

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS  
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA  
NÍVEL MESTRADO

ERIVELTON TOMAZZONI GONÇALVES

PADRÕES DE DIFERENCIAÇÃO FLORÍSTICA NO EXTREMO SUL  
DA MATA ATLÂNTICA: INFLUÊNCIAS AMBIENTAIS E  
HISTÓRICAS

SÃO LEOPOLDO

2010

Erivelton Tomazzoni Gonçalves

PADRÕES DE DIFERENCIAÇÃO FLORÍSTICA NO EXTREMO SUL  
DA MATA ATLÂNTICA: INFLUÊNCIAS AMBIENTAIS E  
HISTÓRICAS

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Biologia (Diversidade e Manejo da Vida Silvestre) da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS.

Orientador: Dr. Alexandre Fadigas de Souza

SÃO LEOPOLDO

2010

### Ficha catalográfica

G635p Gonçalves, Erivelton Tomazzoni.  
Padrões de diferenciação florística no extremo sul da  
Mata Atlântica: influências ambientais e históricas / por  
Erivelton Tomazzoni Gonçalves. – 2010.  
48 f. il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) — Universidade do Vale do  
Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Biologia,  
2010.

“Orientação: Prof. Dr. Alexandre Fadigas de Souza.”

1. Fitogeografia. 2. Mata Atlântica. I. Título.

CDU 581.9

Catálogo na Publicação:  
Bibliotecária Fabiane Pacheco Martino - CRB 10/1256

Erivelton Tomazzoni Gonçalves

PADRÕES DE DIFERENCIAÇÃO FLORÍSTICA NO EXTREMO SUL  
DA MATA ATLÂNTICA: INFLUÊNCIAS AMBIENTAIS E  
HISTÓRICAS

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Biologia (Diversidade e Manejo da Vida Silvestre) da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS.

Aprovado em \_\_\_\_\_, do mês de \_\_\_\_\_ de 2011.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Juliano Morales de Oliveira - Universidade do Vale do Rio dos Sinos

---

Prof. Dr. Leonardo Garcia Maltchick - Universidade do Vale do Rio dos Sinos

---

Prof. Dr. João André Jarenkow - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

## **AGRADECIMENTOS**

A Iuri Buffon pelo valioso auxílio na confecção dos mapas e obtenção dos dados climáticos. À colega Milena Rosenfeldt pelo compartilhamento de dados e tarefas comuns as dissertações. Ao professor Alexandre Fadigas de Souza pela dedicação, empatia, orientação e todas as demais qualidades que lhe fazem um grande pesquisador. Muito obrigado!

## RESUMO

A variação espacial da abundância das espécies pode ser determinada por uma série de causas históricas e ambientais. Visando a identificação de grupos florísticos e a sua relação com um conjunto de variáveis edáficas e climáticas (ambientais), do espaço geográfico (histórico) na estruturação da composição arbórea ao longo de formações ombrófilas e estacionais do extremo sul do bioma Mata Atlântica-Brasil, extraiu-se da literatura dados de composição e abundância da flora arbórea (Dap >9.5 cm), de 52 unidades amostrais com cerca de 1 ha de extensão. As comunidades foram caracterizadas através de sete variáveis climáticas, nove variáveis edáficas, três estruturais, além da diversidade Jost, altitude e suas coordenadas geográficas. Análises de ordenação foram empregadas para síntese dos descritores edafo-climáticos e características estruturais (PCA), na estruturação florística entre as parcelas (NMDS) e posterior correlação com os fatores ambientais. Através de análise de agrupamento hierárquico identificou-se grupos florísticos com utilização de espécies indicadoras, as quais foram classificadas quanto aos seus corredores migratórios. Com o uso do teste G, avaliou-se a independência das rotas históricas de dispersão com a composição das espécies indicadoras dos grupos florísticos. Fatores relacionados ao nicho das espécies, como a temperatura, precipitação total e secundariamente a drenagem, fertilidade e profundidade do solo são consistentes com a distribuição da composição arbórea. Do mesmo modo a longitude configurou-se um forte preditor desta variação florística formando um gradiente ao longo dos corredores de dispersão tropicais, bem como os grupos florísticos obtidos apresentaram espécies indicadoras dependentes dos seus contingentes de origem. Identificou-se um gradiente estrutural de variação de área basal, altura média e densidade entre Florestas Ombrófilas Mistas e Florestas Estacionais, ao contrário da diversidade. Os grupos florestais exibem diferentes graus de separação entre si. As Florestas Estacionais e a Floresta Ombrófila Densa formam um gradiente florístico contínuo ao longo de dois corredores migratórios de modo a consistir um bloco único. A Floresta Ombrófila Mista constitui um grupo dissimilar a estas formações com uma subdivisão marcada por espécies indicadoras exclusivas. Fatores ambientais e históricos são responsáveis tanto pela divisão entre grupos, que podem ser de forma abrupta ou gradativa, quanto pela diferenciação interna destas formações.

**Palavras-chaves:** Gradientes ambientais, Flora arbórea, Florestas estacionais, Fitogeografia, Ordenação florística.

## ABSTRACT

The spatial variation of species abundance can be determined by a series of historical and environmental causes. In order to identify floristic groups and their relationship to a set of soil and climatic variables (environmental), the geographic area (historical) in structuring the composition of trees along formations and seasonal rainforests from southern Atlantic forest, Brazil drew from the literature data on the composition and abundance of tree flora (DBH > 9.5 cm) of 52 sample units with about 1 ha in extension. The communities were characterized using seven climate, nine soil and three structural variables, as well as the Jost diversity, altitude and geographic coordinates. Ordination analysis were employed for the synthesis of soil, climatic and structural descriptors (PCA), the floristic structure between plots (NMDS) and subsequent correlation with environmental factors. Through hierarchical cluster analysis identified himself with floristic groups using indicator species, which were classified according to their migratory corridors. By using the G test, we evaluate the independence between the historic routes of dispersion and the composition of indicator species groups. Factors related to the niche of the species, such as temperature, total precipitation, and secondarily drainage, fertility and soil depth, are consistent with the distribution of the composition tree. Likewise the longitude is a strong predictor of floristic variation forming a gradient along the corridors of dispersal tropical flora, and the groups obtained were dependent indicator species of origin of their contingents Unlike the diversity, it was identified a structural gradient of basal area variation, average height and density between Araucaria forest and seasonal forests,. The forestry groups exhibit different degrees of separation between themselves. Seasonal forests and form a dense rain forest floristic gradient along two continuous migration corridors in order to consist a single block. The Araucaria forest is a group dissimilar to these formations with a subdivision marked by unique indicator species. Environmental and historical factors are responsible for both, the division between groups that may be abrupt or gradual, as well as the internal differentiation of these formations.

**Keywords:** Environmental gradients, Plant trees, Seasonal forests, Phytogeography, Floristics ordination.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	9
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	14
2.1 Área de Estudo .....	14
2.2 Dados florísticos e estruturais.....	15
2.3 Dados ambientais.....	17
2.4 Análise de dados.....	18
<b>3 RESULTADOS</b> .....	22
3.1 Descritores ambientais.....	22
3.2 Variação florística.....	27
3.3 Grupos florísticos e espécies indicadoras.....	29
<b>4 DISCUSSÃO</b> .....	35
<b>5 REFERÊNCIAS</b> .....	41



## 1 INTRODUÇÃO

Nas regiões limítrofes de contingentes fitogeográficos, a expansão e contração das suas fronteiras ao longo do tempo, produzem diferenciados padrões de densidade nas espécies, revelando uma relação entre a distribuição geográfica e abundância dos organismos que, por sua vez, são determinadas por uma série de causas históricas e ambientais (Bohlman et al., 2008). Segundo Bell (2001) a variação da abundância pode refletir o resultado das interações entre os organismos e seu ambiente e a estrutura das espécies no espaço tem o potencial de sugerir os prováveis processos ecológicos determinantes desta distribuição.

Um dos maiores desafios na ecologia de plantas é a identificação e quantificação dos processos que determinam os padrões de distribuição e abundância das espécies no tempo e no espaço (Legendre et al. 2005; Pellerin et al., 2009). A contribuição relativa dos processos determinísticos e neutros na estruturação das comunidades é controversa e tem sido objeto de intensa discussão científica (Condit et al., 2002; Ruokolainen & Tuomisto 2002; Adler et al., 2007). Segundo a teoria Neutra a composição florística pode exibir uma estrutura espacial mediada por fatores autógenos relacionados a eventos estocásticos de natalidade, mortalidade e dispersão independentes de variações ambientais (Bell, 2001; Hubbel, 2001). Já a teoria determinística, baseada no nicho, sugere uma estrutura de comunidade definida por fatores exógenos que constitui uma resposta a condições ambientais, que por sua vez, também são espacialmente estruturadas (Smith & Lundholm, 2010)

Atualmente a abordagem do nicho-estocástico propõe a extinção da dicotomia entre a teoria neutra e determinística (Tillman, 2004). A síntese enfatiza que o estabelecimento das espécies em uma área geográfica depende tanto do estoque populacional mediado pelos processos

estocástico inerentes, quanto das limitações ou facilitações impostas pelas condições ambientais atuantes.

Na região Neotropical, a abordagem histórica para a presente distribuição da vegetação remete a teoria dos refúgios Pleistocênicos (Prance, 1987) e envolve mudanças nas rotas de dispersão a partir dos centros florísticos mediado por alterações dos fatores climáticos (Tuomisto, 2007). Nesse sentido, fica evidente a dificuldade de dissociação dos processos históricos e ecológicos visto que constituem de elementos complementares e interativos que controlam a dinâmica das comunidades (Brown & Lomolino, 1998; Tyler, 2010).

A correlação dos fatores determinísticos na estruturação das comunidades de plantas em escala de paisagem, ou seja, na amplitude de  $10^2$  a  $10^4$  km<sup>2</sup> {conforme sugere Sesnie et al. (2009)}, tem sido reportada em diversos estudos nas diferentes regiões biogeográficas do planeta: Paleártica (Corney et al., 2004), Oriental (Ramesh et al., 2010), Neártica (Pellerin et al., 2009) concentrando-se principalmente na Neotropical (Tuomisto et al., 2003; Sesnie et al., 2009).

Na América do Sul, as florestas do Bioma Amazônico tem sido foco de uma série de estudos que apontam diferentes fatores controladores da distribuição das espécies arbóreas que vão desde a sazonalidade pluviométrica (Pitman et al. 2001; ter Steege et al., 2003; Butt et al., 2008), fertilidade do solo aliada a extensão geográfica (ter Steege et al. 2000; Bohlman et al., 2008) até a distância geográfica entre as comunidades (Duque et al., 2009). No entanto os processos estão longe de serem compreendidos na sua totalidade, tendo em vista que a utilização de diferentes abordagens leva a identificação de diferentes determinantes da estruturação destas florestas, que podem variar quanto a escala, localidade, níveis taxonômicos (Condit et al. 2002) bem como os dados florísticos considerados (abundância ou presença e ausência das espécies) e o tamanho amostral (Ruokolainen & Tuomisto, 2002).

No Bioma Mata Atlântica (inclui além das florestas pluviais costeiras, as florestas pluviais com Araucária do planalto e as estacionais continentais), a variação florística do componente arbóreo na região sudeste do Brasil tem sido relacionada a um gradiente climático de temperatura e pluviosidade que separam as florestas em dois grandes blocos: um distintamente ombrófilo e outro estacional, nos quais a altitude desempenha um papel determinante na diferenciação interna destas formações (Oliveira-Filho & Fontes, 2000; Scudeller et al., 2001). No entanto, publicações que envolvem a heterogeneidade ambiental são escassas para outras regiões do bioma, excetuando-se os estudos de Oliveira-Filho et al. (2006) que abordam relações florísticas das florestas estacionais e Jarenkow & Budke (2009) das florestas Ombrófilas Mistas, porém, em escalas continentais.

Apesar de haver hipóteses amplamente discutidas acerca dos determinantes da variação da estrutura florística no Sul da Mata Atlântica (Jarenkow & Waechter 2001; Mattei et al. 2007), as mesmas derivam de estudos fitogeográficos clássicos de caráter qualitativo, fundamentado em listas florísticas que enfatizam a composição de espécies (presença e ausência) aliada a uma descrição geral das características ambientais da suas respectivas áreas de distribuição (Rambo, 1950, 1951a; Klein, 1984). O emprego de análises quantitativas incluindo medidas de variação da abundância das espécies ao longo de gradientes é uma abordagem fundamental para a detecção de diferenças entre áreas com floras compartilhadas (Scudeller, 2002), principalmente em limites fitogeográficos que podem apresentar espécies generalistas comuns a distintos contingentes.

