de padrões das árvores de grande porte. Apesar disso, as relações encontradas entre o solo e a vegetação, tanto na descrição por espécies como por tipos funcionais, permitiram a discussão sobre algumas causas dos padrões observados, além da descrição da vegetação e seus padrões.

A utilização de tipos funcionais na descrição da vegetação possibilitou a abordagem de algumas relações entre a morfologia das plantas e o ambiente, corroborando tendências observadas em outros estudos. A variabilidade nos atributos considerados pode estar relacionada a diferentes estratégias adaptativas

das plantas na obtenção e utilização dos recursos, resultantes das interações complexas com outras plantas e com o ambiente. Por outro lado, considerando as teorias de Rambo e Klein sobre a migração de espécies das florestas atlântica e das bacias dos rios Paraná e Uruguai sobre as matas com araucária, os padrões morfológicos predominantes observados podem tanto ser decorrentes das limitações impostas pelo clima atual do planalto, como da falta de oportunidade histórica de colonização destas matas por plantas com padrões morfológicos evoluídos em ambientes de maior tropicalidade.

O pequeno número de estudos realizados nas florestas com araucária gaúchas, que reflete a política brasileira para a pesquisa básica, repercute numa grande escassez de informação sobre as espécies que compõem estas matas, a biologia dessas espécies, a dinâmica de populações e comunidades, as relações entre a vegetação e o ambiente, incluindo o efeito das alterações antrópicas. Como consequência, a complexidade dos sistemas naturais é ignorada, assim como tecnologias de manejo adequadas para estes ecossistemas, e proliferam atividades econômicas de sustentabilidade duvidosa, como as plantações de *Pinus*.

Finalmente, se este estudo produziu um número muito maior de perguntas do que respostas, que sirva para despertar a curiosidade e o encantamento para a compreensão e conservação das florestas com araucária, em particular, e dos sistemas ecológicos, de um modo geral, incitando à participação neste esforço coletivo da humanidade que é a ciência.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AARSEN, L.W. 1992. Causes and consequences of variation in competitive ability in plant communities. *Journal of Vegetation Science* 3: 165-174.
- BACKES, A. 1983. Dinâmica do pinheiro brasileiro. *Iheringia, Sér. Bot.* 30: 49-84.
- BALBUENO, R. A. 1997. *A fragmentação de ambientes florestais: dois casos na região do Baixo Rio Jacuí, RS*. Porto Alegre, UFRGS. 85p. (Dissertação de Mestrado).
- BAPTISTA, L.R.M.; IRGANG, B.E.; VALLS, J.F.M. & WAECHTER, J.L. 1979. *Parque Nacional Aparados da Serra – Levantamento da vegetação*. Relatório datilografado ao IBDF. Porto Alegre.
- BAUNDRY, J. 1989. Interactions between agricultural and ecological systems at the landscape level. *Agriculture, Ecosystem and Environment* 27: 119-130.
- BEHLING, H. 1995. Investigations into the Late Pleistocene and Holocene history of vegetation and climate in Santa Catarina (South Brazil). *Vegetation History and Archaeobotany* 4: 127-152.
- BEHLING, H. 1996. Late Quaternary vegetation, climate and fire history of the Araucaria forest and campos region from Serra Campos Gerais, Paraná State (South Brazil). *Review of Palaeobotany and Palynology* 97: 109-121.
- BOMBIN, M. & KLAMT, E. 1975. Evidências paleoclimáticas em solos do Rio Grande do Sul. *Anais do XXVIII Congresso Brasileiro de Geologia*, Porto Alegre, p. 183-193.

- BRASIL, Ministério da Agricultura, Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária, Divisão de Pesquisa Pedológica. 1973. *Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Rio Grande do Sul*. Boletim Técnico nº 30. Recife. 430 pp.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. 1983. *Inventário Florestal Nacional: Floresta Nativa, Rio Grande do Sul*.
- BRASIL. Resolução n.º 13, de 06 de dezembro de 1990, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Estabelece normas referentes ao entorno das Unidades de Conservação. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Brasília, p. 25.541, 28 de dezembro de 1990, Seção I.
- CÂMARA, I. 1991. *Plano de Ação para a Mata Atlântica*. SOS Mata Atlântica. Ed. Interação Ltda. São Paulo. 152 p.
- CESTARO, L.A.; WAECHTER, J.L. & BAPTISTA, L.R.M. 1986. Fitossociologia do estrato herbáceo da mata de araucária da Estação Ecológica de Aracurí, Esmeralda, RS. *Hoehnea* 13: 59-72.
- CHAPIN, F.S. 1980. The mineral nutrition of wild plants. *Annual Review of Ecology and Systematics* 11: 233-260.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO RS E SC. 1994. *Recomendações de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina*. 3 ed., Passo Fundo, SBCS. Núcleo Regional Sul. 224p.
- CUNNINGHAM, S.A.; SUMMERHAYES, B. & WESTOBY, M. 1999. Evolutionary divergences in leaf structure and chemistry, comparing rainfall and soil nutrient gradients. *Ecology* 69 (4): 569-588.

- DEAN, W. 1997. A ferro e a fogo: a história e a destruição da Mata Atlântica brasileira. São Paulo, Companhia das Letras. 484p.
- DÍAZ, S.; CABIDO, M. & CASANOVES, F. 1998. Plant functional traits and environmental filters at a regional scale. *Journal of Vegetation Science* 9: 113-121.
- DÍAZ, S.; CABIDO, M.; ZAK, M.; MARTÍNEZ CARRETERO, E.; ARANÍBAR, J. 1999. Plant functional traits, ecosystem structure and land-use history along a climatic gradient in central-western Argentina. *Journal of Vegetation Science* 10: 651-660.
- DUARTE, M.M. 1997. Relatório Técnico: *Ecologia*. PED-Cambará do Sul/MMA.
- FERNANDES, A. 1996. Produtividade Primária em Floresta com *Araucaria angustifolia* (Bert.) O.Ktze. no Rio Grande do Sul. São Leopoldo. UNISINOS. (Dissertação de Graduação).
- FERNANDÉZ, F. 1997. Efeitos da Fragmentação de Ecossistemas: a situação das Unidades de Conservação. *Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação. Anais*. Curitiba.
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA/INPE, 1993. *Evolução dos remanescentes florestais e ecossistemas associados do domínio da Mata Atlântica no período 1985-1990*. Relatório, São Paulo.
- GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S. & RODERJAN, C.V. 1989. Levantamento fitossociológico das principais associações arbóreas da Floresta Nacional de Irati-PR. *Rev. Floresta* 19 (1/2): 30-49.

- GANDOLFI, S. 2000. *História natural de uma floresta estacional semidecidual no município de Campinas (São Paulo, Brasil)*. Campinas, UNICAMP. (Tese de Doutorado).
- GITAY, H. & NOBLE, I.R. 1997. What are functional types and how should we seek them? In: Smith, T.M., Shugart, H.H. & Woodward, F.I. (eds.) *Plant functional types: their relevance to ecosystem properties and global change*. Cambridge, Cambridge University Press. 3-19.
- GIVNISH, T.J. 1979. On the adaptive significance of leaf form. In: Solbrig, O.T.; Jain, S.; Johnson, G.B. & Raven, P.H. (eds.) *Topics in Plant Population Biology*. Pp 375-407. Columbia University Press, New York.
- GIVNISH, T.J. 1987. Comparative studies of leaf form: assessing the relative roles of selective pressures and phylogenetic constraints. *New Phytologist* 106: 131-160.
- GRIME, J.P. 1994. The role of Plasticity in Exploiting Environmental Heterogeneity. In: Caldwell, M.M. & Pearcy, R.W (eds.) *Exploiting Environmental Heterogeneity by plants: Ecophysiological Processes (Above and Belowground)*. Oxford, Academic Press.
- GRIME, J.P.; THOMPSON, K.; HUNT, R. et al. 1997. Integrated screening validates primary axes of specialization in plants. *Oikos* 79: 259-281.

- GUADAGNIN, D. L.; SOBRAL, M. & BECKER, F.G. A biodiversidade da região do Planalto das Araucárias no Rio Grande do Sul: importância, ameaças e recomendações. In: Richter, M. (org.) *Conservação da Biodiversidade & Desenvolvimento Sustentável de São Francisco de Paula. Um plano de ação preliminar*. Porto Alegre. Edipucrs Ed. 1998.
- HÜECK, K. 1972. *As florestas da América do Sul*. São Paulo, Polígono Ed. 466p.
- HURLBERT, S.H. 1984. Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. *Ecol. Monogr.* 54: 187-211.
- IBAMA/GTZ. 1997. *Marco Conceitual das Unidades de Conservação Federais do Brasil*. Projeto Unidades de Conservação.
- IBDF. 1983. *Inventário Florestal Contínuo – Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS*. Ministério da Agricultura, Depto. de Economia Florestal. Brasília. 95 p.
- IBGE. 1986. *Levantamento de Recursos Naturais*. Rio de Janeiro, IBGE. v. 33., 791p.
- JARENKOW, J.A. 1985. *Composição florística e estrutura da Mata com Araucária na Estação Ecológica de Aracuri*. Porto Alegre, UFRGS. (Dissertação de Mestrado).
- JARENKOW, J.A. 1994. *Estudo fitossociológico comparativo entre duas áreas com mata de encosta no Rio Grande do Sul*. São Carlos, UFSCar. (Tese de Doutorado)

- JARENKOW, J.A. 1999. Tipologias Florestais com araucárias no sul do Brasil. In: *50º Congresso Nacional de Botânica: Programa e Resumos*. p. 229.
- KAMINSKI, J. & RHEINHEIMER, D.S. 2000. A acidez do solo e a nutrição mineral de plantas. In: Kaminski, J. (org.) *Uso de corretivos da acidez do solo no plantio direto*. Pelotas, SBCS – Núcleo Regional Sul (Boletim Técnico 4).
- KEDDY, P.A. 1992. Assembly and response rules: two goals for predictive community ecology. *Journal of Vegetation Science* 3: 157-164.
- KENKEL, N.C. & WALKER, D.J. 1993. Fractal and ecology. *Abstracta Botanica* 17 (1-2): 53-70.
- KERN, A. A. 1994. *Antecedentes indígenas*. Porto Alegre, Ed. da Universidade.
- KLEIN, R. 1960. O aspecto dinâmico do pinheiro brasileiro. *Sellowia* 12: 17-48.
- KLEIN, R. 1975. Southern brazilian phytogeographic features and the probable influence of upper quaternary climatic changes in the floristic distribution. *Bol. Paran. Geoc.* 33: 67-88.
- KLEIN, R. 1984. Aspectos dinâmicos da vegetação do sul do Brasil. *Sellowia* 36: 5-54.
- KLEIN, R. M. 1985. Os tipos florestais com *Araucaria* em Santa Catarina. In: *Congresso Brasileiro de Botânica, 36, Curitiba. Anais...* Brasília, IBAMA, 1990. p. 101-119.

