



## GRUPOS FLORÍSTICOS EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NA FLONA DE IRATI, PR

LISBOA, Gerson dos Santos<sup>1</sup>; LONGHI, Solon Jonas<sup>2</sup>; FIGUEIREDO FILHO, Afonso<sup>3</sup>;  
MIRANDA, Dirceu Lúcio Carneiro de<sup>4</sup>; STEPKA, Thiago Floriani<sup>5</sup>; CERQUEIRA, Clebson  
Lima<sup>6</sup>; FRANÇA, Luciano Cavalcante de Jesus<sup>7</sup>; SERPE, Edson Luis<sup>8</sup>

**RESUMO** (GRUPOS FLORÍSTICOS EM FRAGMENTOS DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NA FLONA DE IRATI, PR) – O presente estudo teve por objetivo determinar diferentes grupos florísticos em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, localizado na Floresta Nacional de Irati, Paraná. A amostra foi dividida em 25 unidades amostrais (conglomerados) de 100 m x 100 m (1 ha), subdivididas em quatro subunidades de 50 m x 50 m (0,25 ha), e estas subdivididas em cinco faixas de controle de 10 m x 50 m, totalizando 20 faixas de 0,05 ha, onde cada indivíduo arbóreo foi numerado, identificado, mapeado, e medido o  $DAP \geq 10$  cm. A análise de agrupamento multivariada foi realizada pelo método aglomerativo de Ward e a distância euclidiana ao quadrado como medida de proximidade entre as parcelas. Após obtidos os grupos, foi realizada uma análise discriminante objetivando obter funções discriminantes para classificá-los em gráficos de ordenação e testar a significância dos grupos obtidos. Esta análise foi realizada através do método Discriminante Linear de Fisher para diversas populações. Na análise de agrupamento, indicou a formação de três grupos florísticos, sendo que o grupo três foi o que apresentou os valores mais distantes de ligação entre os grupos, caracterizados por diferentes níveis de diversidade.

**Palavras chave:** Análise multivariada, Análise discriminante, Composição Florística, Fitossociologia.

**ABSTRACT** (FLORISTIC GROUPS IN A FRAGMENT OF MIX OMBROPHILOUS FOREST OF THE FLONA OF IRATI, PR) – The present study aimed to determine different floristic groups in a fragment of Mix Ombrophilous Forest, located in the National Forest of Irati, Paraná. The sample was divided into 25 sample units (conglomerates) of 100 m x 100 m (1 ha), subdivided into four subunits of 50 m x 50 m (0,25 ha), and these subdivided in five control ranges of 10 m x 50 m, totaling 20 ranges of 0,05 ha, where each individual tree was numbered, identified, mapped and measured the  $DBH \geq 10$  cm. The multivariate clustering was performed by the agglomerative method of Ward and the squared euclidean distance as a measure of proximity between the parcels. After the groups obtained, it was performed a discriminant analysis aiming to obtain discriminant functions to classify them into graphs of ordination and to test the significance of the obtained groups. This analysis was performed using the Linear Discriminant method of Fisher to different populations. In the cluster

<sup>1</sup> Universidade Federal do Sul da Bahia, Itabuna, BA, Brasil; gerson.lisboa@gmail.com; <sup>2</sup>Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, PR, Brasil; <sup>3</sup>Universidade Estadual do Centro Oeste, Irati, PR, Brasil; <sup>4</sup>Univeridade Federal do Mato Grosso, Sinop, MT, Brasil; <sup>5</sup>Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC, Brasil; <sup>6</sup>Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil; <sup>7</sup>Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil; <sup>8</sup> Lwarcel Celulose, Lençóies Paulista, SP, Brasil.

analysis indicated the formation of three floristic groups, and the third group showed the more distant connection values between groups, characterized by different levels of diversity.

**Keywords:** Multivariate analysis, Discriminat analysis. Floristic Composition. Phytosociology.

## 1. INTRODUÇÃO

O bioma da Floresta com Araucária ou Floresta Ombrófila Mista, originalmente distribuía-se em uma superfície de cerca de 200.000 km<sup>2</sup>, ocorrendo no Paraná (aproximadamente 40% de sua superfície), Santa Catarina (31%) e Rio Grande do Sul (25%) e em manchas esparsas no sul de São Paulo (3%), internando-se até o sul de Minas Gerais e Rio de Janeiro (1%) (CARVALHO, 1994).

No Paraná a área original deste bioma, com cobertura vegetal autóctone estimada em 73.780 km<sup>2</sup>, sofreu forte redução ao final da década de 70, para apenas 3.166 km<sup>2</sup> ou 4,3%. Em 1980, a área de Floresta com Araucária no Paraná foi reduzida para 2.696 km<sup>2</sup> (IBDF, 1984).