As formações florestais do Sul da Mata Atlântica no Rio Grande do Sul são constituídas por floras heterogêneas que se organizaram ao longo de um mosaico geomorfológico em diferentes escalas temporais, através da migração de espécies oriundas de centros florísticos distintos (Rambo, 1953). A hipótese fitogeográfica corrente propõe a distribuição da flora temperada para regiões do Planalto Meridional pela ocorrência relictual de espécies austral-

antárticas e andinas, que seriam provenientes de antigos corredores do final do Mesozóico constituídos em um cenário climático frio e chuvoso (Rambo, 1951b). Para a flora tropical são sugeridos dois corredores Cenozóicos distintos: pelo oeste, dispersando espécies mesófilas da Bacia do Paraná/Uruguai que estenderam amplamente até a região leste pela encosta sul do planalto; e pelo leste, através da planície costeira, espécies higrófilas atlânticas que diluem-se rapidamente ao contornar a encosta do planalto, tornando-se escassas e disjuntas em direção oeste e sul (Rambo, 1951a).

Registros palinológicos têm corroborado a existência das rotas sugeridas por Rambo (Bauermann et al., 2008), e apontam o aumento da temperatura, umidade e diminuição da sazonalidade pluviométrica registrado na última flutuação climática do Quaternário, como responsável pela restrição da flora temperada nas maiores altitudes do planalto e a expansão da flora tropical nos vales e suas encostas e em direção ao atual limite meridional do Bioma (Behling et al., 2004).

Com vistas, numa abordagem qualitativa, à elucidação do papel dos fatores determinísticos e históricos, bem como a busca de padrões espaciais na estruturação das comunidades florísticas arbóreas ao longo das formações no sul da Mata Atlântica, testou-se a validade das seguintes hipóteses:

- (1) A variação da composição e abundância florística é determinada em grande proporção pelo nicho ecológico das espécies arbóreas, correlacionada a fatores climáticos e edáficos contemporâneos conforme sugerido por Klein (1984) e Leite (2002);
- (2) Se há formação de grupos florísticos diferenciados, estes apresentam espécies indicadoras distintas quanto aos seus contingentes de origem, segundo as rotas migratórias apontadas por Rambo (1951a, 1951b) refletindo a sua dinâmica no período Quaternário (Behling et al., 2004);

(3) Existe um gradiente florístico na composição de espécies arbóreas no sentido leste-oeste. Neste sentido é esperada uma correlação com a variação da longitude corroborando a disposição espacial dos corredores de migração Atlântico e da Bacia do Paraná e Uruguai (Rambo 1951a; Waechter, 2002; Mattei et al., 2007);

(4) A diversidade de espécies e a estrutura da vegetação apresentam-se diferenciadas ao longo do gradiente florístico leste-oeste. A perspectiva é que regiões mais elevadas no Planalto contenham menor diversidade arbórea frente às restrições impostas pelas menores temperaturas constituindo uma barreira climática às espécies tropicais (Rambo, 1953). Também espera-se uma maior área basal na Floresta Ombrófila Mista face as características intrínsecas da *Araucaria angustifolia* que se apresenta como espécie dominante destas comunidades (Veloso et al., 1991).

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende aproximadamente a metade norte do Estado do Rio Grande do Sul – Brasil, perfazendo uma amplitude geográfica que varia da latitude 27°13' S a 31°01' S e da Longitude 50° 07' a 56° 03' no domínio da Mata Atlântica. Este Bioma atinge seu limite meridional no Estado do Rio Grande do Sul (Rambo, 1951), onde abrange no seu sentido amplo, além das Florestas Ombrófilas Densa e Mista, Florestas Estacionais Deciduais e Semideciduais (Oliveira-Filho & Fontes, 2000). Tais tipos florestais são discriminados pelo sistema de classificação governamental brasileira, basicamente de acordo com características fisionômicas aliada aos regimes de temperatura e precipitação (Veloso et al., 1991).

Geomorfologicamente, esta região compreende três províncias distintas (IBGE, 1986). O Planalto Meridional que ocupa toda porção norte do Estado formado por rochas basálticas Mesozóicas, constitui-se de uma extensão montanhosa que abrange o Centro-Sul do Brasil estendendo-se ao longo da fronteira do Paraguai, Uruguai e Argentina. Exibe um gradiente altitudinal superior a 1.000 metros na borda leste, onde finaliza de forma escarpada a poucos quilômetros da costa marítima, até a sua face á oeste na fronteira com a Argentina com altitudes inferiores a 200 metros onde relevo assume formas suave ondulada. A Depressão Central, que estende-se na parte central do Estado, e é formada por depósitos sedimentares do Quarternário margeando a porção sul do Planalto Meridional com terrenos planos de baixa elevação e ampla rede hidrográfica; e o Escudo Sul-riograndense ao sudeste da Depressão Central, formado por rochas graníticas Pré-Cambrianas com desgastes erosivos elevados, caracteriza-se por terrenos ondulados com elevação de até 600 m.

O atual enquadramento climático de *Köppen-Geiger* uniformiza o tipo *Cfa* para todo o Estado baseado em três critérios principais: clima temperado, ausência de estação com estiagem pronunciada e verões quentes com temperatura média anual igual ou superior aos 22° C (Peel et al., 2007). A variação ao longo do ano não se demonstra tão intensa de modo que caracterize uma estação seca, porém uma consistente diferenciação altitudinal é expressa na amplitude das médias anuais das temperaturas e no volume acumulado de chuvas mensais (Buriol et al. 2007). A área do estudo compreende uma variação de pluviosidade de 1351 mm á 2091 mm anuais e de temperatura média que varia dos 14.2°C aos 20.7°C (Hijmans et al., 2005). A ocorrência de invernos frios com possibilidade de geadas, neste tipo climático, é apontada por Whitmore (1987), principalmente para toda área do planalto (Klein, 1984).

## **2.2 DADOS FLORÍSTICOS E ESTRUTURAIS**

Inicialmente organizou-se duas matrizes distintas: uma florística contendo a composição e abundância das espécies arbóreas para cada unidade amostral e a seguinte com as variáveis descritoras denominada de matriz ambiental. Na matriz florística consideraram-se apenas os indivíduos adultos com DAP (diâmetro à altura do peito) igual ou superior a 9,5 cm, excluindo toda a amostragem da regeneração natural. Os dados foram extraídos do Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul, que consistiu em um projeto governamental realizado entre 1999 a 2001 destinado a mapear e inventariar os recursos florestais no Estado (Brena et al., 2001). Para monitoramento da dinâmica da vegetação a longo prazo, o inventário determinou parcelas permanentes de 100 x 100 m (1 ha) em fragmentos florestais de diferentes tamanhos, dispostas de modo a amostrar diferentes bacias hidrográficas, tipos florestais e áreas fisiográficas. Informações detalhadas do projeto incluindo dados acerca do protocolo de amostragem estão

disponíveis no endereço <http://coralx.ufsm.br/ifcrs/>. Adicionalmente foram selecionadas listas fitossociológicas de 14 de publicações que abrangeram os mesmos tipos florestais no Estado. Somam-se ao todo 52 unidades com áreas amostrais que variam de 0,7 a 1,8 ha, sendo a maior fração (n=46) com 1 ha de tamanho (Tabela 1).

Obteve-se uma lista de 310 táxons da qual se removeu as espécies não-arbóreas, não-identificadas, árvores mortas e os *singletons* - espécies representadas por apenas 1 indivíduo na amostragem que pouco contribuem para a ordenação e agrupamentos em uma escala de paisagem (Legendre & Legendre, 1998). Ainda procedeu-se à revisão da nomenclatura com a atualização e identificação de sinonímias através da base de dados w<sup>3</sup>Tropicos (MOBOT, 2009), resultando um total de 269 espécies.

As unidades amostrais foram reclassificadas com base no sistema de classificação da vegetação brasileira, uma vez que algumas parcelas apresentaram discordância dos tipos florestais reconhecidos pelos autores com a distribuição geográfica apresentada no mapeamento governamental (IBGE, 2004) e acompanhavam uma composição florística dissonante do tipo florestal indicado. As coordenadas geográficas de latitude e longitude, quando não informadas, foram inferidas com base na descrição do local de amostragem e nos mapas presente nos levantamentos.

A determinação da estrutura das comunidades se deu pela coleta de dados de área basal total, densidade por hectare e altura média da vegetação, conforme informado nas publicações analisadas.



## 2.3 DADOS AMBIENTAIS

A parcela climática da matriz ambiental foi composta pelo conjunto de sete variáveis relacionadas à temperatura e precipitação, obtidas para cada unidade amostral, através do banco de dados World Clim (Hijmans et al., 2005), com resolução espacial de 1 km<sup>2</sup>. As variáveis constituem-se de média anuais mensuradas em um intervalo de 50 anos as quais incluem: temperatura mínima, temperatura média, temperatura máxima, sazonalidade da temperatura (desvio padrão ao longo do ano x 100), precipitação total, coeficiente de variação da precipitação (desvio padrão da precipitação total) e número de meses secos.

Esta última variável foi construída indiretamente a partir das médias mensais e é definida como o número de meses do ano com <100 mm de chuva acumulada. Este indicador vem sendo amplamente utilizado para apontar condições de estacionalidade em estudos que abordam gradientes de precipitação como preditor da variação florística das comunidades florestais em amplas escalas espaciais (ter Steege et al., 2003, Butt et al., 2008). As florestas tropicais transpiram ao menos uma média de 100 mm mensais (Malhi et. al., 2002). Sugere-se então que abaixo deste limite de pluviosidade a vegetação possa sofrer limitações de disponibilidade hídrica (De Walt et al., 2010) limitando a persistência de espécies estritamente ombrófilas.

As características edáficas foram obtidas em consulta a literatura (BRASIL, 1973), com auxílio do mapa de solos do Rio Grande do Sul (Streck, 2002), para identificação da classe correspondente utilizando-se a posição geográfica de cada parcela amostral. Ao todo foram selecionadas nove variáveis: drenagem, profundidade, matéria orgânica, saturação de bases (V), capacidade de troca de cátions (T), pH, fósforo (P), alumínio (Al<sup>3+</sup>) e índice de intemperismo (Ki).

## 2.4 ANÁLISE DE DADOS

Com intuito de resumir o número de variáveis correlacionadas bem como ordenar as unidades amostrais ao longo dos gradientes ambientais, foi empregada uma análise de componentes principais (PCA, sigla em inglês) separadamente para cada conjunto de variáveis climáticas, edáficas e estruturais utilizando-se do método de rotação varimax no programa SYSTAT 12.0 (Systat Software Inc., 2007). Os eixos do PCA com autovalor maior que 1 foram aceitos como critério de representação significativa da variância (McCune & Grace, 2002). Correlações entre as variáveis e os componentes principais foram consideradas significativas quando apresentaram valores iguais ou superiores a 0,75 (Hair, 2005).

Visando atender as premissas de normalidade indispensáveis nas análises paramétricas, os dados da matriz ambiental, quando necessários, foram previamente log ou raiz transformados (Hair, 2005). Já as variáveis expressas em proporção foram transformadas em arcoseno (Zar, 1996).

Calculou-se a diversidade para cada parcela mediante cálculo da função exponencial do índice de Shannon-Wiener fornecido nas listas fitossociológicas conforme sugerido por Jost (2006). A diversidade foi definida como o número efetivo de espécies, a qual derivada de índices padronizados mantém suas propriedades matemáticas que a torna comparável entre as diferentes áreas de estudo (Jost, 2006).

A ordenação das parcelas baseada na composição e abundância florística foi procedida com Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS, sigla em inglês) utilizando a distância Chao-Jaccard (Chao et al., 2005). Visando identificar os preditores significativos da variação florística, os componentes principais gerados pelo PCA e as variáveis geográficas e de diversidade foram correlacionadas com os eixos do NMDS *a posteriori* (McCune & Grace, 2002)

através da função “envfit” integrante do pacote ‘VEGAN’ (Oksanen et al., 2007). As análises foram procedidas no programa R 2.9.1 (Core Team Development, 2008), com 9999 aleatorizações, considerando a obtenção de  $P < 0.05$ .

A identificação de grupos florísticos foi realizada através de Análise de Agrupamento (Cluster Hierárquico) utilizando-se do método de ligação Ward - fundamentado na menor variância entre os grupos, e no presente caso, baseado em uma matriz de distância Euclidiana. A matriz florística foi antecipadamente transformada na distância de Hellinger, o que é indicado para dados de composição com muitos zeros em longos gradientes de beta-diversidade (Legendre & Gallego 2001). A determinação de grupos significativos gerados no dendrograma foi efetuada com o auxílio da Análise de Espécies Indicadoras (McCune & Grace 2002), calculadas no programa R através da função “indval” do pacote ‘LABDSV’ (Roberts, 2006). A Análise de Espécies Indicadoras (ISA, sigla em inglês) igualmente foi utilizada para reconhecer os táxons indicadores dos grupos determinados na análise de cluster (Dufrene & Legendre, 1997), com um teste de significância obtido com 9999 aleatorizações.

As espécies indicadoras foram classificadas quanto aos seus corredores migratórios históricos conforme Rambo (1951a) e Jarenkow & Waechter (2001), sendo a sua independência em relação aos grupos florísticos obtidos verificada através do teste G utilizando-se da correção de Yates (Legendre & Legendre, 1998) com 1000 aleatorizações no programa SYSTAT 12.0.