- KLEIN, R.; LIMA, S.L.; SOHN, S.; PASTORE, U. & CAMPOS, J.M. 1979. Contribuição do conhecimento da vegetação florestal de partes do primeiro e segundo planalto paranaenses. In: *Congresso Nacional de Botânica, 30, Campo Grande. Anais...* São Paulo, CNPq, SESU & IBDF. p. 225-30.
- LAMBERS, H.; CHAPIN, P.S. & PONS, E.L. 1998. *Plant physiological ecology*. New York, Springer.
- LAUSI, D. & NIMIS, P.L. 1985. The study of convergent evolution in plants and plant communities; a quantitative approach. *Abstracta Botanica* 9: 67-77.
- LEDRU, M.-P.; Salgado-Labouriau, M. L. & Lorscheitter, M.L. 1998. Vegetation dynamics in southern and central Brazil during the last 10,000 yr B.P. *Review of Paleobotany and Palinology* 99: 131-142.
- LEGENDRE, P. & LEGENDRE, L. 1998. *Numerical Ecology*. 2 ed. Amsterdam, Elsevier.
- LEITE, P.F. & KLEIN, R.M. 1990. Vegetação. In: Mesquita, O.V. (Coord.). *Geografia do Brasil: Região Sul*. Rio de Janeiro, IBGE (5v), V 2, 112-150.
- LEVIN, S.A. 1992. The problem of pattern and scale in ecology. *Ecology* 73: 1943-1967.
- LINDMAN, C. 1906. *A Vegetação do Rio Grande do Sul (Brasil Austral)*. Porto Alegre, Tipografia Universal. Reeditado pela Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1974.

- LONGHI, S. & FAEHSER, L. 1980. A estrutura de uma floresta natural de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze, no sul do Brasil. *Problemas Florestais de Gênero Araucária* 1: 167-172.
- MACHADO, S.A. & SIQUEIRA, J.P.D. 1980. Distribuição natural da *Araucaria angustifolia* (BERT.) O. KTE. In: IUFRO. *Problemas Florestais do Gênero Araucaria, 1, Curitiba, 1979. Anais...* Curitiba. p. 167-72.
- MARKGRAF, V. 1989. Paleoclimates in Central and South America since 18000 B.P. based on pollen and lake level records. *Quat. Sci. Rev.* 8: 1-24.
- MARTINS, F.R. 1993. *Estrutura de uma Floresta Mesófila*. 2ed. Campinas, Editora da Unicamp. 246p.
- McINTYRE, S. 1999. Plant Functional types – recent history and current developments. In: *People and rangelands: building the future. Proceedings of the VI Internacional Rangeland Congress, Townsville, Queensland, Australia.* p. 891-893.
- MORENO, J.A. 1961. *O clima do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Secretaria de Agricultura. 42 p.
- NEGRELLE, R.A.B. & SILVA, F.C. 1992. Fitossociologia de um trecho de floresta com *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. no município de Caçador-SC. *Bol. Pesq. Fl.* 24-25: 37-54.
- NOBLE, I.R. & GITAY, H. 1996. A funcional classification for predicting the dynamics of landscapes. *Journal of Vegetation Science* 7: 329-336.

- OLIVEIRA, Y.M.M. & ROTTA, E. 1982. Levantamento da estrutura horizontal de uma mata de araucária do primeiro planalto-paranaense. *Silvicultura* 8 (28): 106-11.
- ORLÓCI, L. & KENKEL, N. 1985. *Introduction to data analysis*. Fairland, Maryland, International Co-operative Publishing House.
- ORLÓCI, L. 1978. *Multivariate analysis in vegetation research*. 2 ed. Junk, The Hague. 451 p.
- ORLÓCI, L. 1993. Conjectures and scenarios in recovery study. *Coenoses* 8: 141-148.
- PALMER, M. 1988. Fractal geometry: a tool for describing spatial patterns of plant communities. *Vegetatio* 75: 91-102.
- PALMER, M.W. & WHITE, P.S. 1994. On the existence of ecological communities. *Journal of Vegetation Science* 5: 279-282.
- PIELOU, E.C. 1984. *The interpretation of ecological data: A primer on Classification and Ordination*. New York, Wiley-Interscience.
- 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. de. 1997. Grassland-forest boundaries in southern Brazil. *Coenoses* 12: 119-126.
- PILLAR, V. D. 1997. Multivariate exploratory analysis and randomization testing with MULTIV. *Coenoses* 12: 145-148.

- PILLAR, V. D. 1998. Sampling sufficiency in ecological surveys. *Abstracta Botanica* 22: 37-48.
- PILLAR, V. D. 1999a. How sharp are classifications? *Ecology* 80: 2508-2516.
- PILLAR, V. D. 1999b. The bootstrapped ordination reexamined. *Journal of Vegetation Science* 10: 895-902.
- PILLAR, V. D. 1999c. On the identification of optimal plant functional types. *Journal of Vegetation Science* 10: 631-640.
- PILLAR, V. D. 2000a. *SYNCSA, software for character-based community analysis*. Porto Alegre, Departamento de Ecologia, UFRGS. (versões para Macintosh e Windows)
- PILLAR, V. D. 2000b. *MULTIV, software para análise multivariada e testes de hipóteses*. Porto Alegre, Departamento de Ecologia, UFRGS. (versões para Macintosh e Windows)
- PILLAR, V. D. 2000c. *Autocorr, software para análise de autocorrelação espacial*. Porto Alegre, Departamento de Ecologia, UFRGS. (versões para Macintosh e Windows)
- PILLAR, V. D. P. & ORLÓCI, L. 1993a. Taxonomy and perception in vegetation analysis. *Coenoses* 8: 53-66.
- PILLAR, V. D. P. & Orłóci, L. 1993b. *Character-based community analysis: The Theory and An Application Program*. Haia, Holanda, PB Academic Publishing.
- PODANI, J. 1994. *Multivariate data analysis in ecology and systematics*. The Hague, SPB.

- PODANI, J., CZARÁN, T. & BARTHA, S. 1993. Pattern, area and diversity: the importance of spatial scale in species assemblages. *Abstracta Botanica* 17: 37-51.
- QUADROS, F.L.F. de. 1999. *Dinâmica vegetacional em pastagem natural submetida a tratamentos de queima e pastejo*. Doutorado em Zootecnia. Porto Alegre, UFRGS. (Tese de Doutorado)
- RAMBO, B. 1948. A flora austral-antártica e andina no Rio Grande do Sul. *Bol. Geog.* 6 (67):750-4.
- RAMBO, B. 1949. A flora de Cambará. *An. Bot. Herb. Barbosa Rodrigues* 1 (1): 111-35.
- RAMBO, B. 1951a. O elemento andino no pinhal riograndense. *An. Bot. Herb. Barbosa Rodrigues* 5 (5): 185-232.
- RAMBO, B. 1951b. A imigração da selva higrófila no Rio Grande do Sul. *An. Bot. Herb. Barbosa Rodrigues* 3 (3): 55-91.
- RAMBO, B. 1953. História da flora do planalto riograndense. *An. Bot. Herb. Barb. Rodr.* 5: 185-232.
- RAMBO, B. 1956a. *A fisionomia do Rio Grande do Sul*. 2 ed. Porto Alegre, Selbach. 471p.
- RAMBO, B. 1956b. A flora fanerogâmica dos Aparados riograndenses. *Sellowia* 7/8 (7): 235-98.
- RAMBO, B. 1961. Migration routes of the South Brazilian rain forest. *Pesquisas bot.*, 12: 1-54.

RIO GRANDE DO SUL. Lei Estadual nº. 11520, de 03 de agosto de 2000. Institui o Código Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul e dá outras providências. *Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, 8 abr. 2000.

RIO GRANDE DO SUL. SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO & EMBRAPA. 1994. *Macrozoneamento agroecológico e econômico do Estado do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, 2v.

ROTH, L. & LORSCHUITTER, M.L. 1993. Palynology of a bog in Parque Nacional de Aparados da Serra, East Plateau of Rio Grande do Sul, Brazil. *Quat. S. Am. Antarct. Peninsula* 8: 39-69.

ROTH, L. 1990. Caracterização de uma turfeira do Parque Nacional de Aparados da Serra, Planalto Leste do Rio Grande do Sul, Brasil. Porto Alegre, UFRGS. (Dissertação de Mestrado)

SAUNDERS, D.A., HOBBS, R.J. & MARGULES, C.R. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation Biology* 5: 18-32.

SCHÜLE, W. 1990. Landscapes and climate in prehistory: interactions of wildlife, man and fire. In: J.G. Goldammer (ed.), *Fire in the tropical biota*. Berlin, Springer-Verlag. p. 273-318.

SENNA, R.M. & WAECHTER, J.L. 1997. Pteridófitas de uma floresta com araucária. 1. Formas biológicas e padrões de distribuição geográfica. *Iheringia, Sér. Bot.* 48: 41-58.

- SILVA, F.C. & MARCONI, L.P. 1990. Fitossociologia de uma Floresta com Araucária em Colombo-PR. *Bol. Pes. Flor.* 20: 23-28.
- SILVA, J.A.; SALOMÃO, A.N & NETTO, D.A.M. 1998. Natural regeneration under *Araucaria angustifolia* (Bert.) O.Kuntze Forest in the Genetic Reserve of Caçador-SC. *R.Árv.* 22 (2): 143-153.
- SILVA, J.A.; SALOMÃO, A.N.; GRIPP; A.& LEITE, E.J. 1997. Phytosociological survey in Brazilian forest genetic reserve of Caçador. *Plant Ecology* 133: 1-11.
- SOSINSKI, E.E. 2000. *Tipos funcionais em vegetação campestre: efeitos de pastejo e adubação nitrogenada*. Porto Alegre, UFRGS. (Dissertação de Mestrado).
- STEFFEN, S.L.; WALKER, B.H.; INGRAM, J.S.I.; KOCH, G.W. 1992. *Global change and terrestrial ecosystem; the operation plan*. Internacional Geosphere-Biosphere Programme. IGBP Report, nº 21, Stöckolm.
- TABARELLI, M.; BAIDER, C. & MANTOVANI, W. 1998. Efeitos da fragmentação na Floresta Atlântica da Bacia de São Paulo. *Hoehnea* 25 (2): 169-186.
- TOMÉ JR., J.B. 1997. *Manual para interpretação de análise de solo*. Guaíba, Livraria e Editora Agropecuária.
- VACCARO, S. 1997. Relatório Técnico: *Engenharia Florestal*. PED-Cambará do Sul/MMA.
- van HULST, R. 2000. Vegetation dynamics and plant constraints: separating generalities and specifics. *Community Ecology* 1 (1): 5-12.
- VUILLEUMIER, B.S. 1971. Pleistocene change in the fauna and flora of South America. *Science* 173: 771-80.