A estatística multivariada consiste em um conjunto de métodos estatísticos utilizados em situações nas quais inúmeras variáveis são medidas simultaneamente, em cada elemento amostral. Em geral, as variáveis são correlacionadas entre si e quanto maior o número de variáveis, mais complexa se torna a análise por métodos comuns de estatística univariada. Os usos de métodos multivariados têm sido

aplicados em diferentes áreas, como: psicologia, ciências sociais, biologia, educação, geologia, química, física, engenharia, ergonomia etc. A aplicação destas técnicas em grande escala somente é possível graças ao avanço da tecnologia computacional e ao grande número de *Softwares* estatísticos com módulos de análise multivariada (MINGOTI, 2005).

A análise multivariada é um conjunto de ferramentas de redução, classificação ou simplesmente utilizada como técnica exploratória, tornando-se útil nos estudos da ecologia, pois inúmeras são as variáveis que afetam o estabelecimento, crescimento e permanência de espécies arbóreas em diferentes ambientes (RODE *et al.*, 2011). Nesse aspecto, vários pesquisadores têm estudado a ecologia das espécies em diferentes regiões fitogeográficas por meio de técnicas multivariadas, aliados aos estudos florísticos e fitossociológicos (LONGHI, 1997; SANTOS *et al.* 2005; SOUZA; SOUZA, 2006; AZEVEDO, 2006; RIVERA, 2007).

Souza *et al.* (1990) afirmaram que as técnicas de classificação, denominadas análises de agrupamento e discriminante, relacionam-se com a separação de distintos

indivíduos (árvores, parcelas ou talhões) e a alocação desses em grupos predefinidos, de modo a construir os agrupamentos a partir das informações contidas na matriz de dados multivariados, e a análise discriminante alocando indivíduos em classes ou agrupamentos previamente estabelecidos.

O estudo teve o objetivo de verificar a formação de grupos florísticos utilizando técnicas de análise de agrupamento e discriminante em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista na Floresta Nacional de Irati, Paraná.

## **2. CONTEÚDO**

### **2.1 Material e métodos**

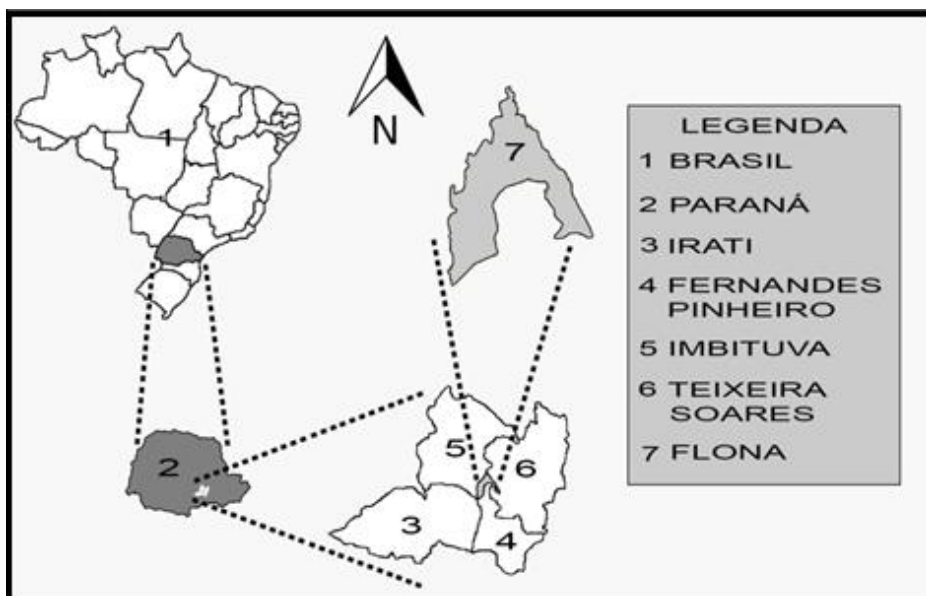
#### **2.1.1 Caracterização da área de estudo**

O presente estudo foi desenvolvido na Floresta Nacional (FLONA) de Irati, na microrregião Centro - Sul do Paraná (Figura 1), no Segundo Planalto Paranaense. A FLONA de Irati está situada entre as coordenadas geográficas 25°25' e 25°17' de latitude sul e entre 50°36' e 50°30' de longitude oeste (Figura 2), estando a uma altitude média de 812 metros acima do nível do mar, à 10 km do centro da cidade de Irati, Paraná e a 150 km de Curitiba, Paraná.