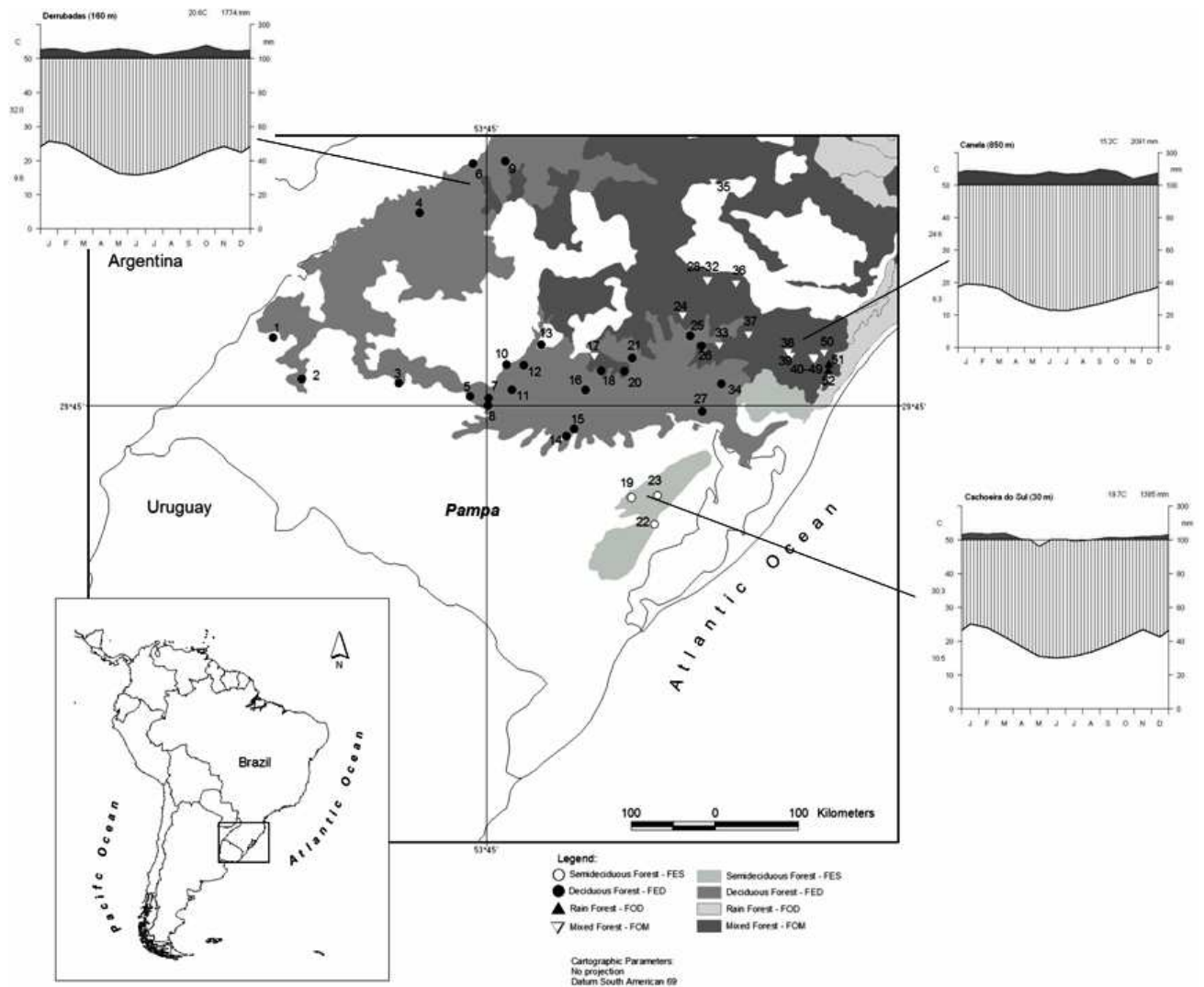


Figura 1: Localização das unidades amostrais no Estado do Rio Grande do Sul – Brasil e a área de distribuição dos seus respectivos tipos florestais segundo IBGE (2004). Diagrama climático de Walter indicando localidades com valores extremos de precipitação e temperatura. A numeração segue a descrição dos sítios descritos na Tabela 1. Área em branco corresponde às formações costeiras e de campos de altitude do bioma Mata Atlântica ao norte e leste, e formações continentais campestres e savânicas do bioma Pampa oeste e ao sul.

Tabela 1: Características das unidades amostrais utilizadas nas análises, localizadas no Estado do Rio Grande do Sul - Brasil. A numeração das unidades segue uma série longitudinal no sentido oeste-leste.

Localidade	Unidades	Longitude (W)	Latitude (S)	Área amostral (ha)	Tipo Florestal	Fonte
São Borja	1	56.03	29.03	1.00	FED	IFC (2001)
Alegrete	2	55.46	29.55	1.00	FED	IFC (2001)
Jaguari	3	54.68	29.51	1.40	FED	Hack et al. (2005)
Alecrim	4	54.46	27.69	1.20	FED	Vaccaro & Longhi (1995)
Santa Maria	5	53.92	29.66	1.05	FED	Farias et al. (1995)
Derrubadas	6	53.89	27.16	1.00	FED	Giehl & Jarencow (2008)
Santa Maria	7	53.72	29.67	1.00	FED	Machado & Longhi (1990)
Santa Maria	8	53.73	29.75	1.00	FED	Budke et al. (2004)
Derrubadas	9	53.55	27.13	1.00	FOM	IFC (2001)
São Martinho da Serra	10	53.53	29.31	1.00	FED	IFC (2001)
Santa Maria	11	53.47	29.58	1.00	FED	IFC (2001)
Ivorá	12	53.34	29.32	1.00	FED	IFC (2001)
Júlio de Castilhos	13	53.15	29.10	1.00	FED	IFC (2001)
Cachoeira do Sul	14	52.89	30.08	0.70	FED	Araujo (2002)
Cachoeira do Sul	15	52.80	30.00	1.00	FED	Lindenmaier & Budke (2006)
Vale do Sol	16	52.68	29.59	1.00	FED	Jarenkow & Waetcher (2001)
Sobradinho	17	52.57	29.27	1.00	FOM	IFC (2001)
Candelária	18	52.51	29.38	1.00	FED	IFC (2001)
Encruzilhada do Sul	19	52.34	30.59	1.00	FED	IFC (2001)
Santa Cruz do Sul	20	52.26	29.38	1.00	FED	IFC (2001)
Boqueirão do Leão	21	52.20	29.22	1.00	FED	IFC (2001)
Cristal	22	51.95	31.02	1.00	FES	De Marchi & Jarenkow (2008)
Camaquã	23	51.91	30.71	1.00	FES	Jurinitz & Jarenkow (2003)
Nova Prata	24	51.64	28.79	1.00	FOM	Nascimento et al. (2001)
Anta Gorda	25	51.55	29.01	1.00	FED	IFC (2001)
Santa Tereza	26	51.43	29.12	1.00	FED	IFC (2001)
Montenegro	27	51.42	29.82	1.83	FED	Longhi et al. (2008)
Nova Prata	28	51.37	28.42	1.00	FOM	IFC (2001)
Nova Prata	29	51.37	28.42	1.00	FOM	IFC (2001)
Nova Prata	30	51.37	28.42	1.00	FOM	IFC (2001)
Nova Prata	31	51.37	28.41	1.00	FOM	IFC (2001)
Nova Prata	32	51.38	28.41	1.00	FOM	IFC (2001)
Farroupilha	33	51.24	29.11	1.00	FOM	IFC (2001)
Triunfo	34	51.22	29.52	1.00	FED	IFC (2001)
Barracão	35	51.31	27.36	1.00	FOM	IFC (2001)
Campestre da Serra	36	51.07	28.45	1.00	FOM	IFC (2001)
Caxias do Sul	37	50.93	29.00	0.80	FOM	Rondon-Neto et al. (2002)
Canela	38	50.51	29.19	1.00	FOM	IFC (2001)
Canela	39	50.47	29.22	1.00	FOM	IFC (2001)
São Francisco de Paula	40	50.23	29.25	1.00	FOM	IFC (2001)
São Francisco de Paula	41	50.23	29.24	1.00	FOM	IFC (2001)
São Francisco de Paula	42	50.23	29.26	1.00	FOM	IFC (2001)
São Francisco de Paula	43	50.23	29.25	1.00	FOM	IFC (2001)
São Francisco de Paula	44	50.24	29.25	1.00	FOM	IFC (2001)
São Francisco de Paula	45	50.23	29.24	1.00	FOM	IFC (2001)
São Francisco de Paula	46	50.22	29.26	1.00	FOM	IFC (2001)
São Francisco de Paula	47	50.22	29.26	1.00	FOM	IFC (2001)
São Francisco de Paula	48	50.22	29.26	1.00	FOM	IFC (2001)
São Francisco de Paula	49	50.23	29.25	1.00	FOM	IFC (2001)
Aratinga	50	50.12	29.19	1.00	FOM	IFC (2001)
Terra de Areia	51	50.07	29.31	1.00	FOD	IFC (2001)
Terra de Areia	52	50.07	29.38	1.00	FOD	IFC (2001)

Abreviações: FOD, Floresta Ombrófila Densa; FOM., Floresta Ombrófila Mista; FED., Floresta Estacional Decidual; FES., Floresta Estacional Semidecidual ; IFC., Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul.

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 DESCRITORES AMBIENTAIS

A heterogeneidade climática entre as áreas amostradas encontra-se reduzida nos dois primeiros eixos do PCA denominados de CLIMA1 e CLIMA2, os quais explicaram conjuntamente 89,53% da variação dos dados (Tabela 2a). Verifica-se que o primeiro eixo exibe um gradiente de temperatura inversamente correspondente à precipitação total e segundo eixo um gradiente de estacionalidade pluviométrica. Há uma nítida separação das parcelas localizadas nas florestas ombrófilas e estacionais, sendo as florestas estacionais associadas a maiores temperaturas médias, maior sazonalidade, maior estacionalidade e menor precipitação total. Já as florestas ombrófilas aparecem relacionadas a menores temperaturas médias, menor sazonalidade, menor estacionalidade e maior precipitação (Figura 2). A Floresta Ombrófila Densa é a que apresenta a maior dispersão no eixo de estacionalidade pluviométrica. Já dentre os tipos florestais dos blocos ombrófilos (Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Mista) e estacionais (Deciduais e Semideciduais) esta diferenciação climática não ocorre.

As características físico-químicas e estruturais dos diferentes tipos de solos que abrangem a área de estudo foram agrupadas em 4 eixos do PCA denominados de SOLO1, SOLO2, SOLO3 e SOLO4 com intuito de facilitar a identificação destes descritores em posteriores análises. Nesta ordenação, 60,52% da variação dos dados manteve-se explicada pelos eixos 1 e 2. Não se evidenciou uma associação clara entre os eixos do PCA e os tipos florestais de modo a promover a segregação em grupos distintos (Figura 3).

O eixo 1 resume uma relação negativa de maior profundidade e maior teor de  $Al^{3+}$  no solo com intemperismo (Ki), pH e saturação de bases (V), o que pode ser definido como uma representação de um gradiente de fertilidade. Já o eixo 2 sintetiza solos rasos com boa drenagem inversamente correlacionados à capacidade de troca de cátions (T) e drenagem moderada (Tabela 2b).

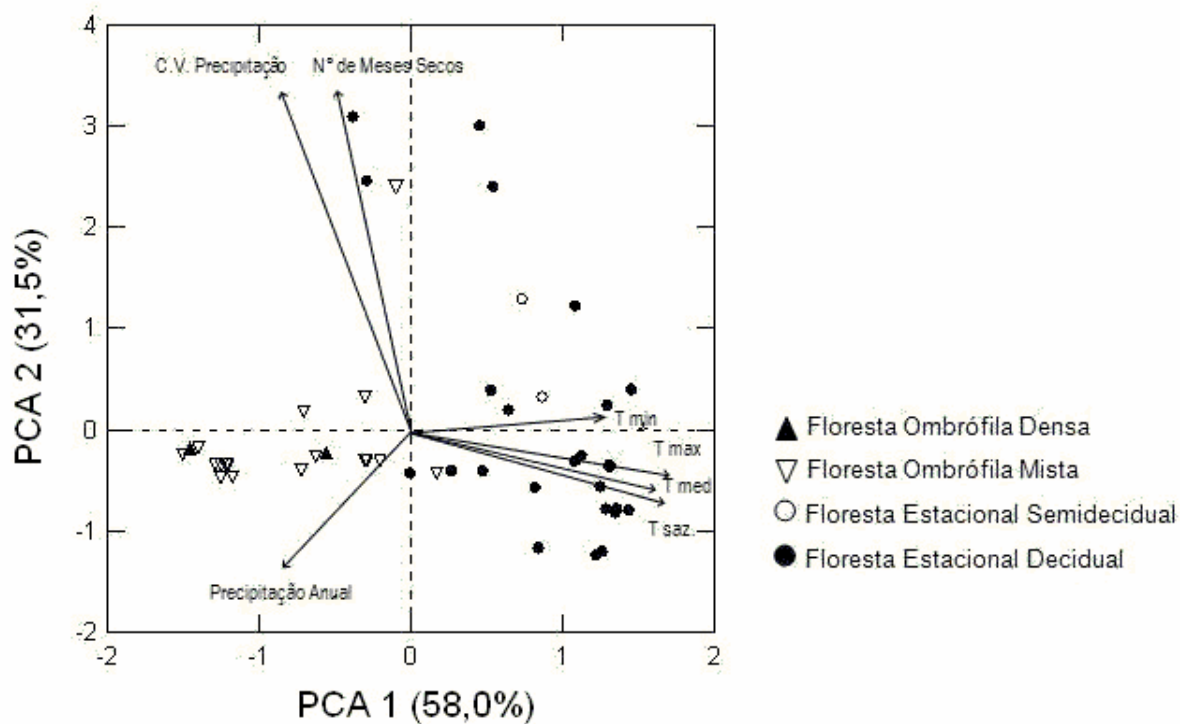


Figura 2: Ordenação através de PCA evidenciando a síntese de sete variáveis climáticas em dois eixos principais. As parcelas encontram-se discriminadas por tipo florestal. (Tmin) = temperatura mínima, (Tmax) = temperatura máxima, (Tmed) = temperatura média, (T saz) = sazonalidade da temperatura, (C.V) = coeficiente de variação de precipitação.