- WAECHTER, J.L.; CESTARO, L.A. & MIOTTO, S.T.S. 1984. Vegetation types in the Ecological Station of Aracuri, Esmeralda, Rio Grande do Sul, Brazil. *Phytocoenologia* 12 (2/3): 261-69.
- WEIHER, E.; van der WERF, A.; THOMPSON, K. & RODERICK, M.; GARNIER, E.; ERIKSSON, O. 1999. Challenging Theophrastus: A common core list of plant traits for functional ecology. *Journal of Vegetation Science* 10: 609-620.
- WELLS, M.P. & BRANDON, K.E. 1993. The principles and practices of buffer zones and local participation in biodiversity conservation. *Ambio* 22 (2-3): 157-162.
- WILSON, E.O. 1988. *Biodiversity*. Washington National Acad. Press. 496 p.
- WOODWARD, F. I. & CRAMER, W. 1996. Plant functional types and climatic changes: Introduction. *Journal of Vegetation Science* 7: 306-308.
- WOODWARD, F.I.; SMITH, T.M. & SHUGART, H.H. 1997. Defining plant functional types: the end view. In: Smith, T.M., Shugart, H.H. & Woodward, F.I. (eds.). *Plant functional types: their relevance to ecosystem properties and global change*. Cambridge, Cambridge University Press. pp 3-19.

6 APÊNDICES

Apêndice 1: Fórmulas utilizadas para os cálculos fitossociológicos

Freqüência absoluta da espécie i (FAi):

$$FAi = (Qi/Qt) \cdot 100$$

Qi = número de quadros com a espécie i

Qt = número total de quadros levantados

Freqüência relativa da espécie i (FRi):

$$FRi = (FAi / FAt) \cdot 100$$

FAt = somatório da freqüência absoluta de todas as espécies

Densidade absoluta da espécie i (DAi):

$$DAi = ni/A$$

ni = número de indivíduos da espécie i

A = área total amostrada (ha)

Densidade relativa da espécie i (DRi):

$$DRi = (ni/N) \cdot 100$$

ni = número de indivíduos da espécie i

N = número total de indivíduos amostrados

Dominância absoluta da espécie i (DoAi):

$$DoAi = DAi \cdot ABMi$$

Área basal média da espécie i (ABMi)

$$ABMi = ABTi/ni$$

ABTi = soma das áreas basais dos indivíduos da espécie i

$$ABi = PAP^2/4\pi$$

PAP = diâmetro na altura do peito

Dominância relativa da espécie i (DoRi):

$$DoRi = (ABTi/ABT) \cdot 100$$

ABT = soma das áreas basais de todas as espécies

Valor de importância da espécie i (Vli)

$$Vli = FRi + DRi + DoRi$$

Valor de cobertura da espécie i (VCi)

$$VCi = DRi + DoRi$$

Apêndice 2: Parâmetros químicos do solo avaliados na mata A, Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS.

Quadros da Mata A																									
Parâmetros	Códigos	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6
Al (cmol/l)	Al	4,6	6,1	8,4	8,3	3,3	6,4	3,4	3,8	1,8	3,2	1,6	1,3	0,6	2,2	4,3	3,8	2,4	2,8	1,3	2,3	2,7	5,4	5,5	3,3
K (mg/l)	K	284	249	192	124	187	180	207	146	189	138	150	179	135	144	122	108	161	194	230	219	192	177	154	157
MO (%)	MO	7,1	5	6,5	5,7	5,2	4,7	10	9,7	6,9	7,9	6,4	6,2	6,6	6	6,6	7	9,3	7,8	9,4	8,3	9	9,9	10	9,1
Al (m%)	m%	17,1	23,6	27,5	28,6	10,1	25,4	13,6	13,9	8,7	13,5	7	6,3	3	13,8	23,8	18,7	10,6	14,9	5,4	10,7	11,6	22,5	21,1	13,6
Ca (cmol/l)	Ca	4	0,9	1	1,8	11,4	2,3	4,9	5,9	6,8	5,2	7,2	6,9	8	3,4	0,9	2,9	2,4	2,8	1,3	2,3	5,2	2,8	3,2	4,5
Mg (cmol/l)	Mg	2,4	0,6	0,6	0,9	2,8	0,8	1,4	1,2	2	1,7	2,6	1,9	2	0,7	0,3	0,6	1,6	1	2,5	1,2	1,1	0,9	0,8	1,3
P (mg/l)	P	24	21	19	14	13	19	25	21	11	12	6,7	7	9,5	8	12	15	23	21	17	16	16	14	17	10
pH	pH	4,1	3,9	3,7	3,8	4,2	3,8	4	4	4	3,8	4	4,2	4,4	3,9	3,9	3,9	4,1	4,1	4	3,9	3,9	3,8	3,7	3,8
V%	V%	26	25,9	30,5	29	32,8	14	27	27	45	30	45	45	52	28	8	19	34	20	43	36	29	17	17	26

Apêndice 3: Parâmetros químicos do solo avaliados na mata B, Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS.

Quadros da Mata B																									
Parâmetros	Códigos	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6
Al (cmol/l)	Al	0.1	0	0.1	0	0	0	0.1	0.1	0	0.1	0	0	0	0.2	0.8	0.1	0	0.3	0.1	0.1	0	0	0	0
Al (m%)	M%	0.4	0	0.4	0	0	0	0.3	0.3	0	0.3	0	0	0	0.8	3.1	0.4	0	1.4	0.4	0.4	0	0	0	0
Ca (cmol/l)	Ca	11.1	15.6	15.8	20.4	20.7	16.4	20	20.2	18.5	18.3	18.7	21.5	17	14	13.9	13.8	16.8	11.2	17.7	14.8	16.2	16.9	14.7	16.5
K (mg/l)	K	179	312	374	338	476	440	452	433	315	347	292	184	107	139	122	167	193	188	151	139	160	216	172	180
Mg (cmol/l)	Mg	4.1	4.3	4.4	4.1	4.6	3.2	4.2	3.6	4.3	5.2	4.4	4.3	5.4	5.1	3.2	2.7	2.6	2.2	2.4	2.1	2.4	2.2	2.1	2.3
MO (%)	MO	5	9	8.2	9.6	10	10	10	9.6	10	10	10	10	8.7	8.2	8.4	10	10	10	9	8.2	9.9	10	10	10
P (mg/l)	P	2	3.5	4.2	3.1	4.5	5.8	16	4	4.3	4.9	5.7	3.7	2.9	3.2	5.2	15	8.5	13	3.6	3.6	4	8.6	8.1	8.1
pH	PH	4.6	5	4.6	4.8	5.2	5.1	5.3	4.9	5.2	5	5.1	5.2	4.8	4.6	4.1	4.3	4.4	4.4	4.5	4.5	4.9	4.7	4.6	4.5
V%	V%	70	82	74	81	87	82	86	80	85	81	85	87	79	76	66	70	73	65	75	76	83	78	74	77

Apêndice 4: Distribuição dos indivíduos das espécies amostradas na FLONA, São Francisco de Paula (RS), por classe de altura, nos quadros pequenos e grandes da mata A, assim como dos indivíduos amostrados em ambos os tamanhos de quadro.

Espécies	Pequenos			Grandes			Ambos			Total	
	arv	peq	med	alt	peq	med	alt	peq	med		alt
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Radlk.		1			1						2
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	3	2			7						12
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg				1	1		1			1	2
<i>Calyptranthes concinna</i> DC.	4	2									6
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O.Berg		1			1						2
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	3	4									7
<i>Cinnamomum amoenum</i> (Nees) Kosterm.					1	1					2
<i>Citronella gongonha</i> (Mart.) Howard	1										1
<i>Cryptocarya moschata</i> Nees & Mart.						12					12
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.						1					1
<i>Drimys brasiliensis</i> Miers	1				1						2
<i>Eugenia involucrata</i> DC.							1				1
<i>Eugenia oedocarpa</i> O.Berg	1				1						2
<i>Eugenia psidiiflora</i> O.Berg	3	2	1								6
<i>Eugenia uruguayensis</i> Camb.	5	2		2	2	6	3	2		2	16
<i>Gordonia fruticosa</i> (Schrad.) H. Keng						1					1
<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek						1	1				2
<i>Ilex microdonta</i> Reissek				1	2		1			1	3
<i>Lamanonia ternata</i> Vell.						1					1
<i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand		1									1
<i>Miconia cinerascens</i> Miq.	2										2
<i>Mollinedia elegans</i> Tul.	1										1
<i>Myrceugenia cucullata</i> D.Legrand	3	4			2			1			8
<i>Myrceugenia euosma</i> (O.Berg) D.Legrand	1	1			1			1			2
<i>Myrceugenia miersiana</i> (Gardn.) D.Legrand & Kausel		1									1
<i>Myrceugenia myrcioides</i> (Cambess) O. Berg	1										1
<i>Myrcia oligantha</i> O. Berg	12	1									13
<i>Myrcianthes gigantea</i> (D.Legrand) D.Legrand	1										1
<i>Myrciaria delicatula</i> (DC.) O.Berg	1					3					4
<i>Myrciaria floribunda</i> (West ex Willd.) O. Berg						2	1				3
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br.		1									1
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez				1			1			1	1
<i>Ocotea lancifolia</i> (Schott) Mez	1					1					2
<i>Ocotea puberula</i> (A.Rich.) Nees	1	1									2
<i>Ocotea pulchella</i> Mart.						1					1
<i>Ocotea</i> sp.							3				3
<i>Podocarpus lambertii</i> Klotzsch ex Endl.	1	2			2	1					6
<i>Prunus sellowii</i> Koehne	1	1			1			1			2
<i>Rollinia rugulosa</i> Schlttdl.	3	4									7
<i>Roupala brasiliensis</i> Klotzsch	15	1				2					18
<i>Rudgea parquioides</i> (Cham.) Müll.Arg.	6										6
<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax				1			3			1	3
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	19	9									28
<i>Siphoneugena reitzii</i> D.Legrand	2										2
<i>Stillingia oppositifolia</i> Baill. ex Müll.Arg.	57										57
<i>Vernonia discolor</i> (Spreng.) Less.						1	1				2
Total de espécies	26	19	1	5	7	19	11	4	0	5	46

Apêndice 5: Parâmetros fitossociológicos calculados para as espécies dos quadros pequenos da mata A. Ni: número de indivíduos; Nq: número de quadros em que a espécie esteve presente; ABT: área basal total; FRi: frequência relativa da espécie; DRi: densidade relativa da espécie; DoRi: dominância relativa da espécie; VI: valor de importância; VC: valor de cobertura. As fórmulas utilizadas para os cálculos constam no Apêndice 1.