Predominam na área da pesquisa quatro classes de solo, sendo elas: Latossolo Vermelho distrófico típico (LVd), Cambissolo Háplico Ta distrófico típico (CXvdt), Cambissolo Háplico Ta distrófico léptico (CXvdl) e Cambissolo Háplico alítico típico (CXal) (FIGUEIREDO FILHO, 2011).

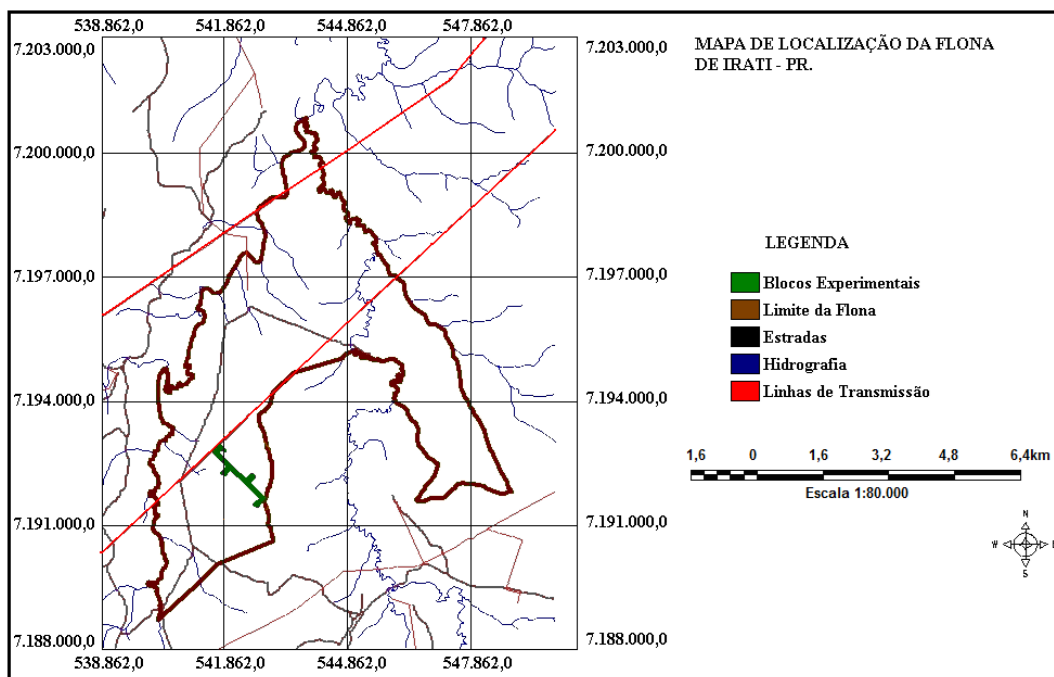
O clima da região conforme classificação de Köppen, pertence ao tipo Cfb, subtropical úmido sem estação seca (ALVARES *et al.*, 2013), caracterizado por verões frescos, geadas severas e frequentes. A temperatura média anual é de aproximadamente 18 °C, com a mínima anual de -2 °C e a máxima em torno de 32° C. O limiar médio das temperaturas de Irati varia aproximadamente entre 13 e 23,5 °C (SIMEPAR, 2012).

A formação florestal que recobre a região é denominada de Floresta Ombrófila Mista Montana (IBGE, 2012). A vegetação da FLONA possui histórico de Exploração seletiva das principais espécies econômicas, à aproximadamente 70 anos atrás. Em decorrência disso, pode ser classificada como uma vegetação primária alterada ou secundária em estágio avançado (RODE, 2008).



Fonte: Adaptado de Lisboa (2009)

Figura 1: Localização da Microrregião de Irati - PR.



Fonte: Adaptado de DISPERATI et al. (2002)

Figura 2: Mapa da FLONA de Irati - PR.



### 2.1.2 Coleta e análise dos dados

Entre 2000/2001 foi instalado no interior da FLONA de Irati um conjunto de parcelas permanentes com dimensão de 100x100 metros (1 hectare) cada, totalizando 25 unidades amostrais. As unidades amostrais foram subdivididas em quatro subunidades de 0,25 ha (50 m x 50 m) e para facilitar o caminhamento, cada subunidade foi dividida em cinco faixas de controle de 10 m x 50 m, totalizando 20 faixas de 0,05 ha. A posição espacial de cada uma das árvores na floresta foi obtida por meio do sistema de coordenadas cartesianas (eixo das abscissas “X” horizontal e eixo das ordenadas “Y” vertical). A obtenção das coordenadas cartesianas foi realizada para todos os indivíduos com  $DAP \geq 10$  cm presentes nos 25 ha.