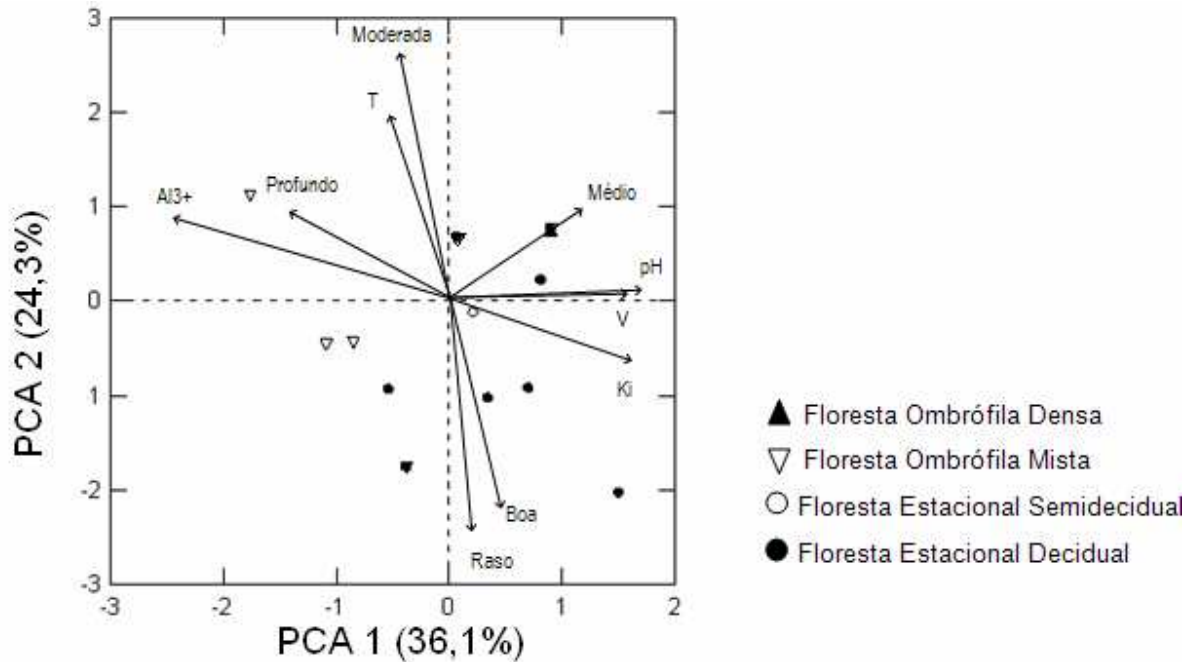


Figura 3: Ordenação através de PCA demonstrando a síntese de nove variáveis edáficas em dois eixos principais. As parcelas encontram-se discriminadas por tipo florestal. (V) = saturação de bases, (Ki) = índice de intemperismo, (T) = capacidade de troca de cátions.

A estrutura da vegetação foi resumida em dois componentes principais denominados respectivamente de ESTR1 e ESTR2, os quais representaram 87,2% da variação dos dados. O primeiro componente resume uma relação positiva entre altura média e área basal enquanto o segundo componente encontra-se fortemente correlacionado com a densidade (Tabela 2c). Enquanto as Florestas Estacionais apresentam-se negativamente correlacionadas com o eixo 1 do gradiente estrutural, o que se traduz em menor área basal e altura média, evidencia-se uma clara associação das parcelas da Floresta Ombrófila Mista à maior altura média e área basal. Identifica-se do mesmo modo uma tendência de separação entre os estes tipos florestais ao longo do eixo. Já as Florestas Estacionais exibem uma tendência a maiores densidades arbórea e as Florestas Ombrófilas a menores densidades conforme ordenado ao longo do eixo 2 (Figura 4).



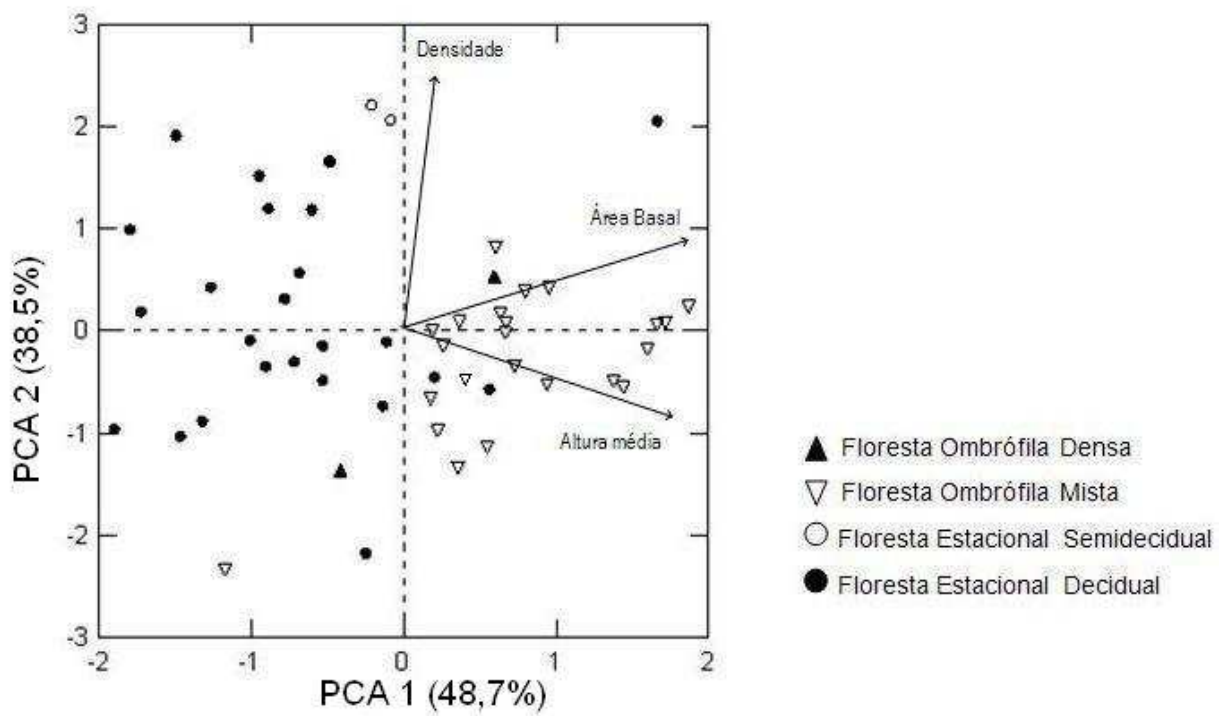


Figura 4: Ordenação através de PCA demonstrando a síntese de três variáveis estruturais em dois componentes principais. As parcelas encontram-se discriminadas por tipo florestal conforme legenda á direita da figura.

Tabela 2: Resumo dos resultados do PCA para variáveis climáticas, edáficas e estruturais selecionadas com os autovalores e a respectiva percentagem de sua variância explicada por cada eixo, bem como os autovetores de cada variável associada. Em negrito estão destacadas as correlações significativas e sublinhada as correlações marginalmente significativas.

a) Variáveis climáticas

	Autovalor	Porcentagem	Temperatura Média	Sazonalidade da Temperatura	Temperatura Máxima	Temperatura Mínima	Precipitação Anual	Coeficiente de Var. da Precipitação	N° de Meses com Precipitação <100 mm
Eixo 1	4.062	58.030	<b>0.980</b>	<b>0.872</b>	<b>0.977</b>	<b>0.896</b>	<u>-0.737</u>	0.032	0.200
Eixo 2	2.205	31.507	0.124	0.037	0.104	0.258	0.588	<b>0.939</b>	<b>0.940</b>

b) Variáveis edáficas

	Autovalor	Porcentagem	Profundidade			Drenagem			T	V	M.O.	P	AL3+	pH	KI
			Raso	Médio	Profundo	Imperfeita	Moderada	Boa							
Eixo 1	4.701	36.158	0.065	<b>0.765</b>	<b>-0.831</b>	0.230	0.123	-0.263	0.308	<b>0.916</b>	0.048	0.283	<b>0.880</b>	0.853	<b>0.875</b>
Eixo 2	3.168	24.371	<u>-0.733</u>	0.542	-0.042	0.049	<b>0.851</b>	<b>-0.897</b>	<u>0.728</u>	0.314	0.290	0.021	0.089	0.275	0.077
Eixo 3	1.605	12.348	0.105	0.125	-0.055	<b>0.954</b>	-0.406	-0.159	0.149	0.001	0.080	-0.598	0.166	0.107	0.224
Eixo 4	1.892	14.554	0.536	0.022	-0.399	0.059	0.190	-0.229	0.416	0.194	<b>0.776</b>	0.664	0.180	0.009	0.255

c) Variáveis estruturais

	Autovalor	Porcentagem	Densidade	Altura Média	Área Basal
Eixo 1	1.462	48.717	0.004	<b>0.819</b>	<b>0.889</b>
Eixo 2	1.156	38.519	<b>0.962</b>	0.404	0.259

### 3.2 VARIAÇÃO FLORÍSTICA

A ordenação das comunidades com base na dissimilaridade florística entre as unidades amostrais foi alcançada com 4 eixos do NMDS resultando em um estresse marginalmente significativo no valor de 11.9539 (McCune & Grace 2002). O primeiro eixo do NMDS demonstra uma divisão abrupta entre a Floresta Ombrófila Mista, situada à direita, com as demais formações (Floresta Ombrófila Densa e Florestas Estacionais) segregadas à esquerda do gráfico. O segundo eixo exhibe um gradiente florístico com expressiva variação entre as comunidades da Floresta Ombrófila Mista, as quais se encontram à direita em um grupo relativamente mais conciso. À esquerda do diagrama observa-se os tipos florestais estacionais, decidual e semidecidual, que se encontram mais dispersos ao longo da ordenação, sendo que as parcelas da Floresta Ombrófila Densa demonstraram uma maior dissimilaridade florística com as demais, ordenando-se no extremo do gradiente, o qual pode ser visto no quadrante inferior esquerdo do gráfico (Figura 5).

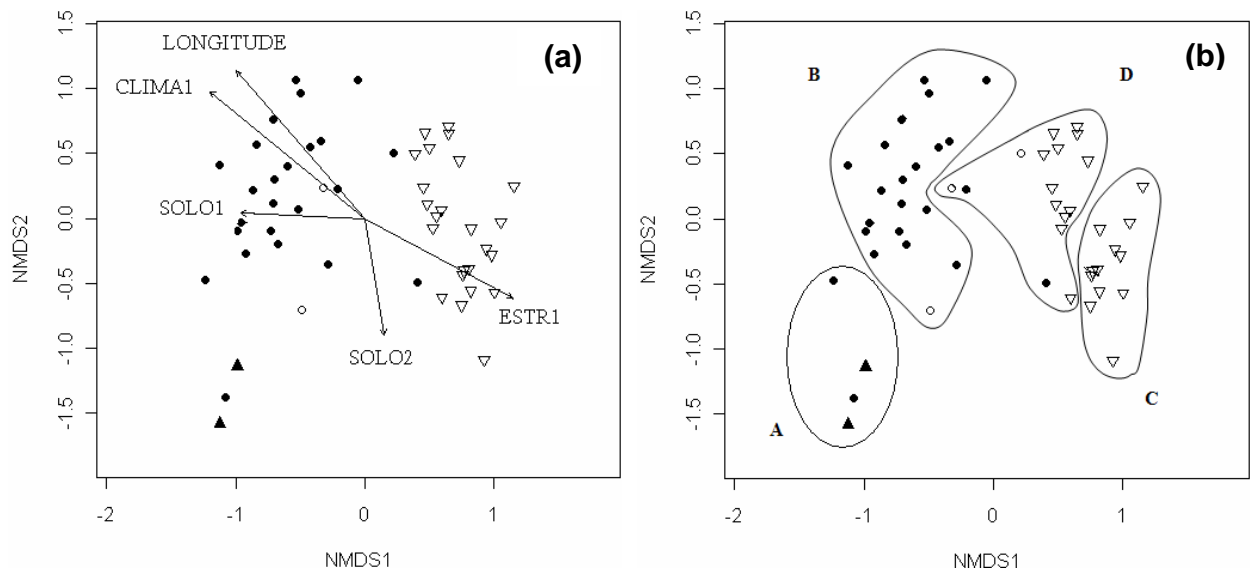


Figura 5: Diagrama de ordenação por NMDS com base na composição e abundância arbórea de 52 unidades amostrais no Sul da Mata Atlântica, classificadas por tipo florestal. (a) Gráfico com vetores representando os fatores ambientais e geográficos correlacionados com a estrutura florística. (b) Grupos florísticos sugeridos com base no dendrograma da figura 6. Tipos florestais conforme legenda da figura 4.