Códigos	Espécie	Ni	Nq	ABT	FRi %	DRi %	DoRi %	VI	VI %	VC	VC %
Stop	<i>Stillingia oppositifolia</i> Baill. ex Müll.Arg.	57	17	0,0	14,8	27,4	2,1	44,3	14,8	29,5	14,7
Euur	<i>Eugenia uruguayensis</i> Camb.	9	7	0,4	6,1	4,3	26,4	36,8	12,3	30,7	15,4
Sebr	<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	28	8	0,1	7,0	13,5	7,6	28,0	9,3	21,1	10,5
Myol	<i>Myrcia oligantha</i> O.Berg	13	10	0,1	8,7	6,3	3,4	18,3	6,1	9,6	4,8
Mo M	Mortas	11	9	0,1	7,8	5,3	5,0	18,2	6,1	10,3	5,2
Ilmi	<i>Ilex microdonta</i> Reissek	1	1	0,3	0,9	0,5	15,4	16,7	5,6	15,9	7,9
Robr	<i>Roupala brasiliensis</i> Klotzsch	16	7	0,0	6,1	7,7	0,9	14,7	4,9	8,6	4,3
Myeu	<i>Myrceugenia euosma</i> (O.Berg) D.Legrand	7	6	0,1	5,2	3,4	3,8	12,4	4,1	7,2	3,6
Rocf	<i>Rollinia rugulosa</i> Schlttdl.	7	6	0,1	5,2	3,4	3,7	12,3	4,1	7,0	3,5
Eups	<i>Eugenia psidiiflora</i> O.Berg	6	4	0,1	3,5	2,9	3,4	9,7	3,2	6,2	3,1
Caco	<i>Calyptanthes concinna</i> DC.	6	3	0,1	2,6	2,9	3,8	9,3	3,1	6,7	3,4
Cade	<i>Casearia decandra</i> Jacq.	7	4	0,0	3,5	3,4	1,6	8,5	2,8	5,0	2,5
Mymi	<i>Myrceugenia miersiana</i> (Gardn.) D.Legrand & Kausel	2	2	0,1	1,7	1,0	4,7	7,4	2,5	5,6	2,8
Rupa	<i>Rudgea parquoides</i> (Cham.) Müll.Arg.	6	5	0,0	4,3	2,9	0,1	7,3	2,4	3,0	1,5
Prse	<i>Prunus sellowii</i> Koehne	2	2	0,1	1,7	1,0	3,2	5,9	2,0	4,2	2,1
Neme	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	1	1	0,1	0,9	0,5	3,2	4,5	1,5	3,7	1,8
Pola	<i>Podocarpus lambertii</i> Klotzsch ex Endl.	3	2	0,0	1,7	1,4	1,0	4,1	1,4	2,4	1,2
Sagl	<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax	1	1	0,0	0,9	0,5	2,7	4,1	1,4	3,2	1,6
Aran	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	5	1	0,0	0,9	2,4	0,8	4,0	1,3	3,2	1,6
Blsa	<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg	1	1	0,0	0,9	0,5	2,0	3,4	1,1	2,5	1,2
Ocla	<i>Ocotea lancifolia</i> (Schott) Mez	2	2	0,0	1,7	1,0	0,6	3,3	1,1	1,6	0,8
Myco	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br.	1	1	0,0	0,9	0,5	1,5	2,9	1,0	2,0	1,0
Sire	<i>Siphoneugena reitzii</i> D.Legrand	2	2	0,0	1,7	1,0	0,1	2,8	0,9	1,0	0,5
Aled	<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Radlk.	1	1	0,0	0,9	0,5	1,1	2,4	0,8	1,6	0,8
Libr	<i>Lithraea brasiliensis</i> March.	1	1	0,0	0,9	0,5	0,8	2,1	0,7	1,3	0,6
Mici	<i>Miconia cinerascens</i> Miq.	2	1	0,0	0,9	1,0	0,0	1,9	0,6	1,0	0,5
Mycu	<i>Myrceugenia cucullata</i> D.Legrand	1	1	0,0	0,9	0,5	0,5	1,8	0,6	0,9	0,5
Mymy	<i>Myrceugenia myrcioides</i> (Camb.) O.Berg	1	1	0,0	0,9	0,5	0,2	1,6	0,5	0,7	0,4
Caxa	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O.Berg	1	1	0,0	0,9	0,5	0,2	1,6	0,5	0,7	0,4
Myde	<i>Myrciaria delicatula</i> (DC.) O.Berg	1	1	0,0	0,9	0,5	0,1	1,5	0,5	0,6	0,3
Drbr	<i>Drimys brasiliensis</i> Miers	1	1	0,0	0,9	0,5	0,1	1,4	0,5	0,6	0,3
Ocin	<i>Ocotea indecora</i> (Schott) Mez	1	1	0,0	0,9	0,5	0,1	1,4	0,5	0,5	0,3
Euoe	<i>Eugenia oedocarpa</i> O.Berg	1	1	0,0	0,9	0,5	0,0	1,4	0,5	0,5	0,3
Moel	<i>Mollinedia elegans</i> Tul.	1	1	0,0	0,9	0,5	0,0	1,4	0,5	0,5	0,2
Cigo	<i>Citronella gongonha</i> (Mart.) Howard	1	1	0,0	0,9	0,5	0,0	1,4	0,5	0,5	0,2
Mygi	<i>Myrcianthes gigantea</i> (D.Legrand) D.Legrand	1	1	0,0	0,9	0,5	0,0	1,4	0,5	0,5	0,2
Total		208		1,7	100,0	100,0	100,0	300,0	100,0	200,0	100,0

Apêndice 6: Distribuição dos indivíduos das espécies amostradas na FLONA, São Francisco de Paula (RS), por classe de altura, nos quadros pequenos e grandes da mata B, assim como dos indivíduos amostrados em ambos os tamanhos de quadro.

Espécies	Quadros Pequenos				Grandes		Ambos		Total
	arv	peq	med	alt	med	alt	med	alt	
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Radlk.	3								3
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	1			2	3	24		2	29
<i>Aspidosperma parvifolium</i> DC.	1								1
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg			3	2	9	16	3	1	28
<i>Brunfelsia cuneifolia</i> J.A.Smith	1								1
<i>Calyptanthus concinna</i> DC.	1								1
<i>Campomanesia rhombea</i> O.Berg	2								2
<i>Capsicum</i> sp.	1								1
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	23	13							37
<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sargent	2								2
<i>Cinnamomum glaziovii</i> (Mez) Vatt.	1	1	1		3	3	1		10
<i>Citronella gongonha</i> (Mart.) Howard	5				2				7
<i>Coutarea hexandra</i> (Jacq.) K.Schum.	2	1							4
<i>Cryptocarya moschata</i> Nees & Mart.	2	2	1		1				8
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	2	1							4
<i>Dasyphyllum</i> sp.						1			1
<i>Eugenia involucrata</i> DC.		1							2
<i>Eugenia uruguayensis</i> Camb.	2								2
<i>Hennecartia omphalandra</i> Poisson	6	6							13
<i>Ilex paraguariensis</i> A.St.-Hil.	4	3	1	2	3	2		2	16
<i>Lonchocarpus nitidus</i> (Vogel) Benth.	1								1
<i>Matayba eleagnoides</i> Radlk.	2	1	1	1	2	1	1	1	9
<i>Maytenus evonymoides</i> Reissek	1	1							3
<i>Mollinedia elegans</i> Tul.	3								3
<i>Myrceugenia foveolata</i> (O.Berg) Sobral	1								1
<i>Myrceugenia miersiana</i> (Gardn.) D.Legrand & Kausel	1	1							3
<i>Myrceugenia myrcioides</i> (Cambess) O.Berg	4	1							6
<i>Myrceugenia oxysepala</i> (Burret) D.Legrand & Kausel	2								2
<i>Myrcia oligantha</i> O.Berg	5	4							10
<i>Myrciaria delicatula</i> (DC.) O.Berg	1								1
<i>Myrrhinium atropurpureum</i> Schott		1							2
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	2	4	1	1	1	1		1	12
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	4		2	1		4			13
<i>Ocotea indecora</i> (Schott) Mez			1			2			4
<i>Ocotea pulchella</i> Mart.				1	1	2		1	4
<i>Ocotea</i> sp.				1		1		1	2
<i>Picramnia parvifolia</i> Engl.	1								1
<i>Pilocarpus pennatifolius</i> Lemaire	10	5							16
<i>Piptocarpha notata</i> (Less.) Baker	2								2
<i>Rollinia rugulosa</i> Schltldl.	1								1
<i>Roupala brasiliensis</i> Klotzsch	2				1				3
<i>Rudgea parquioides</i> (Cham.) Müll.Arg.	24								24
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	13	1							15
<i>Solanum sanctaecatharinae</i> Dun.	1								1
<i>Stillingia oppositifolia</i> Baill. ex Müll.Arg.	16	1							18
<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.	1								1
<i>Styrax leprosus</i> Hook. et Arn.				1					2
<i>Trichilia elegans</i> Juss.	3	2							6
<i>Vassobia breviflora</i> (Sendtn.) Hunz..	1								1
<i>Xylosma</i> cf. <i>pseudosalzmannii</i>			1	1		1			5
<i>Zanthoxylum astrigerum</i> (Cowan) P.G.Waterman	1	1	1						5
Total de espécies	42	20	10	10	10	12	3	7	51

Apêndice 7: Parâmetros fitossociológicos calculados para as espécies dos quadros pequenos da mata B. Ni: número de indivíduos; Nq: número de quadros; ABT: área basal total; FRi: frequência relativa da espécie; DRi: densidade relativa da espécie; DoRi: dominância relativa da espécie; VI: valor de importância; VC: valor de cobertura. As fórmulas utilizadas para os cálculos constam no Apêndice 1.

Códigos	Espécie	Ni	Nuai	ABT	FRi	DRi	DoRi	VI	VI	VC	VC
					%	%	%		%		%
Aled	<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Radlk.	3	2	0,0	1,2	1,2	0,0	2,5	0,8	1,3	0,6
Aran	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	3	3	1,0	1,8	1,2	44,9	48,0	16,0	46,2	23,1
Aspa	<i>Aspidosperma parvifolium</i> DC.	1	1	0,0	0,6	0,4	0,0	1,0	0,3	0,4	0,2
Blsa	<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg	5	5	0,2	3,0	2,0	7,2	12,3	4,1	9,2	4,6
Brcu	<i>Brunfelsia cuneifolia</i> J.A.Smith	1	1	0,0	0,6	0,4	0,0	1,0	0,3	0,4	0,2
Caco	<i>Calyptanthes concinna</i> DC.	1	1	0,0	0,6	0,4	0,0	1,0	0,3	0,4	0,2
Carh	<i>Campomanesia rhombea</i> O.Berg	2	1	0,0	0,6	0,8	0,1	1,5	0,5	0,9	0,4
Casp	<i>Capsicum</i> sp.	1	1	0,0	0,6	0,4	0,0	1,0	0,3	0,4	0,2
Cade	<i>Casearia decandra</i> Jacq.	36	16	0,1	9,6	14,7	3,3	27,6	9,2	17,9	9,0
Ceig	<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sargent	2	1	0,0	0,6	0,8	0,0	1,5	0,5	0,9	0,4
Cigl	<i>Cinnamomum glaziovii</i> (Mez) Vatt.	3	3	0,1	1,8	1,2	3,7	6,7	2,2	4,9	2,5
Cigo	<i>Citronella gongonha</i> (Mart.) Howard	5	5	0,0	3,0	2,0	0,1	5,2	1,7	2,2	1,1
Cohe	<i>Coutarea hexandra</i> (Jacq.) K.Schum.	3	1	0,0	0,6	1,2	0,2	2,1	0,7	1,4	0,7
Crmo	<i>Cryptocarya moschata</i> Nees & Mart.	5	5	0,0	3,0	2,0	0,8	5,9	2,0	2,8	1,4
Cuve	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	3	3	0,0	1,8	1,2	0,1	3,1	1,0	1,3	0,7
Euin	<i>Eugenia involucrata</i> DC.	1	1	0,0	0,6	0,4	1,0	2,0	0,7	1,4	0,7
Euur	<i>Eugenia uruguayensis</i> Camb.	2	2	0,0	1,2	0,8	0,0	2,1	0,7	0,9	0,4
Heom	<i>Hennecartia omphalandra</i> Poisson	12	8	0,0	4,8	4,9	1,1	10,8	3,6	6,0	3,0
Ilpa	<i>Ilex paraguariensis</i> A.St.-Hil.	10	8	0,1	4,8	4,1	6,0	14,9	5,0	10,1	5,1
Loni	<i>Lonchocarpus nitidus</i> (Vog.) Benth.	1	1	0,0	0,6	0,4	0,0	1,0	0,3	0,4	0,2
Mael	<i>Matayba eleagnoides</i> Radlk.	5	4	0,2	2,4	2,0	7,2	11,7	3,9	9,3	4,6
Maev	<i>Maytenus evonymoides</i> Reissek	2	2	0,0	1,2	0,8	0,5	2,5	0,8	1,3	0,6
Moel	<i>Mollinedia elegans</i> Tul.	3	3	0,0	1,8	1,2	0,1	3,1	1,0	1,3	0,6
Mo M	Mortas	6	4	0,1	2,4	2,4	3,5	8,4	2,8	5,9	3,0
Myfo	<i>Myrceugenia foveolata</i> (O. Berg) Sobral	1	1	0,0	0,6	0,4	0,0	1,0	0,3	0,4	0,2
Mymi	<i>Myrceugenia miersiana</i> (Gardn.) D.Legrand & Kausel	2	1	0,0	0,6	0,8	0,2	1,7	0,6	1,1	0,5
Mymy	<i>Myrceugenia myrcioides</i> (Camb.) O. Berg	5	4	0,0	2,4	2,0	0,2	4,6	1,5	2,2	1,1
Myox	<i>Myrceugenia oxypala</i> (Burret) D.Legrand & Kaus.	2	2	0,0	1,2	0,8	0,0	2,0	0,7	0,8	0,4
Myol	<i>Myrcia oligantha</i> O. Berg	9	4	0,0	2,4	3,7	1,0	7,1	2,4	4,7	2,3
Myde	<i>Myrciaria delicatula</i> (DC.) O. Berg	1	1	0,0	0,6	0,4	0,0	1,0	0,3	0,4	0,2
Myat	<i>Myrrhinium atropurpureum</i> Schott	1	1	0,0	0,6	0,4	0,3	1,3	0,4	0,7	0,4
Myum	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	8	5	0,1	3,0	3,3	2,7	9,0	3,0	6,0	3,0
Neme	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	7	6	0,0	3,6	2,9	1,7	8,2	2,7	4,6	2,3
Ocpu	<i>Ocotea puberula</i> (A.Rich.) Nees	1	1	0,1	0,6	0,4	3,1	4,1	1,4	3,5	1,8
OCpu	<i>Ocotea pulchella</i> Mart.	1	1	0,0	0,6	0,4	1,2	2,2	0,7	1,6	0,8
Occf	<i>Ocotea</i> sp.	1	1	0,0	0,6	0,4	1,5	2,5	0,8	1,9	1,0
Pipa	<i>Picramnia parvifolia</i> Engl.	1	1	0,0	0,6	0,4	0,0	1,0	0,3	0,4	0,2
Pipe	<i>Pilocarpus pennatifolius</i> Lemaire	15	10	0,0	6,0	6,1	1,4	13,5	4,5	7,5	3,8
Pino	<i>Piptocarpha notata</i> (Less.) Baker	2	2	0,0	1,2	0,8	0,1	2,1	0,7	0,9	0,4
Rocf	<i>Rollinia rugulosa</i> Schltldl.	1	1	0,0	0,6	0,4	0,2	1,2	0,4	0,6	0,3
Robr	<i>Roupala brasiliensis</i> Klotzsch	2	1	0,0	0,6	0,8	0,1	1,5	0,5	0,9	0,4
Rupa	<i>Rudgea parquoides</i> (Cham.) Müll.Arg.	24	13	0,0	7,8	9,8	0,6	18,2	6,1	10,4	5,2
Sebr	<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	14	8	0,0	4,8	5,7	0,3	10,8	3,6	6,0	3,0
Sosa	<i>Solanum sanctaecatharinae</i> Dun.	1	1	0,0	0,6	0,4	0,0	1,0	0,3	0,4	0,2
Stop	<i>Stillingia oppositifolia</i> Baill. ex Müll.Arg.	17	7	0,0	4,2	6,9	0,6	11,8	3,9	7,6	3,8
Stbr	<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.	1	1	0,0	0,6	0,4	0,0	1,0	0,3	0,4	0,2
Stle	<i>Styrax leprosus</i> Hook. et Arn.	1	1	0,0	0,6	0,4	0,4	1,4	0,5	0,8	0,4
Trel	<i>Trichilia elegans</i> Juss.	5	5	0,0	3,0	2,0	0,2	5,3	1,8	2,3	1,1
Vabr	<i>Vassobia breviflora</i> (Sendtn.) Hunz.	1	1	0,0	0,6	0,4	0,0	1,1	0,4	0,5	0,2
Xycf	<i>Xylosma cf. pseudosalzmannii</i>	2	2	0,1	1,2	0,8	2,7	4,7	1,6	3,5	1,8
Zaas	<i>Zanthoxylum astrigerum</i> (Cowan) P.G.Waterman	3	2	0,0	1,2	1,2	1,3	3,7	1,2	2,5	1,3
Total		245		2,2	100,0	100,0	100,0	300,0	100,0	200,0	100,0

Apêndice 8: Análise de significância da estabilidade dos eixos de ordenação. Os valores correspondem à probabilidades $P(ro^* \geq ro)$ obtidas através de 1000 iterações de auto-reamostragem. Não foram encontrados resultados significativos para $\alpha \leq 0,1$.

Mata A, quadros de tamanho P1:

Tamanho da amostra	21	22	23	24
Eixo 1	0.39333	0.398	0.392	0.38867
Eixo 2	0.42667	0.43133	0.426	0.42667
Eixo 3	0.56467	0.56467	0.57333	0.57667

Mata A, quadros de tamanho P3:

Tamanho da amostra	5	6	7	8
Eixo 1	0.41667	0.38867	0.37933	0.37
Eixo 2	0.43221	0.40282	0.3765	0.36867
Eixo 3	0.5458	0.5214	0.52344	0.49522

Mata B, quadros de tamanho P1.

Tamanho da amostra	21	22	23	24
Eixo 1	0.572	0.58267	0.57	0.58733
Eixo 2	0.426	0.43733	0.444	0.43733
Eixo 3	0.50533	0.51867	0.52733	0.51467

Mata B, quadros de tamanho P3.

Tamanho da amostra	5	6	7	8
Eixo 1	0.53667	0.516	0.49467	0.50067
Eixo 2	0.49692	0.50904	0.52902	0.52333
Eixo 3	0.5037	0.50988	0.52495	0.52753

Todos os quadros de tamanho P1.

Tamanho da amostra	45	46	47	48
Eixo 1	0.602	0.598	0.605	0.596
Eixo 2	0.449	0.441	0.45	0.451
Eixo 3	0.359	0.368	0.362	0.371

Todos os quadros de tamanho P3.

Tamanho da amostra	13	14	15	16
Eixo 1	0.386	0.385	0.37	0.367
Eixo 2	0.388	0.374	0.351	0.341
Eixo 3	0.449	0.441	0.427	0.444

Todos os quadros grandes.

Tamanho da amostra	5	6	7	8
Eixo 1	0.463	0.44	0.448	0.433
Eixo 2	0.48516	0.49395	0.54309	0.53353
Eixo 3	0.40746	0.40023	0.36803	0.33062

Apêndice 9: Teste de aleatorização avaliando a relação entre as variáveis do solo e os grupos de quadros definidos na mata A.

Quadro	Variável		P (Qb ^o ≥Qb)	P (Qb ^o ≥Qb)	
P1	Al:	Entre grupos	0.005		
		1 e 2		0.771	
		1 e 3		0.021	
		2 e 3		0.007	
		K:	Entre grupos	0.084	
			1 e 2		0.026
	1 e 3		0.068		
		2 e 3		0.534	
		MO:	Entre grupos	0.252	
1 e 2			0.201		
1 e 3	0.882				
P3	Al:	Entre grupos	0.263		
		1 e 2		0.138	
		1 e 3		0.976	
		2 e 3		0.354	

Apêndice 10: Teste de aleatorização avaliando a relação entre as variáveis do solo e os grupos de quadros definidos na mata B.

Quadro	Variável		P (Qb ^o ≥Qb)	P (Qb ^o ≥Qb)	
P1	MO:	Entre grupos	0.972		
		1 e 2		0.784	
		1 e 3		0.855	
		2 e 3		0.913	
		Mg:	Entre grupos	0.554	
			1 e 2		0.641
1 e 3	0.571				
	2 e 3		0.288		
	P3	Mg:	0.099		

Apêndice 11: Teste de aleatorização avaliando a relação entre as variáveis do solo e os grupos de quadros definidos na análise de todos os quadros.