Com exceção da variável altitude que foi excluída das análises, tendo em vista a sua multicolinearidade com o eixo CLIMA1 ( $r^2 = 0.65$ ) e o eixo SOLO1 ( $r^2 = 0.19$ ) dada em prévias análises exploratórias de regressão, as demais variáveis ambientais e estruturais sintetizadas pelo PCA, bem como as variáveis espaciais, apresentaram diferentes graus de correspondência com a variação florística resumida pelos dois primeiros eixos do NMDS (Tabela 3).

Tabela 3: Correlações entre as variáveis ambientais, espaciais e os eixos 1 e 2 do NMDS. Em negrito, nível de significância  $P < 0.05$  obtido através de 9999 aleatorizações.

<i>Variáveis</i>	<i>NMDS 1</i>	<i>NMDS 2</i>	<i>r<sup>2</sup></i>	<i>P</i>
CLIMA1	-0.775050	0.631900	0.7251	<b>0.0001</b>
LONGITUDE	-0.660010	0.751257	0.6937	<b>0.0001</b>
ESTR1	0.879907	-0.475146	0.5086	<b>0.0001</b>
SOLO1	-0.999161	0.040963	0.2813	<b>0.0004</b>
SOLO2	0.164691	-0.986345	0.2517	<b>0.0011</b>
LATITUDE	-0.747644	-0.664099	0.0232	0.5656
CLIMA2	-0.518058	-0.855346	0.0267	0.5141
ESTR2	-0.969902	-0.243494	0.0280	0.5023
SOLO3	-0.535948	0.844251	0.0680	0.1726
SOLO4	0.789383	-0.613901	0.0626	0.2014
JOST	-0.926744	0.375695	0.0590	0.2124

O CLIMA1, que constitui uma representação da variação de temperatura e precipitação, esteve negativamente correlacionado com o eixo 1 sendo o vetor com o maior coeficiente de determinação ( $r^2 = 0.72$ ,  $P < 0.001$ ), seguido da longitude com ( $r^2 = 0.69$ ,  $P < 0.001$ ). Neste eixo é possível distinguir um gradiente que corresponde a uma ampla faixa no sentido leste-oeste, onde a dissimilaridade florística é mediada pelo aumento da longitude, aumento da temperatura e diminuição da precipitação média anual.

Os determinantes edáficos significativos associados ao eixo 1 e 2 do NMDS, respectivamente, são representados pelos componentes principais SOLO1 e SOLO2, embora com baixa correlação ( $r^2 = 0.28$  e  $r^2 = 0.25$ ,  $P < 0.001$ ). A primeira variável traduz um gradiente de

fertilidade que aumenta em direção à ordenação das Florestas Estacionais. Já a segunda variável representa solos rasos com boa drenagem, que são comumente associadas à florestas de altitude (no caso, Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Mista), enquanto as florestas de terras baixas (Floresta Estacional Decidual e Floresta Estacional Semidecidual) tiveram parte da sua variação florística explicada pela drenagem moderada e maior capacidade de troca de cátions do solo.

A variável ESTR1 demonstrou uma positiva correlação com o primeiro eixo da ordenação florística ( $r^2 = 0.50$ ,  $P < 0.001$ ), relacionada significativamente às comunidades com espécies de maior porte (altura e área basal) que predominam e são características da Floresta Ombrófila Mista, sendo escassas ou ausentes nas Florestas Estacionais. Por fim, as análises não indicaram relação entre a variação florística e o gradiente latitudinal e ( $r^2 = 0.02$ ,  $P > 0.05$ ) tampouco com a diversidade de Jost ( $r^2 = 0.05$ ,  $p > 0.05$ ).

### 3.3 GRUPOS FLORÍSTICOS E ESPÉCIES INDICADORAS

A análise de agrupamento hierárquico combinada com a detecção das espécies indicadoras possibilitou o reconhecimento de quatro grupos florísticos distintos. A primeira divisão do dendrograma separou dois grandes blocos com maior dissimilaridade, que foi constituído à esquerda praticamente pela Floresta Ombrófila Densa e Floresta Estacional Decidual e à direita pela Floresta Ombrófila Mista (Figura 6). No segundo nível observa-se uma divisão mais refinada desses dois blocos, com o grupo A representado pela Floresta Ombrófila Densa agregada a duas unidades amostrais da Floresta Estacional situadas na Depressão Central do Estado, onde há comunidades com grande abundância de *Euterpe edulis*, incluindo outras

espécies provenientes do corredor tropical Atlântico (Jarenkow & Waechter 2001). O grupo B corresponde a Floresta Estacional Decidual em uma ampla latitude que vai desde a porção noroeste do planalto meridional estendendo-se em direção ao leste através da Depressão Central onde limita-se ao norte com as altitudes elevadas da serra. Já os demais grupos evidenciam uma subdivisão da Floresta Ombrófila Mista: o grupo C é indicado pela abundante presença de *Araucaria angustifolia*, além de *Ilex brevicuspis*, *Cryptocharya aschersoniana* e outras espécies comumente associadas a esta formação (Lorenzi, 2000; Sobral et al., 2006), e corresponde a região próxima as bordas do planalto principalmente no seu extremo oriental. O grupo D representa uma floresta mais interiorana com espécies indicadoras de ampla distribuição e comuns nas florestas estacionais e se distribui na face ocidental da formação (Tabela 4, Figura 7).

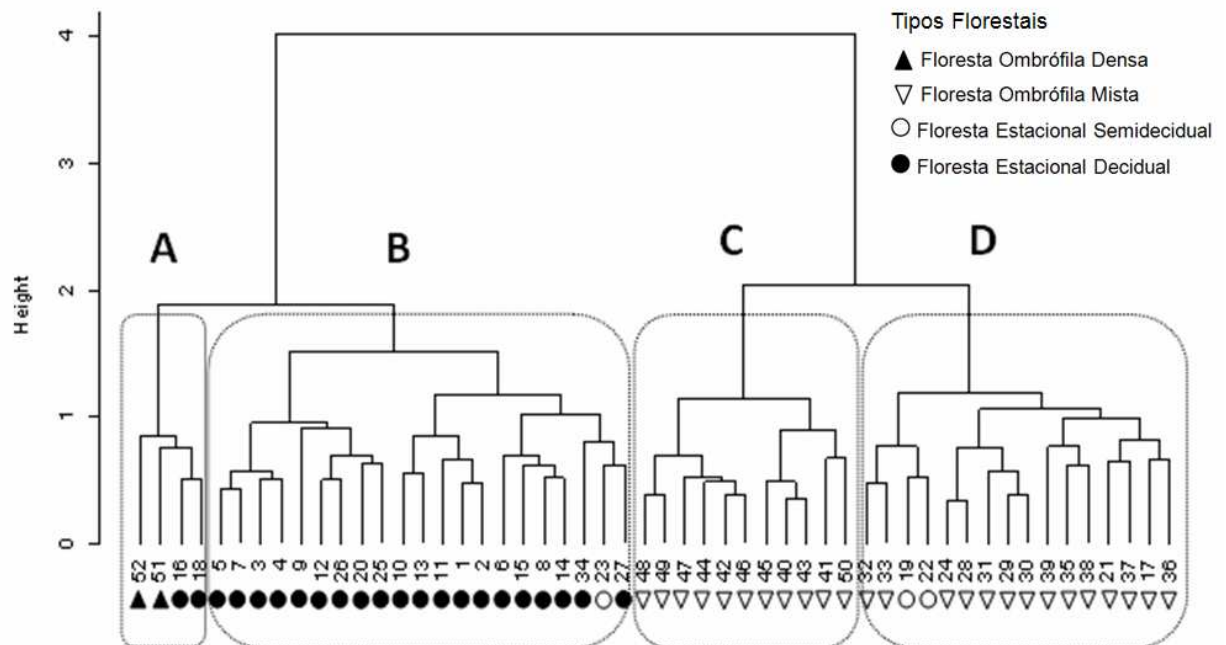


Figura 6: Dendrograma representando seqüência de agrupamento de 52 comunidades obtida pelo método de ligação Ward com distância Euclidiana. As parcelas estão identificadas por tipo florestal conforme discriminado na legenda.

A ISA resultou em um conjunto de 46 espécies com valor indicador significativo (Tabela 4). O grupo B, representando o contingente estacional, foi o que apresentou o maior número de espécies associadas (17) seguido do grupo A com 14. Os grupos C e D demonstraram menor riqueza de indicação com e doze e quatorze espécies respectivamente.

Tabela 4: Relação das espécies e seu valor de indicação para os grupos florísticos reconhecidos no dendrograma representado na figura 6. A significância da indicação considerou 9999 aleatorizações,  $P < 0.05$ . Distribuição geográfica: (ATL) = corredor Atlântico (BPU) = corredor da Bacia Paraná-Uruguaí (PLA) = Planalto e (EAD) = espécie de ampla distribuição.

<i>Espécie indicadora</i>	<i>Valor indicador</i>	<i>P</i>	<i>Grupo</i>	<i>Distribuição</i>
<i>Euterpe edulis</i>	1.00	0.0001	A	ATL
<i>Pachystroma longifolium</i>	0.72	0.0002	A	ATL
<i>Alchornea triplinervia</i>	0.61	0.0019	A	EAD
<i>Sorocea bonplandii</i>	0.60	0.0044	A	EAD
<i>Gymnanthes concolor</i>	0.52	0.0167	A	EAD
<i>Cabrlea canjerana</i>	0.52	0.0078	A	EAD
<i>Tetrorchidium rubrivenium</i>	0.50	0.0022	A	EAD
<i>Mollinedia schottiana</i>	0.49	0.0016	A	ATL
<i>Inga marginata</i>	0.48	0.0030	A	EAD
<i>Aiouea saligna</i>	0.39	0.0160	A	ATL
<i>Eugenia rostrifolia</i>	0.38	0.0179	A	BPU
<i>Meliosma sellowii</i>	0.25	0.0343	A	ATL
<i>Guapira opposita</i>	0.23	0.0343	A	EAD
<i>Hennecartia omphalandra</i>	0.23	0.0335	A	BPU
<i>Casearia sylvestris</i>	0.76	0.0030	B	EAD
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	0.76	0.0008	B	BPU
<i>Luehea divaricata</i>	0.53	0.0086	B	EAD
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	0.53	0.0120	B	EAD
<i>Patagonula americana</i>	0.52	0.0081	B	BPU
<i>Myrocarpus frondosus</i>	0.51	0.0070	B	BPU
<i>Parapiptadenia rigida</i>	0.46	0.0369	B	BPU
<i>Diospyros inconstans</i>	0.45	0.0152	B	BPU
<i>Vitex megapotamica</i>	0.41	0.0154	B	EAD
<i>Helietta apiculata</i>	0.38	0.0159	B	BPU
<i>Ficus luschnathiana</i>	0.37	0.0256	B	EAD
<i>Machaerium paraguariense</i>	0.35	0.0461	B	BPU
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	0.32	0.0371	B	BPU
<i>Machaerium stipitatum</i>	0.32	0.0404	B	BPU
<i>Cordia ecalyculata</i>	0.29	0.0457	B	BPU
<i>Guettarda uruguensis</i>	0.29	0.0397	B	BPU
<i>Ilex brevicuspis</i>	0.88	0.0001	C	EAD
<i>Campomanesia rhombea</i>	0.78	0.0003	C	PLA

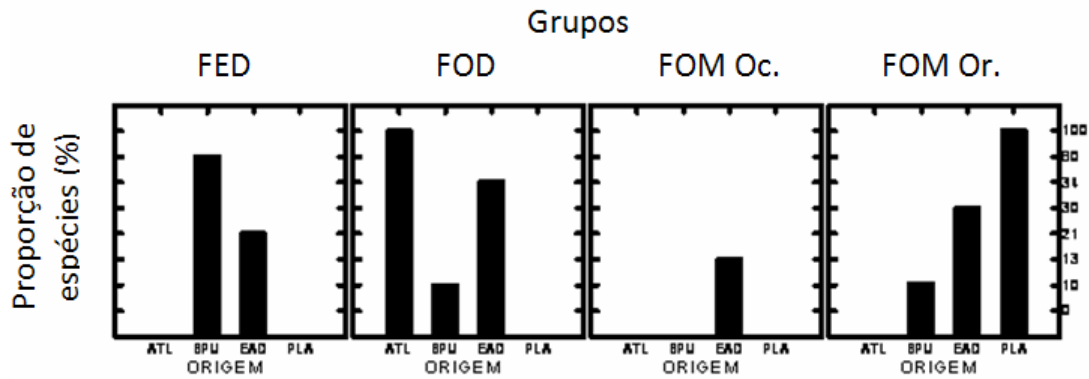
<i>Espécie indicadora</i>	<i>Valor indicador</i>	<i>P</i>	<i>Grupo</i>	<i>Distribuição</i>
<i>Campomanesia rhombea</i>	0.78	0.0003	C	PLA
<i>Araucaria angustifolia</i>	0.75	0.0006	C	PLA
<i>Myrceugenia cucullata</i>	0.66	0.0012	C	PLA
<i>Myrceugenia cucullata</i>	0.66	0.0012	C	PLA
<i>Cryptocarya aschersoniana</i>	0.63	0.0020	C	EAD
<i>Ilex paraguariensis</i>	0.57	0.0018	C	EAD
<i>Ocotea pulchella</i>	0.54	0.0084	C	EAD
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	0.49	0.0200	C	EAD
<i>Eugenia psidiiflora</i>	0.44	0.0068	C	EAD
<i>Myrcia oligantha</i>	0.36	0.0152	C	PLA
<i>Podocarpus lambertii</i>	0.35	0.0309	C	PLA
<i>Lamanonia ternata</i>	0.29	0.0415	C	EAD
<i>Maytenus evonymoides</i>	0.27	0.0204	C	PLA
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	0.69	0.0001	D	EAD
<i>Matayba elaeagnoides</i>	0.61	0.0007	D	EAD
<i>Cupania vernalis</i>	0.47	0.0421	D	EAD

A distribuição das espécies indicadoras nos grupos formados na análise de cluster, não se deu ao acaso ( $G=103.995$ ,  $P<0.001$ ), demonstrando uma relação de dependência quanto ao contingente florístico de origem. Espécies de ampla distribuição estiveram associadas a todos os grupos. Enquanto as espécies atlânticas são indicadoras específicas do grupo correspondente a Floresta Ombrófila Densa, as espécies do planalto indicam somente o grupo relativo a Floresta Ombrófila Mista oriental. As espécies mesófilas da Bacia do Paraná-Uruguai (BPU) estiveram superiormente representadas no grupo da Floresta Estacional e em menor proporção no grupo da Floresta Ombrófila Mista e Floresta Ombrófila Densa (Figura 7a).

A análise de abundância demonstra uma interpenetração de espécies do planalto e atlânticas no grupo estacional, e indivíduos do planalto e estacionais na Floresta Ombrófila Mista ocidental, mas sem constituir-se de espécies indicadoras destes grupos. Por outro lado, verifica-se a completa ausência de espécies do corredor atlântico nas Florestas Mistas do planalto como também a ausência de espécies do planalto na Floresta Ombrófila Densa (Figura 7b).



(a)



(b)

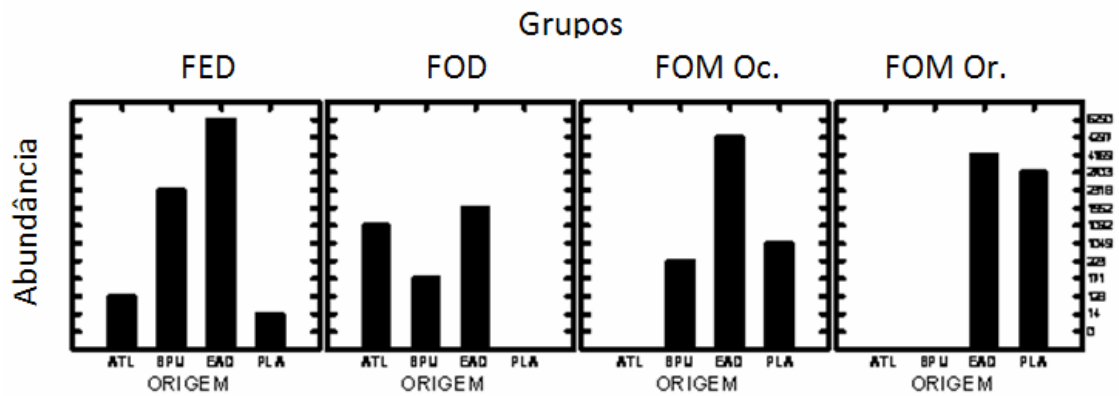


Figura 7: Distribuição da flora segundo seu contingente de origem nos diferentes grupos obtidos pela análise de cluster. (a) Proporção de espécies indicadoras (b) Abundância total de indivíduos das espécies indicadoras. (ATL) = corredor Atlântico, (BPU) = corredor da Bacia Paraná-Uruguaí, (PLA)=Planalto, (EAD)= espécie de ampla distribuição, (FED) = floresta estacional decidual, (FOD)= floresta ombrófila densa, (FOM Oc.) = Floresta Ombrófila Mista Ocidental, (FOM Or.) = Floresta Ombrófila Mista Oriental.

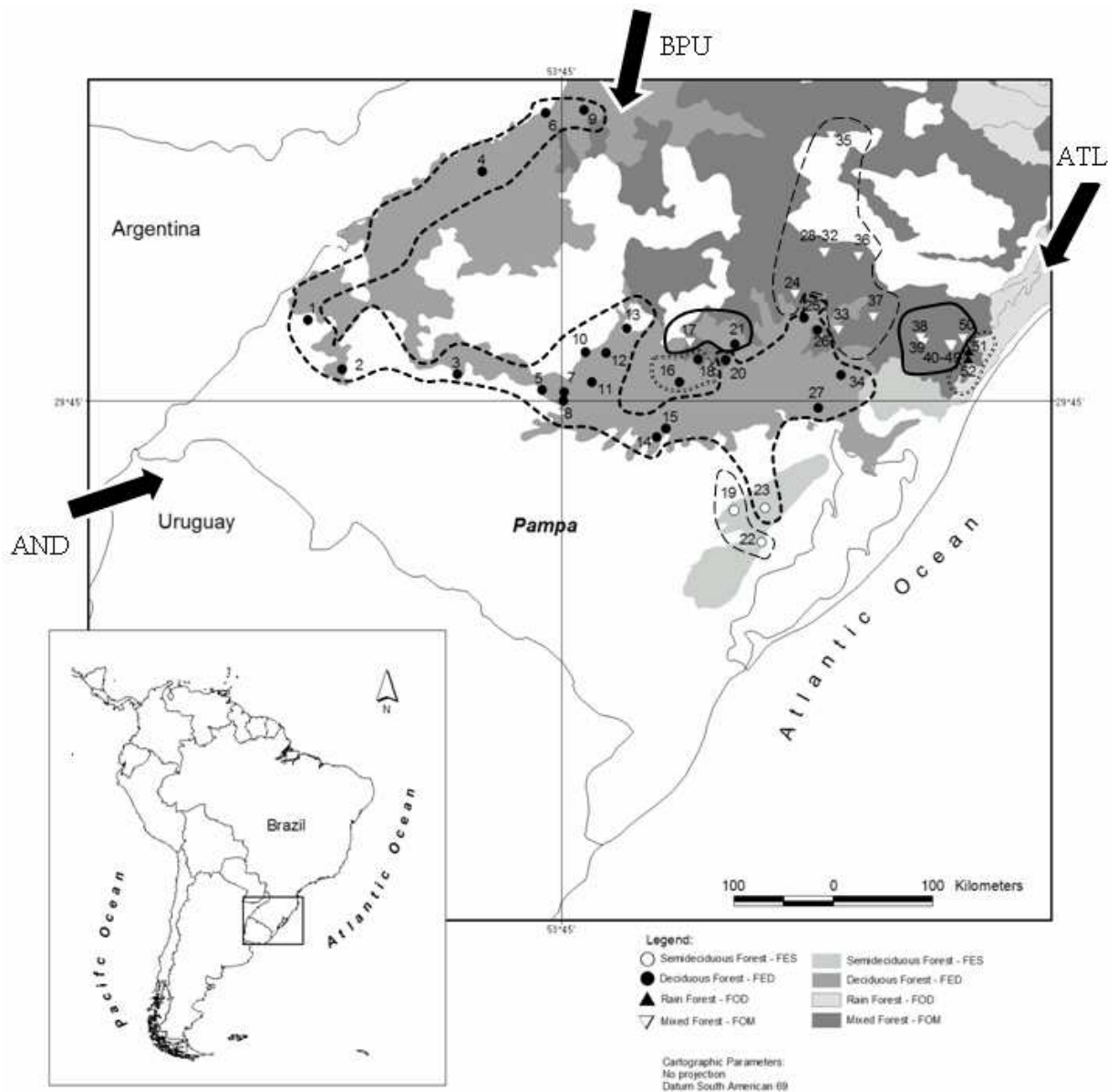


Figura 8: Mapa dos grupos florísticos reconhecidos pela análise de agrupamento. Grupo A - Floresta Ombrófila Densa no extremo leste e centro destacado por pontos duplos; Grupo B- Floresta Estacional representado por tracejado em negrito, Grupo C - Floresta Ombrófila Mista Oriental delimitado por linha contínua em negrito e Grupo D - Floresta Ombrófila Mista Ocidental com disjun o no extremo sul junto a serra do Escudo sul-riograndense esboçado com tracejado claro. As setas indicam os corredores de migra o segundo Rambo (1953). (ATL) = corredor Atlântico (BPU) = corredor da Bacia Paraná-Uruguai (AND) = Andino-patagônico.

## 4 DISCUSSÃO

As análises demonstraram a influência das condições climáticas, edáficas e da distribuição espacial sobre a estruturação florística no extremo sul da Mata Atlântica, consistentes tanto com a teoria do nicho quanto a teoria neutra relacionada ao processo de limitação de dispersão das espécies ao longo dos corredores históricos de migração.

A primeira hipótese que testa o papel dos fatores ambientais contemporâneos é aceita. O clima apresentou-se como o principal fator determinante dos padrões de distribuição das espécies em suas dimensões de variação da precipitação total e temperatura, enquanto que a sazonalidade da precipitação não se configurou como um bom preditor. Este resultado corrobora com Oliveira-Filho et al. (2006) ao discutir o prevaecimento da sazonalidade da temperatura sobre a sazonalidade pluviométrica nas florestas subtropicais da América do Sul como fator de separação entre formações ombrófilas e estacionais.

As características de fertilidade e drenagem do solo demonstraram uma menor contribuição nestes padrões, o que de fato é esperado, tendo em vista que fatores edáficos têm o potencial de produzir padrões florísticos geralmente em escala local (Tuomisto, 2007) e predominantemente em grupos taxonômicos de sub-bosque como pteridófitas (Tuomisto et al., 2003; Jones et al., 2008). Mesmo assim, este resultado vai parcialmente de encontro à afirmação de Hueck (1972) ao relatar que em escala de paisagem a Floresta Ombrófila Mista não apresentaria diferenciações florísticas por tipos de solo. Os resultados de ordenação por PCA sugerem que este tipo florestal não se encontra edaficamente distinto das outras formações. Porém quando analisada a reposta da composição florística, verifica-se que este conjunto de variáveis edáficas contribui na diferenciação entre Florestas Estacionais e a Floresta Ombrófila

Mista e inclusive dentre a mesma no que diz respeito à variação de drenagem e capacidade de troca de cátions ao longo do eixo 2 (Figura 5a).

Se por um lado a região apresenta uma relativa homogeneidade climática em relação às outras regiões do bioma (Klein, 1984), a existência de um gradiente leste-oeste no planalto é suficiente para configurar uma macro divisão entre a Floresta Ombrófila Mista e os demais tipos florestais conforme indicado no primeiro eixo do NMDS, bem como promover a diferenciação interna entre essas formações. Resultados semelhantes foram reportados por Oliveira-Filho & Fontes (2000) na Mata Atlântica do Sudeste, porém com a variação interna dentre as formações ombrófilas e estacionais seguindo o sentido norte-sul.

Além da sazonalidade da temperatura, a frequência de geadas tem sido apontada como um importante limitador da distribuição de espécies tropicais nas maiores elevações do planalto no sul do bioma Mata Atlântica (Oliveira-filho et al., 2005), visto que muitas espécies não possuem gemas reprodutivas providas de proteção contra ressecamento e baixas temperaturas (Leite, 2002), o que impede o desenvolvimento do seu ciclo vital de crescimento, florescimento e frutificação. Estudos quantitativos futuros necessitam incluir essa variável explicativa como forma de elucidar o papel das geadas como um efetivo filtro ambiental. Apesar do fato de que em escala de paisagem, sob diferentes condições ambientais, é pouco provável que um único fator influencie uniformemente a estrutura florística das comunidades (Emilio et. al. 2010).