Quadro	Variável		P (Qb ^o ≥Qb)	P (Qb ^o ≥Qb)	
P1	Mg:		0.001		
	Al:		0.003		
	MO:		0.001		
P3	Al:	Entre grupos	0.099		
		1 e 2		0.31	
		1 e 3		0.037	
		2 e 3		0.328	
		Mg:	Entre grupos	0.054	
			1 e 2		0.468
	1 e 3		0.201		
		2 e 3		0.013	

Apêndice 12: Espécies possivelmente ameaçadas da região do planalto (Guadagnin et al. 1998) amostradas neste estudo. 1: provavelmente ameaçada; 2: endêmica.

Família	Espécie	Status
Annonaceae	<i>Rollinia rugulosa</i> Schlecht.	1
Aquifoliaceae	<i>Ilex microdonta</i> Reiss.	1
Aquifoliaceae	<i>Ilex paraguariensis</i> St. Hill.	1
Araucariaceae	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bert.) O.Ktze.	1
Asteraceae	<i>Vernonia discolor</i> (Spreng.) Less.	1
Cunoniaceae	<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	1
Lauraceae	<i>Cinnamomum glaziovii</i> (Mez) Vatt.	1
Lauraceae	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	1
Lauraceae	<i>Ocotea pulchella</i> (Ness et Mart. ex Ness) Ness	1
Myrsinaceae	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br.	1
Myrsinaceae	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	1
Myrtaceae	<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg	1
Myrtaceae	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O.Berg	1
Myrtaceae	<i>Eugenia involucreta</i> DC.	1
Myrtaceae	<i>Myrceugenia foveolata</i> (O.Berg.) Sobral	2
Podocarpaceae	<i>Podocarpus labertii</i> Klotz	1
Rosaceae	<i>Prunus sellowi</i> Koehne	1
Rutaceae	<i>Pilocarpus pennatifolius</i> Lemaire	1
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i> (St.-Hil.) Radlk.	1
Sapindaceae	<i>Cupania vernalis</i> Camb.	1
Sapindaceae	<i>Matayba eleagnoides</i> Radlk.	1
Theaceae	<i>Gordonia fruticosa</i> (Schradler) Keng	1

Cod.	Espécie	Mata A		Mata B		DG	CS	De	NI	Fi	Bo	Ap	Ba	Fo	Te	Co	Si	Pr	Lm	Cm	AM																
		Pequenos		Grandes	Pequenos																	Grandes															
		ar	ba me al	ba me al	ar																	ba me al	me al														
Ilbr	<i>Ilex brevicauspis</i> Reissek			1 1																		T	si	pe	si	no	re	ac	ag	me	ca	di	si	2	1	2	4
Ilmi	<i>Ilex microdonta</i> Reissek		1	2 1																		PA	si	pe	si	no	re	ob	ag	su	co	di	si	1	2	1	3
Ilpa	<i>Ilex paraguariensis</i> A.St.-Hil.					4	3	1	2	2	3											T	si	pe	si	no	re	ag	ag	su	co	di	si	1	2	2	4
Late	<i>Lamanonia ternata</i> Vell.			1																		UA	si	np	co	op	re	ac	ca	su	ca	di	si	1	3	4	4
Libr	<i>Lithraea brasiliensis</i> March.		1																			T	si	pe	si	no	in	ob	ca	me	co	di	si	2	1	2	3
Loni	<i>Lonchocarpus nitidus</i> (Vog.) Benth.					1																PU	st	np	co	op	in	ac	ag	inf	me	di	si	3	1	2	1
Mael	<i>Matayba eleagnoides</i> Radlk.					2	1	1	1	2	1											T	st	pe	co	op	in	ag	ca	su	co	nd	si	2	2	3	4
Maev	<i>Maytenus evonymoides</i> Reissek							2														P	si	pe	si	no	re	ac	ag	me	me	di	si	1	2	2	2
Mici	<i>Miconia cinerascens</i> Miq.	2																				UA	pi	pe	si	op	re	ag	ag	me	me	di	si	1	2	2	1
Moel	<i>Mollinedia elegans</i> Tul.	1								3												T	sb	pe	si	op	re	ac	ca	me	me	di	si	2	1	2	1
Myfo	<i>Myrceugenia cf. foveolata</i> (O.Berg) Sobral					1																P	sb	pe	si	op	in	ag	ag	me	ca	di	si	1	1	1	1
Mycu	<i>Myrceugenia cucullata</i> D.Legrand	1	6	2																		PS	sb	pe	si	op	in	ag	ca	me	co	di	si	1	1	1	2
Myeu	<i>Myrceugenia euosma</i> (O.Berg) D.Legrand	1	1	1																		PS	si	pe	si	op	in	ob	ag	me	co	di	si	1	1	1	2
Mymi	<i>Myrceugenia miersiana</i> (Gardn.) D.Legrand & Kausel		1			1	1															P	sb	pe	si	op	in	ag	ag	me	co	di	si	1	2	2	2
Mymy	<i>Myrceugenia myrcioides</i> (Camb.) O.Berg		1			2	3															PA	sb	pe	si	op	in	ag	ca	me	co	di	si	1	2	2	2
Myox	<i>Myrceugenia oxypala</i> (Burret) D.Legrand & Kaus.					2																P	sb	pe	si	op	in	ob	ca	su	co	di	si	1	1	2	2
Myol	<i>Myrcia oligantha</i> O.Berg	8	5			3	6															PA	sb	pe	si	op	in	ac	ca	me	ca	di	si	2	1	2	2
Mygi	<i>Myrcianthes gigantea</i> (D.Legrand) D.Legrand	1																				PS	st	pe	si	op	in	ob	ag	me	co	di	si	1	2	2	3
Myde	<i>Myrciaria delicatula</i> (DC.) O.Berg	1		2		1																US	st	pe	si	op	in	ac	ca	inf	ca	di	si	2	1	1	3
Myfl	<i>Myrciaria floribunda</i> (West ex Willd.) O.Berg			1	2																	UA	sb	pe	si	op	in	ac	ag	inf	ca	di	si	1	1	2	4
Myat	<i>Myrrhinium atropurpureum</i> Schott							1														US	st	pe	si	op	in	ag	ca	su	ca	di	si	1	1	2	3
Myco	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br.		1																			T	pi	pe	si	no	in	ac	ca	me	ca	di	si	2	2	2	2
Myum	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.					2	3	2	1	1	1											T	si	pe	si	no	in	ag	ca	su	co	di	si	2	2	3	4
Neme	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez			1		1	3	1	2	1												T	st	pe	si	no	in	ac	ca	me	ca	di	si	3	1	3	4
Ocin	<i>Ocotea indecora</i> (Schott) Mez	1		1																		US	st	pe	si	no	in	ac	ca	me	ca	di	si	2	2	2	3
Ocla	<i>Ocotea lancifolia</i> (Schott) Mez	1	1																			PS	si	pe	si	no	in	ag	ca	me	ca	di	si	1	1	2	3
Ocpu	<i>Ocotea puberula</i> (A.Rich.) Nees			1					1	1												T	si	pe	si	no	in	ac	ag	me	ca	di	si	2	2	3	4
OCpu	<i>Ocotea pulchella</i> Mart.				3					1												T	st	pe	si	no	in	ac	ca	me	co	di	si	3	1	2	4
Occf	<i>Ocotea</i> sp.								1													T	st	pe	si	no	in	ac	ca	me	co	di	si	3	1	2	4
Pipa	<i>Picramia parvifolia</i> Engl.					1																PA	st	np	co	no	in	ag	ob	inf	me	nd	as	1	1	1	1
Pipe	<i>Pilocarpus pennatifolius</i> Lemaire					10	5															T	si	pe	co	op	in	ob	ag	me	co	di	si	1	2	3	2
Pino	<i>Piptocarpha notata</i> (Less.) Baker					1	1															P	pi	pe	si	no	re	ob	ag	su	ca	di	si	2	1	2	2
Pola	<i>Podocarpus lambertii</i> Klotzsch ex Endl.	1	2	2	1																	P	pi	pe	si	no	in	ac	ca	me	co	nd	si	3	1	1	3

Cod.	Espécie	Mata A			Mata B			DG	CS	De	NI	Fi	Bo	Ap	Ba	Fo	Te	Co	Si	Pr	Lm	Cm	AM															
		Pequenos		Grandes	Pequenos		Grandes																															
		ar	ba	me	al	ba	me																	al	ar	ba	me	al	me	al								
Prse	<i>Prunus sellowi</i> Koehne	1		1																			T	st	pe	si	no	in	ac	ag	me	co	di	si	2	1	2	4
Rocf	<i>Rollinia rugulosa</i> Schldl.	1	5	1			1																T	st	pe	si	no	in	ac	ag	me	me	di	si	2	2	2	3
Robr	<i>Roupala brasiliensis</i> Klotzsch	12	4			2		1	1				1										AS	si	np	co	no	re	ac	ag	inf	co	nd	as	1	3	2	4
Rupa	<i>Rudgea parquoides</i> (Cham.) Müll.Arg.	6						23	1														AS	sb	pe	si	op	in	ag	ag	su	co	di	si	2	1	2	2
Sagl	<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax				1						3												T	si	np	si	no	re	ac	ag	me	ca	di	si	2	2	2	4
Sebr	<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	15	13					10	4														T	sb	np	si	no	re	ac	ag	me	ca	di	si	1	2	2	3
Sire	<i>Siphoneugena reitzii</i> D.Legrand	2																					P	st	pe	si	op	in	ac	ca	me	co	di	si	3	1	1	3
Sosa	<i>Solanum sanctaecatharinae</i> Dun.							1															T	si	pe	si	no	in	ac	ag	me	ca	di	si	1	2	2	1
Stop	<i>Stillingia oppositifolia</i> Baill. ex Müll.Arg.	54	3					10	7														P	sb	pe	si	op	re	ac	ag	me	ca	nd	si	1	2	2	2
Stbr	<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.							1															T	si	pe	si	op	in	ac	ag	inf	me	nd	si	2	1	1	1
Stle	<i>Styrax leprosus</i> Hook. et Arn.										1												T	si	pe	si	no	in	ag	ag	me	ca	di	si	1	1	2	4
Trel	<i>Trichilia elegans</i> Juss.							3	2														T	sb	pe	co	op	in	ac	ca	me	ca	nd	si	3	1	2	2
Vabr	<i>Vassobia breviflora</i> (Sendtn.) Hunz.							1															AS	sb	pe	si	no	in	ag	ag	me	me	di	si	1	3	3	1
Vedi	<i>Vernonia discolor</i> (Spreng.) Less.					1	1																PA	pi	pe	si	no	in	ag	ob	me	co	di	si	2	2	3	4
Xycf	<i>Xylosma cf. pseudosalzmannii</i>									1	1												PU	si	np	si	no	re	ag	ag	me	co	di	si	1	2	2	4
Zaas	<i>Zanthoxylum astrigerum</i> (Cowan) P.G.Waterman							1	2														P	si	np	co	op	re	ac	ag	me	me	di	as	2	1	2	3
Total de indivíduos		126	57	9	5	10	46	17	135	71	20	13	25	59																								
Total de espécies		25	18	7	4	7	21	10	40	22	14	10	10	12																								

Apêndice 14: Análise de significância da estabilidade dos eixos de ordenação. Os valores correspondem à probabilidades $P(ro^* \geq ro)$ obtidas através de 1000 iterações de auto-reamostragem. Não foram encontrados resultados significativos para $\alpha=0,1$.