A formação de grupos foi dependente do contingente de origem das espécies que os indicam confirmando a segunda hipótese desse estudo. Neste contexto corrobora-se a contribuição dos fatores históricos na estruturação florística através da dispersão de espécies oriundas das rotas migratórias propostas por Rambo (1951a). Essa característica é fundamental para distinguir a subdivisão obtida da Floresta Ombrófila Mista em dois grupos: um oriental, correspondente a área mais elevada do Planalto Meridional Brasileiro com sua estrutura mais

característica, isto é, maior abundância e frequência de espécies de procedência austral-antárticas e exclusivas do planalto; e outro ocidental, com espécies indicadoras mais generalistas que se mantém nas altitudes intermediárias tanto no interior do planalto como na porção superior do escudo sul-riograndense. Além disto, com o decréscimo da altitude, as espécies da Floresta Ombrófila Mista tendem a ser substituídas gradativamente por espécies da floresta estacional, conforme sugerem Rambo (2000) e Hueck (1972) para o Rio Grande do Sul e Klein (1984) para latitudes inferiores até o Estado do Paraná. Esta ocorrência disjunta de espécies comuns à Floresta Ombrófila Mista nas altitudes intermediárias do Planalto Meridional e na serra do Escudo, e que resultou no grupo D (Figura 8), provavelmente indica uma conexão pretérita entre essas regiões que estão sujeita aos mesmos processos nas condições climáticas atuais: a dominância de espécies de ampla distribuição e comuns nas florestas estacionais. Essas características estão refletidas nas espécies *Campomanesia xanthocarpa*, *Matayba elaeagnoides* e *Cupania vernalis* (Lorenzi, 2000; Sobral et al. 2006), as quais são indicadoras deste grupo.

Espécies indicadoras de ampla distribuição tiveram predomínio quali-quantitativo em todos os grupos florísticos. Estudos conduzidos em escala local (Jarenkow & Waechter, 2001; Sühs et al., 2010) apontam significativa contribuição destas na estrutura das florestas do sul, em decorrência da sua grande amplitude ecológica que permite a persistência sobre diferentes substratos e condições climáticas.

As discrepâncias entre condições ambientais presentes e a distribuição das espécies sugerem a permanência de fatores históricos na estruturação das comunidades (Tuomisto, 2007). Verifica-se uma divisão abrupta entre Floresta Ombrófila Mista e Floresta Ombrófila Densa, uma grande variação florística exibida mesmo em curtas distâncias no extremo leste do Planalto Meridional. Esse resultado indicado no NMDS foi complementado na análise de cluster (Figura 6), embora ambas formações situem-se na mesma faixa climática de temperatura e pluviosidade

indicada na ordenação por PCA (as parcelas da Floresta Ombrófila Densa encontram-se a 500 e 800 m de altitude e correspondem a sua formação Montana *cf* Veloso et al., 1991) indicando que há outros processos responsáveis por esta marcada diferenciação. A análise de espécies indicadoras reforça a hipótese histórica, já que não se verificou espécies do corredor Atlântico nas Florestas Mistas do planalto e também são ausentes as espécies do planalto na Floresta Ombrófila Densa (Figura 8). Rambo (1953) reconhece esta rápida diluição altitudinal na borda oriental do Planalto, e assinala o contato entre estas floras como pontas extremas de migração do contingente temperado e tropical.

Oliveira-Filho & Fontes (2000) igualmente identificaram diferenças abruptas em algumas regiões de contato de formações florestais do bioma, porém atribuíram a mudanças bruscas dos fatores climáticos – um filtro ambiental relacionado ao nicho das espécies. Já a distância florística entre a Floresta Ombrófila Densa e as Florestas Estacionais reflete particularidade da amostragem da formação ombrófila focada no extremo do gradiente, tendo em vista que no presente caso o ambiente físico não é descontínuo (Legendre & Legendre, 1998).

A terceira predição foi ratificada pela ordenação exibida no segundo eixo do NMDS. Detectou-se um gradiente florístico longitudinal partindo da Floresta Ombrófila Densa em direção as florestas estacionais. Conforme Rambo (1951a) há uma diluição de espécies do corredor Atlântico e Estacional na medida em que avançam sobre suas respectivas frentes de contato. Esse processo traduz-se na variação de padrões de composição e abundância das comunidades mediadas pela limitação á dispersão de espécies de ambos contingentes.

Tais frentes de contato parecem ser responsáveis pela ocorrência de *Euterpe edulis*, uma espécie tropical atlântica, na região central do Estado dentre as formações estacionais e que sendo freqüente e muito abundante em todas as parcelas amostrais, foi decisivo para agrupamento junto ao grupo A que representa a Floresta Ombrófila Densa. Rambo (1951b) propõe a limitação da

dispersão de espécies atlânticas para oeste mediado por processos de competição com a flora estacional, que por ser proveniente de um corredor mais antigo já encontrava-se estabelecida. A distribuição disjunta é um padrão corrente em limites fitogeográficos visto que em muitos casos constituem-se de áreas periféricas da amplitude dos táxons, porém não parece provável que a competição por si só, por ser um processo que atua em escala local, seja responsável por esta limitação.

A longitude também esteve correlacionada com o primeiro eixo do NMDS, sendo um dos determinantes responsáveis pela separação da Floresta Ombrófila Mista das demais formações do bioma. Este tipo florestal na análise de cluster configurou-se como um grupo bastante dissimilar, concordando com os resultados de Mattei et al. (2007). Entretanto nesta ordenação, o clima apresentou-se relacionado com os mesmos eixos e com um coeficiente de determinação bastante próximo o que pode ser interpretado como efeito integrado do aumento da longitude no aumento de temperatura e diminuição da precipitação (continentalidade). É provável, portanto, que haja uma combinação de processo neutros e determinísticos atuando sobre a variação florística, já que ambos processos podem produzir dissimilaridade entre as comunidades ao longo da distância geográfica (Condit et al., 2002, Duque et al., 2009).

A quarta hipótese foi admitida no tocante a diferenciação da estrutura florestal entre a Floresta Ombrófila Mista e as demais formações do bioma, o que consistiu a uma maior altura, área basal e menor densidade. A revisão conduzida por Jarenkow & Budke (2007) aponta que o porte elevado de *A. angustifolia* tem um papel fundamental na contribuição em área basal por hectare, mesmo apresentando menores densidades que as florestas tropicais. Segundo Souza (2007) esta espécie possui grande participação na biomassa florestal e em alguns casos pode alcançar até 92% da área basal da comunidade. Por outro lado, as unidades amostrais utilizadas das florestas estacionais, constituem-se em grande parte de formação de galeria ao longo de

grandes redes hidrográficas, tanto nos vales da encosta meridional do planalto, quanto da planície e esses ambientes são sujeito a distúrbios ocasionado pela frequência de inundações. Tais processos acarretam na alteração da estrutura da vegetação incidindo no aumento de densidade pela estagnação da comunidade ao início do processo de sucessão (Budke et al., 2007), o que conseqüentemente ocasiona uma formação com menor altura média e área basal.

Em relação à diversidade, não se encontrou uma variação significativa ao longo das formações o que provavelmente está relacionado à expressiva quantidade de trabalhos que contemplam áreas ribeirinhas incluídas na meta-análise (i.e. Vaccaro, & Longhi, 1995; Budke et al., 2004; De Marchi, & Jarenkow, 2008) que geralmente apresentam menor diversidade do que o esperado para formação face ao filtro ambiental proporcionado pelos distúrbios e pelo estresse hídrico decorrente da saturação do solo que restringe a quantidade de espécies adaptadas a estas condições. A inclusão de novas parcelas amostrais, distribuídas de forma a amostrar grande porção da heterogeneidade espacial das florestas do corredor atlântico e estacionais pode contribuir para detecção deste padrão.

Por fim, o uso de métodos quantitativos na detecção de diferentes magnitudes de variação florística dentre e entre formações revelou uma heterogeneidade florestal no extremo sul da mata Atlântica muitas vezes encoberta em abordagens fitofisionômicas. Nesse sentido, juntamente com a elucidação dos fatores responsáveis por sua estruturação no espaço, a delimitação de províncias florísticas tem o potencial de fornecer informações substanciais para orientar planos de conservação deste bioma.



## 5 REFERÊNCIAS

- ADLER P.B.; HILLERISLAMBERS, J.; LEVINE, J.M. **A niche for neutrality**. *Ecology Letters*, v.10, p. 95-104, 2007.
- ARAUJO, M. M. **Vegetação e mecanismos de regeneração em fragmento de Floresta Estacional Decidual Ripária, Cachoeira do Sul, RS, Brasil**. 153 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2002.
- BAUERMANN, S. G.; MACEDO, R. B.; BEHLING, H.; PILLAR, V. P.; NEVES, P. C. P. **Dinâmicas vegetacionais, climáticas e do fogo com base em palinologia e análise multivariada no Quaternário tardio do sul do país**. *Revista Brasileira de Paleontologia*, v.11, p.87-96, 2008.
- BEHLING, H.; PILLAR, V. D.; ORLÓCI, L.; BAUERMANN, S. G. **Late Quaternary Araucaria forest, grassland (Campos), fire and climate dynamics, studied by high-resolution pollen, charcoal and multivariate analysis of the Cambara do Sul core in southern Brazil**. In: *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 203, p. 277-297, 2004.
- BELL, G. **Neutral macroecology**. *Science*. v. 293, p. 2413-2418, 2001.
- BOHLMAN, S.A.; LAURANCE, W.F.; LAURANCE, S.G.; NASCIMENTO, H.E.M.; FEARNSIDE, P.M.; ANDRADE, A. **Importance of soils, topography and geographic distance in structuring central Amazonian tree communities**. *Journal of Vegetation Science*, v.19, p. 863-874, 2008.
- BRASIL. Ministério da Agricultura; Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária; Divisão de Pesquisa Pedológica. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife: 1973. 431 p.
- BRENA, D. A.; LONGHI, S. J.; MADRUGA, P. R. A. **Inventário florestal contínuo do Rio Grande do Sul**; Governo do Estado do Rio Grande do Sul. 2001.
- BROWN, J.H.; LOMOLINO, M.V. **Biogeography**. Sunderland, MA. 2<sup>a</sup> ed. Sinauer Associates. 1998. 692 p.

BUDKE, J. C.; GIEHL, E.L.H.; ATHAYDE, E.A.; EISINGER, S.M.; ZÁCHIA, R.A. **Florística e fitossociologia do componente arbóreo de uma floresta ribeirinha, arroio Passo das Tropas, Santa Maria, RS, Brasil.** Acta Botanica Brasilica, v.18, p. 581-589, 2004.

BUDKE, J.C.; JARENKOW, J.A.; OLIVEIRA-FILHO, A.T. **Relationships between tree component structure, topography and soils of a riverside forest, Rio Botucaraí, southern Brazil.** Plant Ecology, v.189, p. 187-200, 2007.

BUTT, N.; MALHI, Y.; PHILLIPS, O.; NEW, M. **Floristic and functional affiliations of woody plants with climate in western Amazonia.** Journal of Biogeography, v.35, p. 939-950, 2008.

BURIOL, G.A.; ESTEFANEL, V.; CHAGAS, A.C.; EBERHARDT, D. **Clima e vegetação natural do Estado do Rio Grande do Sul segundo o diagrama climático de Walter e Lieth.** Ciência Florestal, v.17, p. 91-100, 2007.

CHAO, A.; CHAZDON, R.L.; COLWELL, R.K.; SHEN, T.J. **Abundance-based similarity indices and their estimation when there are unseen species in samples.** Biometrics. V. 62, p. 361-371, 2006.

CONDIT, R.; PITMAN, N.; LEIGH, E. G.; CHAVE, J.; TERBORGH, J.; FOSTER, R. B.; NÚÑEZ, P. **Beta-diversity in tropical forest trees.** Science, v. 295, p. 666-669, 2002.

CORNEY, P.M.; LE DUC, M.G.; SMART, S.M.; KIRBY, K.J.; BUNCE, R.G.H.; MARRS, R.H. **The effect of landscape-scale environmental drivers on the vegetation composition of British woodlands.** Biological Conservation, v.120, p.491-505, 2004.

DE'ATH, G. **Multivariate regression trees: a new technique for modeling species-environment relationships.** Ecology, v. 83, p.1105-1117, 2002.

DE MARCHI, T. C; JARENKOW, J. A. **Estrutura do componente arbóreo de mata ribeirinha no rio Camaquã, município de Cristal, Rio Grande do Sul, Brasil.** Iheringia. Série Botânica, v. 63, p. 241-248, 2008.

DEWALT, S. J., SCHNITZER, S. A., CHAVE, J. & BONGERS, F. **Annual rainfall and seasonality predict pan-tropical patterns of liana density and basal area.** Biotropica, v. 42: p. 309-317, 2010.

DUFRENE, M.; LEGENDRE, P. **Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach.** Ecological Monographs, v.67, p. 345-366. 1997.

DUQUE, A.; PHILLIPS, J.; VON HILDEBRAND, P.; POSADA, C.; PRIETO, A.; RUDAS, A.; SUESCUN, M.; STEVENSON, P. **Distance decay of tree species similarity in protected areas on Terra Firme forests in Colombian Amazonia.** Biotropica, v. 41, p. 599-607, 2009.

EMILIO T.; NELSON, B. W.; SCHIETTI, J.; DESMOULIÈRE, S. J.M.; ESPÍRITO SANTO H. M. V.; COSTA, F.R. **Assessing the relationship between forest types and canopy tree beta diversity in Amazonia.** Ecography, v.33, p. 738-747, 2010.

FARIAS, J. A. C.; TEIXEIRA, I.F.; PES, L.; FILHO, A. A. **Estrutura fitossociológica de uma floresta estacional decidual na região de Santa Maria, RS.** Ciência Florestal, v. 4, p.109-128, 1994.

GIEHL, E. L. H.; JARENKOW, J. A. **Gradiente estrutural no componente arbóreo e relação com inundações em uma floresta ribeirinha, rio Uruguai, sul do Brasil.** Acta Botanica Brasilica, v. 22, p. 741-753, 2008.

HACK, C.; LONGHI J.S.; BOLIGON, A. A.; BOLSON, A. M.; PAULESKI, D.T. **Análise fitossociológica de um fragmento de floresta estacional decidual no município de Jaguari,RS.** Ciência Rural, v.35, p.1083-1091, 2005.

HAIR J. J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. **Análise multivariada de dados.** Porto Alegre. 5<sup>a</sup>. ed. Bookman. 2005.688p.

HIJMANS R.J., CAMERON S.E., PARRA J.L., JONES P.G. & JARVIS A. **Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas.** International Journal of Climatology, v. 25, p.1965-1978, 2005.

HUECK, K. **As florestas da América do Sul: Ecologia, composição e importância econômica.** São Paulo. Editora da Universidade de Brasília - Editora Polígono S. A., 1972. 466 p.

IBGE. **Levantamento de recursos naturais do projeto RADAM-BRASIL.** Folha SH. 22. Porto Alegre e parte das folhas SH. 21 Uruguaiana e SI. 22 Lagoa Mirim. Rio de Janeiro. Levantamento de recursos naturais, v.33, 1986. 796p.

IBGE. **Mapa de vegetação do Brasil.** Diretoria de geociências. 3<sup>a</sup>ed. IBGE, Brasília, 2004. 1p.

JARENKOW, J. A.; BUDKE, J. C. **Padrões florísticos e análise estrutural de remanescentes de floresta com araucária no Brasil**. In: Fonseca, C.R.; Souza, A.F.; Leal-Zanchet, A.M.; Dutra, T.L.; Backes, A.; Ganade, G. (Org.). *Floresta com Araucária: ecologia, conservação e desenvolvimento sustentável*. Holos. Ribeirão Preto, p.113-126, 2009.

JOST, L. **Entropy and Diversity**. *Oikos*, v.113, p. 363-375, 2006.

JURINITZ, C.F.; JARENKOW, J.A. **Estrutura do componente arbóreo de uma floresta estacional na Serra do Sudeste, Camaquã, Rio Grande do Sul, Brasil**. *Revista Brasileira de Botânica*, v.26, p.475-487, 2003.

KLEIN, R. M. **Aspectos dinâmicos da vegetação do sul do Brasil**. *Sellowia*, 36, p.5-54,1984.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras – Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. V.1. 3ªed. Nova Odessa – SP. Editora Plantarum. 2000. 368 p.

LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. **Numerical Ecology**. Amsterdam. 2ª ed. Elsevier Science. 1998. 853 p.

LEGENDRE, P.; GALLAGHER E.D. **Ecologically meaningful transformations for ordination of species data**. *Oecologia*, v.129, p. 271-280, 2001.

LINDENMAIER, D.; BUDKE, J. C. **Florística, diversidade e distribuição espacial das espécies arbóreas em uma floresta estacional na bacia do rio Jacuí, sul do Brasil**. *Pesquisas Botânicas*, v.57, p.193-216, 2006.

LONGHI, S. J.; BRENA, D.A.; SCIPIONI, M.C.; GIACOMOLLI, L.Z.; DELIBERALI, G.; LONGHI, R.V. **Caracterização fitossociológica do estrato arbóreo em um remanescente de floresta estacional semidecidual, em Montenegro, RS**. *Ciência Rural*, v. 38, n. 6, p. 1630- 638, 2008.

MACHADO, P.F.S.; LONGHI, S.J. **Aspectos florísticos e fitossociológicos do Morro do Elefante em Santa Maria, RS**. *Revista do Centro de Ciências Rurais*, v.20, p. 261-280, 1990.

MALHI, Y.; PEGORARO, E.; NOBRE, A.D.; PEREIRA, M.G.P.; GRACE., J.; CULF, A.D.; CLEMENT, R. **The water and energy dynamics of a central Amazonian rain forest**. *Journal of Geophysical Research – Atmospheres*, v.107, (D20) 17 pp, 2002.

MATTEI G.; MÜLLER, S. C.; PORTO, M. L. **Corredores de imigração e distribuição de espécies arbóreas no Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Biociências.** 2007. Disponível em: <http://www6.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/viewfile/56/59>. Acesso em: 9 de nov. 2009.

MCCUNE, B. E.; GRACE, J.B. **Analysis of ecological communities.** Gleneden Beach, Oregon. MjM Software Design. 2002. 300p.

MOBOT - MISSOURI BOTANICAL GARDEN. W3 Trópicos. Disponível em: <http://www.mobot.org/w3t/search/vast.htm>. Acesso em: 20 de nov. 2009.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre. Secretaria da Agricultura. 1961. 42 p.

NASCIMENTO, A.R.T.; LONGHI, S.J.; BRENA, D.A. **Estrutura e padrões de distribuição espacial de espécies arbóreas em uma floresta ombrófila mista em Nova Prata, RS.** Ciência Florestal, v.11, p.105–119, 2001.

OKSANEN, J.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; O'HARA, R. B. **Vegan: community ecology package. R package version 1.9-25.** 2007. Disponível em: <http://www.cran.r-project.org/package=labdsv>. Acesso em: 17 de maio 2010.

OLIVEIRA-FILHO, A.T.; JARENKOW, J.A; RODAL, M.J.N. **Floristic relationships of seasonally dry forests on eastern South America based on tree distribution patterns.** In: R.T. PENNINGTON, G.P. LEWIS,; J.A.RATTER. (ed). *Neotropical savannas and seasonally dry forests: plant diversity, biogeography, and conservation.* Edinburg: CRS Press. 2006. p.159-192.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; FONTES, M.A.L. **Patterns of floristic differentiations among Atlantic forest in southeastern Brazil and the influence of climate.** Biotropica, v.32, p.793-810, 2000.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. **Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification.** Hydrology and Earth System Sciences, v.11, p. 1633–1644, 2007.

PELLERIN, S.; LAGNEAU L.A.; LAVOIE M.; LAROCQUE M.; **Environmental factors explaining the vegetation patterns in a temperate peatland.** Comptes Rendus Biologies, v.332, p. 720-731, 2009.

PITMAN, N. C. A.; H. MOGOLLON,; N. D. **Tree community change across 700 km of lowland Amazonian forest from the Andean foothills to Brazil.** *Biotropica*, v. 40, p. 525–535, 2008.

PRANCE, G. T. **Biogeography of neotropical plants.** In: WHITMORE T. C. PRANCE, G.T. (ed.). *Biogeography and quaternary history in tropical America*. Oxford:Clarendon Press. 1987. p. 46-65 .

R Core Team Development. **R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. Disponível em: <http://www.R-project.org>. 2008.

RAMBO, B. **A porta de Torres.** *Anais Botânicos do Herbário Barbosa Rodrigues*, v.2, p. 9-20, 1950.

RAMBO, B. **A imigração da selva higrófila no Rio Grande do Sul.** *Anais Botânicos de Herbário Barbosa Rodrigues*, v. 3, p. 55-91, 1951a.

RAMBO, B. **O elemento andino no pinhal rio-grandense.** *Anais Botânicos de Herbário Barbosa Rodrigues*, v.3, p. 7- 39, 1951b.

RAMBO, B. **História da flora do Planalto rio-grandense.** *Anais Botânicos do Herbário Barbosa Rodrigues*, v.5, p. 185-232, 1953.

RAMBO, B. **A fisionomia do Rio Grande do Sul.** São Leopoldo. Ed. Unisinos. 3. ed., 2000. 473 p.

RAMESH, B. R.; VENUGOPAL, P.; PÉLISSIER, R.; PATIL, S. V.; SWAMINATHAN, M.; COUTERON, P. **Mesoscale Patterns in the Floristic Composition of Forests in the Central Western Ghats of Karnataka, India.** *Biotropica*,v.42, p.435-443, 2010.

REITZ, R.; KLEIN, R.M.; REIS, A. **Projeto Madeira do Rio Grande do Sul.** Itajaí: Sellowia. v.34-35. 1983.525 p.

ROBERTS, D. W. **labdsv: Ordination and multivariate analysis for ecology.** R package version 1.3-1. Disponível em: [http://CRAN.R-project.org/ package=labdsv](http://CRAN.R-project.org/package=labdsv). 2006.

RONDON-NETO, R.M.; WATZLAWICK, L.F.; CALDEIRA, M.V.W.; SCHOENINGER, E.R. **Análise florística e estrutural de um fragmento de floresta Ombrófila Mista Montana situado em Criúva, RS – Brasil.** *Ciência Florestal*, v.12, p. 29–37, 2002.

RUOKOLAINEN, K.; TUOMISTO, H. **Beta-diversity in tropical forests.** *Science*, v.297, n° 1439, 2002.

SCUDELLER, V.V. **Análise fitogeográfica da Mata Atlântica – Brasil.** 2002. 204 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) Programa de Pós Graduação em Biologia Vegetal. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2002.

SCUDELLER, V.V.; MARTINS, F.R.; SHEPHERD, G.J. **Distribution and abundance of arboreal species in the Atlantic ombrophilous dense forest in southeastern Brazil.** *Plant Ecology*, v.152, p.188-199, 2001.

SESNIE, S.E.; FINEGAN, B.; GESSLER, P; RAMOS, Z. **Landscape-scale environmental and floristic variation in Costa Rican old-growth rain forest remnants.** *Biotropica*, v.41, p.16-26, 2009.

SMITH T.W.; LUNDHOLM, J.T. **Variation partitioning as a tool to distinguish between niche and neutral processes.** *Ecography*, v. 33, p. 648-655, 2010.

SOBRAL, M.; JARENKOW, J.A.; BRACK, P.; IRGANG, B.; LAROCCA, J.; RODRIGUES, R.S. **Flora arbórea e arborescente do Rio Grande do Sul, Brasil.** São Carlos, RiMA/Novo Ambiente. 2006. 350 p.

SOUZA, A.F. **Ecological interpretation of multiple population size structures in trees: The case of *Araucaria angustifolia* in South America.** *Austral Ecology*, v.32, p. 524–533, 2007.

STRECK, E.V.; KAMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; SCHNEIDER, P. **Solos do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre. Ed. UFRGS. 2002. 107 p.

SÜHS, R. B., PUTZKE J.; BUDKE, J. C. **Relações florístico-geográficas na estrutura de uma floresta na região central do Rio Grande do Sul, Brasil.** *Floresta*, v. 40, p. 635-646, 2010.

TER STEEGE, H.; SABATIER, D. CASTELLANOS, H.; ANDEL, T.V.; DUIVENVOORDEN, J.; OLIVEIRA, A.A.; EK, R.; LILWAH, R.; MAAS, P.; MORI, S. **An analysis of the floristic composition and diversity of Amazonian forests including those of the Guiana Shield.** Journal of Tropical Ecology, v. 16, p. 801-828, 2000.

TER STEEGE, H.; PITMAN, N.; SABATIER, D.; CASTELLANOS, H.; VAN DER HOUT, P.; DALY, D.C.; SILVEIRA, M.; PHILLIPS, O.L.; VAS-QUEZ, R.; VAN ANDEL, T.; DUIVENVOORDEN, J.; DE OLIVEIRA, A.A.; EK, R., LILWAH, R.; THOMAS, R.; VAN ESSEN, J.; BAIDER, C.; MAAS, P., MORI, S.; TERBORGH, J.; NUNES VARGAS, P.; MOGOLLO´N, H.; MORAWETZ, W. **A spatial model of tree a-diversity and tree density for the Amazon.** Biodiversity and Conservation, v.12, p. 2255–2277, 2003.

TUOMISTO, H.; RUOKOLAINEN, K.; AGULAR, M.; SARMIENTOS, A. **Floristic patterns along 43-km long transect in an Amazonian rain forest.** Journal of Ecology, v. 91, p. 743-756, 2003.

TILLMAN, D. **Niche tradeoffs, neutrality, and community structure: A stochastic theory of resource competition, invasion, and community assembly.** Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, v. 101, p.10854-10861, 2004.

VACCARO, S.; LONGHI, S.J. **Análise fitossociológica de algumas áreas remanescentes da floresta do Alto Uruguai entre os rios Ijuí e Turvo, no Rio Grande do Sul.** Ciência Florestal, v.5, p. 33-53, 1995.

VELOSO, H. P., RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da Vegetação Brasileira, Adaptada a um Sistema Universal.** Rio de Janeiro. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1991. 123 p

WAECHTER, J.L. **Padrões geográficos da flora atual do Rio Grande do Sul.** Ciência e Ambiente, v. 24, p. 93-108, 2002.

ZAR, J.H. **Biostatistical analysis.** New Jersey. 3<sup>a</sup> ed. Prentice Hall. 1996. 662p.