1. Mata A, quadros de tamanho P3

Tamanho da amostra:	5	6	7	8
Eixo 1:	0,354	0,304	0,295	0,282
Eixo 2:	0,4964	0,52467	0,53808	0,559
Eixo 3:	0,51464	0,48229	0,46504	0,42828

2. Mata A, quadros de tamanho P1

Tamanho da amostra:	21	22	23	24
Eixo 1	0,282	0,272	0,269	0,264
Eixo 2	0,368	0,386	0,389	0,374
Eixo 3	0,344	0,327	0,316	0,32

3. Mata B, quadros de tamanho P3

Tamanho da amostra:	5	6	7	8
Eixo 1	0.56657	0.535	0.506	0.5
Eixo 2	0.42316	0.43417	0.44645	0.427
Eixo 3	0.54508	0.55973	0.56477	0.59432

4. Mata B, quadros de tamanho P1

Tamanho da Amostra	21	22	23	24
Eixo 1	0.425	0.422	0.408	0.394
Eixo 2	0.553	0.549	0.554	0.559
Eixo 3	0.401	0.421	0.404	0.399

5. Todos os quadros de tamanho P3

Tamanho da amostra:	13	14	15	16
Eixo 1	0.357	0.35	0.348	0.351
Eixo 2	0.385	0.369	0.365	0.373
Eixo 3	0.385	0.388	0.385	0.402

6. Todos os quadros de tamanho P1

Tamanho da amostra:	45	46	47	48
Eixo 1	0.337	0.348	0.352	0.351
Eixo 2	0.314	0.307	0.313	0.316
Eixo 3	0.656	0.652	0.645	0.648

Apêndice 15: Análise de significância da estabilidade dos grupos obtidos por análise de agrupamento. Os valores correspondem à probabilidades $P(r_o^* \geq r_o)$ obtidas através de 1000 iterações de auto-reamostragem. Os resultados foram considerados significativos para $\alpha > 0,1$.

1. Mata A, quadros de tamanho P3

Tamanho da amostra:	5	6	7	8
2 grupos	0,438	0,471	0,486	0,471
3 grupos	0,139	0,173	0,172	0,166
4 grupos	0,049	0,071	0,09	0,114

2. Mata A, quadros de tamanho P1

Tamanho da amostra:	21	22	23	24
2 grupos	0,399	0,397	0,398	0,385
3 grupos	0,082	0,099	0,094	0,091

3. Mata B, quadros de tamanho P3

Tamanho da amostra:	5	6	7	8
2 grupos	0,197	0,208	0,23	0,231
3 grupos	0,158	0,167	0,195	0,206
4 grupos	0,051	0,063	0,09	0,085

4. Mata B, quadros de tamanho P1

Tamanho da amostra:	21	22	23	24
2 grupos	0,263	0,268	0,274	0,276
3 grupos	0,132	0,134	0,12	0,128
4 grupos	0,087	0,098	0,089	0,078

5. Todos os quadros de tamanho P3

Tamanho da amostra:	13	14	15	16
2 grupos	0,264	0,249	0,239	0,289
3 grupos	0,191	0,179	0,163	0,188
4 grupos	0,122	0,112	0,112	0,095

6. Todos os quadros de tamanho P1

Tamanho da amostra:	45	46	47	48
2 grupos	0,122	0,119	0,114	0,137
3 grupos	0,005	0,004	0,004	0,004

Apêndice 16: Tipos funcionais identificados para os quadros de tamanho P1 da mata A. F (%): frequência; Nmi: Número médio de indivíduos nos quadros onde foram amostrados. Para o código das espécies ver Apêndice 13.

TF	Atributos					Espécies					F (%)	Nmi
	CS	AM	cA	Si	De							
1	pi	4	1	si	pe	Aran					4,16667	2,00
2	pi	4	2	si	pe	Aran					4,16667	3,00
3	si	3	1	si	pe	Drbr	Ocla	Cigo			8,33333	1,50
4	st	4	1	si	pe	Euur	Prse				16,6667	1,25
5	si	3	3	si	pe	Libr	Ocla	Ilmi			12,5	1,00
6	pi	1	1	si	pe	Mici					4,16667	2,00
7	si	2	2	si	pe	Myeu					4,16667	1,00
8	st	3	1	si	pe	Roru	Ocin	Myde	Sire	Mygi	20,8333	1,20
9	st	2	2	si	pe	Caco					8,33333	2,00
10	sb	3	1	si	pe	Euoe	Eups				12,5	1,33
11	pi	3	1	si	pe	Pola					4,16667	1,00
12	pi	3	2	si	pe	Pola					8,33333	1,00
13	si	4	1	as	np	Robr					25	2,00
14	si	4	2	as	np	Robr					8,33333	2,00
15	sb	3	1	si	np	Sebr					29,1667	2,14
16	sb	3	2	si	np	Sebr					29,1667	1,86
17	st	2	1	si	pe	Caco					8,33333	1,00
18	si	2	1	si	pe	Myeu					4,16667	1,00
19	sb	2	1	si	pe	Mycu	Myol	Stop	Rupa		87,5	3,29
20	pi	2	2	si	pe	Myco					4,16667	1,00
21	sb	2	2	si	pe	Mymi	Mycu	Myol	Mymy	Stop	45,8333	1,45
22	sb	3	1	as	np	Cade					12,5	1,00
23	st	3	2	si	pe	Roru					16,6667	1,25
24	si	4	4	si	np	Sagl					4,16667	1,00
25	st	4	2	si	pe	Euur	Caxa				8,33333	1,00
26	st	4	3	si	pe	Euur	Prse				12,5	1,00
27	sb	1	1	si	pe	Moel					4,16667	1,00
28	si	4	4	si	pe	Blsa					4,16667	1,00
29	st	4	4	si	pe	Euur	Neme				12,5	1,00
30	sb	3	3	si	pe	Eups					8,33333	1,00
31	st	3	3	si	pe	Roru					4,16667	1,00
32	sb	3	2	as	np	Cade					12,5	1,33
33	sb	3	2	si	pe	Eups					4,16667	1,00
34	si	3	2	si	pe	Aled					4,16667	1,00

Apêndice 17: Tipos funcionais identificados para os quadros de tamanho P3 da mata A. F (%): frequência; Nmi: Número médio de indivíduos nos quadros onde foram amostrados. Para o código das espécies ver Apêndice 13

TF	Atr			Espécies			F (%)	Nmi					
	Fo	Ap	Fi	Si	Cm	cA	Lm						
1	ba	ac	no	si	1	1	1	Aran	12,5	2,00			
2	ba	ac	no	si	1	2	1	Aran	12,5	3,00			
3	ce	aq	no	si	2	1	1	Drbr	Ocla	12,5	2,00		
4	ce	ac	op	si	2	1	1	Euur	Mvol	Eups	Moel	75	2,67
5	ce	ob	no	si	2	3	1	Libr				12,5	1,00
6	ce	aq	op	si	2	1	2	Mici	Caco			37,5	1,33
7	ce	ob	op	si	1	2	1	Myeu				12,5	1,00
8	ba	ac	op	si	1	1	1	Myde				12,5	1,00
9	ce	ac	op	si	1	1	1	Sire				12,5	2,00
10	ce	aq	op	si	2	2	2	Caco	Mymi	Mymv		50	1,50
11	ce	aq	op	si	1	1	1	Euee	Mycu			25	1,00
12	ap	ob	no	si	1	3	2	Ilmi				12,5	1,00
13	ce	ac	no	si	1	1	1	Pola				12,5	1,00
14	ce	ac	no	si	1	2	1	Pola				12,5	2,00
15	ba	ac	no	as	2	1	3	Robr				50	3,00
16	ba	ac	no	as	2	2	3	Robr				25	2,00
17	ce	ac	no	si	2	1	2	Roru	Ocin	Sebr		75	2,83
18	ce	ac	no	si	2	2	2	Roru	Sebr	Myco		87,5	2,71
19	ce	ob	op	si	1	1	1	Myeu				12,5	1,00
20	ce	aq	op	si	1	2	1	Mycu				62,5	1,20
21	ce	ob	op	si	2	1	2	Myqi				12,5	1,00
22	ce	ac	op	si	2	1	2	Stop				87,5	7,71
23	ce	ac	op	si	2	2	2	Caxa	Stop			37,5	1,33
24	ap	aq	op	si	2	1	1	Rupa				50	1,50
25	ce	ac	op	si	2	2	1	Euur	Mvol	Eups		75	1,17
26	ce	ac	no	as	2	1	1	Cade				37,5	1,00
27	ce	ac	no	si	2	4	2	Saql				12,5	1,00
28	ce	ac	op	si	2	3	1	Euur	Eups			37,5	1,33
29	ba	ac	op	si	1	4	1	Blsa				12,5	1,00
30	ce	ac	no	si	3	4	1	Neme				12,5	1,00
31	ce	ac	op	si	2	4	1	Euur				25	1,00
32	ce	ac	no	si	2	3	2	Roru				12,5	1,00
33	ce	ac	no	as	2	2	1	Cade				37,5	1,33
34	ce	aq	no	si	2	3	1	Ocla				12,5	1,00
35	ap	ob	no	si	2	1	2	Ciqo				12,5	1,00
36	ce	ac	no	si	2	1	1	Prse				12,5	1,00
37	ba	ac	no	si	2	2	1	Aled				12,5	1,00
38	ce	ac	no	si	2	3	1	Prse				12,5	1,00

Apêndice 18: Tipos funcionais identificados para os quadros de tamanho P1 da mata B. F (%): frequência; Nmi: Número médio de indivíduos nos quadros onde foram amostrados. Para o código das espécies ver Apêndice 13

TF	Atributos			Espécies	F (%)	Nmi
	Cm	Fo	Fi			
1	1	ba	no	Aran Pina	16.67	1.00
2	2	ce	op	Euur Stop Myol Moel Caco Zaa Trel Mym Heo Mym	79.17	3.11
3	2	ba	no	Robr Casp Aled	12.50	2.00
4	2	ce	no	Sebr Cade Ocpu Xycf Aspa Ceiq Sos Roru Stle Mae Ocs	87.50	2.95
5	2	ap	op	Myat Rupa Myox	62.50	1.80
6	1	ba	op	Blsa Stbr Myd	29.17	1.00
7	2	ap	no	Pino Ilpa Ciqo Brcu	50.00	1.50
8	3	ap	no	Myum	20.83	1.60
9	3	ce	no	Cuve OCp Vabr Cigl Nem	54.17	1.15
10	2	ba	op	Cohe Loni	8.33	2.00
11	3	ba	no	Crmo	20.83	1.00
12	3	ce	op	Pipe	41.67	1.50
13	3	ap	op	Mael	16.67	1.25
14	1	ce	op	Carh Myfo Euin	12.50	1.33

Apêndice 19: Tipos funcionais identificados para os quadros de tamanho P3 da mata B. F (%): frequência; Nmi: Número médio de indivíduos nos quadros onde foram amostrados. Para o código das espécies ver Apêndice 13.

TF	Atributos				Espécies	F (%)	Nmi
	NI	Lm	Cm				
1	si	1	1		Aran Blsa Stbr	87,5	10,4
2	si	1	2		Euur Pino Myat Carh Myfo Euin Myde	100	9,88
3	co	3	2		Robr Rupa Myol Cade Moel Ocpu Aspa Myox Stle Ocpu	12,5	1,75
4	si	2	2		Sebr Stop Ilpa	100	2
5	si	2	3		Myum OCpu Crmo Cigo Caco Xycf Casp Ceig Cohe Mymy Brcu Heom Sosa Mymi Roru Maev	100	1,71
6	si	3	3		Vabr Cigl	37,5	3,83
7	co	1	2		Zaas Trel Loni	87,5	1,4
8	co	1	1		Pipa Aled	12,5	1,33
9	si	1	3		Neme	62,5	2
10	co	2	3		Cuve Mael Pipe	75	1

Apêndice 21: Tipos funcionais identificados para os quadros de tamanho P3, considerando o total de quadros amostrados. F (%): freqüência; Nmi: Número médio de indivíduos nos quadros onde foram amostrados. Para o código das espécies ver Apêndice 13.

TF	Atributos Cm	Si	Te	Cd	DG	De	Espécies				F (%)	Nmi
1	1	si	co	1	P	pe	Aran	Sire	Euoe	Pola	12,5	4,5
2	1	si	co	3	P	pe	Aran	Pola			6,25	3
3	2	si	ca	1	P	pe	Pino	Drbr	Stop	Brcu	93,75	506,667
4	2	si	co	2	US	pe	Euur				12,5	1
5	2	si	co	3	T	pe	Libr	Ilpa	Ocsp		25	1,25
6	2	si	me	1	UA	pe	Mici				6,25	2
7	1	si	co	5	PS	pe	Myeu				6,25	1
8	1	si	ca	2	US	pe	Myde				6,25	1
9	2	si	ca	1	PS	pe	Ocla				6,25	1
10	2	si	co	3	PU	pe	Caco				6,25	3
11	2	si	co	1	US	pe	Euur	Cigo			43,75	157,143
12	1	si	co	7	PA	pe	Ilmi				6,25	1
13	2	as	co	1	AS	np	Robr				31,25	3,2
14	2	as	co	2	AS	np	Robr				12,5	1
15	2	si	ca	1	T	np	Sebr				50	3,125
16	2	si	ca	2	T	np	Sebr				18,75	3
17	2	si	co	2	PU	pe	Caco				6,25	2
18	1	si	co	1	PS	pe	Myeu	Mycu			12,5	1
19	2	si	ca	2	PA	pe	Myol				31,25	1,4
20	2	si	ca	3	T	pe	Stle	Myco	Aled		18,75	1
21	2	si	ca	3	T	np	Sebr				18,75	266,667
22	1	si	co	3	PS	pe	Mycu				12,5	1
23	2	si	ca	3	PA	pe	Myol				18,75	133,333
24	2	si	co	1	PS	pe	Mygi				6,25	1
25	2	si	co	1	AS	pe	Rupa				75	2,5
26	2	si	ca	2	P	pe	Stop				12,5	1
27	2	as	me	1	T	np	Cade				62,5	2,6
28	2	si	me	3	T	pe	Roru				12,5	1,5
29	2	si	ca	4	T	np	Sagl				6,25	1
30	2	si	co	7	US	pe	Euur				6,25	1
31	2	si	me	1	T	pe	Roru	Moel			31,25	1,2
32	1	si	ca	4	US	pe	Blsa				31,25	1
33	1	si	co	4	PS	pe	Mycu				6,25	1
34	3	si	ca	4	T	pe	Ocpu	Neme			12,5	1
35	2	si	ca	3	US	pe	Eups				18,75	1
36	2	si	co	4	US	pe	Euur				12,5	1
37	2	si	co	5	US	pe	Euur				6,25	1
38	2	si	ca	1	PA	pe	Myol				37,5	183,333
39	2	si	me	2	T	pe	Roru				18,75	1
40	2	si	co	2	T	pe	Ilpa	Caxa			18,75	1
41	1	si	co	2	PS	pe	Mycu				18,75	1
42	2	si	co	3	P	pe	Mymi				6,25	1
43	2	as	me	2	T	np	Cade				43,75	2
44	2	si	ca	1	US	pe	Eups	Ocin			12,5	1
45	2	si	ca	3	PS	pe	Ocla				6,25	1
46	2	si	ca	2	US	pe	Myat	Eups			12,5	1,5
47	2	si	co	1	T	pe	Ilpa	Prse			25	1
48	2	si	co	4	T	pe	OCpu	Ilpa	Prse		25	1
49	2	si	co	1	PU	pe	Caco				12,5	1
50	2	si	co	2	PA	pe	Mymy				6,25	1
51	2	as	me	3	T	np	Cade				18,75	1
52	2	si	me	1	P	pe	Maev	Casp			12,5	1
53	3	si	co	1	T	pe	Mael	Myum	Cuve	Pipe	50	2,5
54	1	si	me	1	T	pe	Stbr				6,25	1
55	3	si	me	1	AS	pe	Vabr				6,25	1
56	2	si	ca	1	AS	pe	Ceig				6,25	2
57	3	si	co	4	PA	pe	Cigl				6,25	1
58	2	si	co	1	P	pe	Mymi	Myox			12,5	1,5
59	2	si	ca	2	T	pe	Heom	Trel			31,25	1,4
60	2	as	me	1	P	np	Zaas				6,25	1
61	2	si	co	1	PA	pe	Mymy				12,5	2,5

TF	Atributos					Espécies	F (%)	Nmi				
	Cm	Si	Te	Cd	DG	De						
62	2	si	me	1	PU	np	Loni	6,25	1			
63	1	as	me	1	PA	np	Pipa	6,25	1			
64	3	si	co	2	PA	pe	Crmo	12,5	1			
65	3	si	ca	1	T	pe	Neme	18,75	133,333			
66	3	si	co	4	T	pe	Mael	Myum	12,5	1		
67	2	si	ca	1	T	pe	Aled	Heom	Sosa	Trel	37,5	233,333
68	3	si	ca	2	T	pe	Neme				6,25	1
69	3	si	co	3	T	pe	Myum	Pipe			18,75	1
70	3	si	co	2	T	pe	Mael	Cuve	Pipe		18,75	166,667
71	2	si	co	3	PU	np	Xycf				12,5	1
72	1	si	co	9	P	pe	Aran				6,25	1
73	2	si	me	3	P	pe	Maev				6,25	1
74	3	si	ca	3	T	pe	Neme				12,5	1
75	3	si	co	1	PA	pe	Crmo	Cigl			18,75	1
76	3	si	co	5	T	pe	Mael				6,25	1
77	1	si	ca	3	T	pe	Euin				6,25	1
78	3	si	co	3	PA	pe	Crmo	Cigl			12,5	1
79	1	si	ca	1	P	pe	Myfo				6,25	1
80	2	si	me	1	T	np	Aspa				6,25	1
81	1	si	me	1	PS	pe	Carh				6,25	2
82	2	si	me	2	AS	np	Cohe				6,25	1
83	2	si	me	1	AS	np	Cohe				6,25	2
84	2	si	co	2	P	pe	Mymi				6,25	1
85	1	si	ca	1	US	pe	Myde				6,25	1
86	2	as	me	3	P	np	Zaas				6,25	1
87	2	as	me	2	P	np	Zaas				6,25	1
88	1	si	ca	3	US	pe	Blsa				6,25	1
89	1	si	co	10	P	pe	Aran				6,25	1

Apêndice 22: Teste de aleatorização avaliando a relação entre as variáveis do solo e os grupos definidos pelos TFs na mata A.

Quadro	Variável		P (Qb ^o ≥Qb)	P (Qb ^o ≥Qb)	
P1	Al		0.008		
	MO		0.002		
	K		0.337		
P3	Al	Entre grupos	0.004		
		1 e 2		0.007	
		1 e 3		0.549	
	MO	Entre grupos	0.058		
		1 e 2		0.168	
		1 e 3		0.025	
			2 e 3		0.311

Apêndice 23: Teste de aleatorização avaliando a relação entre as variáveis do solo e os grupos definidos pelos TFs na mata B.

Quadro	Variável		P (Qb ^o ≥Qb)	P (Qb ^o ≥Qb)
P1	Al	Entre grupos	0.555	
		1 e 2		0.303
		1 e 3		0.842
		2 e 3		0.467
	Ca	Entre grupos	0.487	
		1 e 2		0.332
		1 e 3		0.736
		2 e 3		0.346
	MO	Entre grupos	0.224	
		1 e 2		0.138
		1 e 3		0.093
		2 e 3		0.648
P3	Al:	Entre grupos	0.06821	0.084
		1 e 2		0.913
		1 e 3		0.076
		2 e 3		0.036
	m%:	Entre grupos	0.059	
		1 e 2		0.831
		1 e 3		0.099
		2 e 3		0.039

Apêndice 24: Teste de aleatorização avaliando a relação entre as variáveis do solo e os grupos definidos pelos TFs na análise de todos os quadros.

Quadro	Variável		P (Qb ^o ≥Qb)	P (Qb ^o ≥Qb)	
P1	Mg		0.002		
	Ca		0.003		
	MO		0.003		
	PH		0.001		
	Al		0.003		
P3	Al	Entre grupos	0.001		
		1 e 2		0.081	
		1 e 3		0.001	
	Mg	Entre grupos	0.024		
		1 e 2		0.671	
		1 e 3		0.021	
			2 e 3		0.037