As árvores foram primeiramente identificadas, *in loco*, pelo nome comum, por um identificador botânico, conhecedor das espécies locais. Nos casos em que as espécies não puderam ser identificadas a campo, estas receberam um código que permitiu a sua identificação futura em laboratório (Ex.: Não Identificada 1, N.I. 2,

N.I. até *n.*), mediante coleta de material botânico, que foram levados ao laboratório de Dendrologia da UNICENTRO para proceder à identificação botânica.

A identificação botânica seguiu o Sistema de Classificação APG III (*Angiosperm Phylogeny Group*). A grafia dos nomes científicos das espécies e a identificação de família foram verificadas pela nomenclatura Trópicos disponível no site do Jardim Botânico de Missouri (TROPICOS, 2008).

Para a análise de agrupamento foram consideradas, em cada parcela (1 ha), as seguintes variáveis: **N**= número de indivíduos amostrados por parcela,  $n_i$  = número de indivíduos amostrados da *i-ésima* espécie, **S**= número de espécies amostradas, **ln(s)**= logaritmo neperiano do número de espécies, **H'**= índice de diversidade de *Shannon-Wiener*, **C**= índice de dominância de *Simpson*, **J**= índice de equabilidade de *Pielou*, **QM**= Coeficiente de mistura de *Jentsch* e **O**= Índice de *Odum* com o objetivo de agrupar parcelas com características semelhantes.

Na estatística multivariada foi utilizada a técnica de análise de

agrupamento para formação de grupos florísticos. Uma matriz (25 x 120) foi estruturada com a *i*-ésima parcela (25) e *j*-ésima variável (número de indivíduos de 120 espécies encontrados em 2011, Tabela 1).

Tabela 1: Quantificação da diversidade do fragmento avaliado no período de 2011.

2011								
Parcela	N	S	ln(S)	H'	C	J	QM	O
1	589	66	4,19	3,43	0,95	0,82	01:08,9	10,35
2	662	61	4,11	3,36	0,95	0,82	01:10,8	9,39
3	516	62	4,13	3,43	0,95	0,83	01:08,3	9,93
4	348	57	4,04	3,34	0,94	0,83	01:06,1	9,74
5	538	54	3,99	3,44	0,96	0,86	01:10,0	8,59
6	555	65	4,17	3,49	0,96	0,84	01:08,5	10,29
7	571	50	3,91	3,22	0,94	0,82	01:11,4	7,88
8	635	48	3,87	3,01	0,92	0,78	01:13,2	7,44
9	560	55	4,01	3,22	0,94	0,8	01:10,2	8,69
10	611	44	3,78	3	0,91	0,79	01:13,9	6,86
11	610	53	3,97	3,18	0,93	0,8	01:11,5	8,26
12	621	58	4,06	3,41	0,96	0,84	01:10,7	9,02
13	506	59	4,08	3,47	0,96	0,85	01:08,6	9,48
14	514	60	4,09	3,42	0,95	0,84	01:08,6	9,61
15	606	60	4,09	3,4	0,95	0,83	01:10,1	9,36
16	445	61	4,11	3,49	0,96	0,85	01:07,3	10
17	735	53	3,97	3,21	0,94	0,81	01:13,9	8,03
18	571	58	4,06	3,29	0,95	0,81	01:09,8	9,14
19	735	53	3,97	3,23	0,94	0,81	01:13,9	8,03
20	555	51	3,93	3,15	0,93	0,8	01:10,9	8,07
21	653	52	3,95	2,76	0,85	0,7	01:12,6	8,02
22	496	54	3,99	3,35	0,95	0,84	01:09,2	8,7
23	532	59	4,08	3,4	0,95	0,83	01:09,0	9,4
24	436	51	3,93	3,06	0,92	0,78	01:08,6	8,39
25	254	38	3,64	2,93	0,92	0,8	01:06,7	6,86
<b>Total</b>	13854	1382	100,12	81,69	23,48	20,38	1:114,49	219,53
<b>Média</b>	554,16	55,28	4	3,268	0,939	0,815	1 : 10,02	8,78

N= número de indivíduos amostrados por parcela; S= número de espécies amostradas; ln(s)= logaritmo neperiano do número de espécies; H'= índice de diversidade de Shannon-Wiener; C= índice de dominância de Simpson; J= índice de equabilidade de Pielou; QM= Coeficiente de mistura de Jentsch; O= Índice de Odum.

A partir desta matriz, foi realizada uma análise de agrupamento através do método aglomerativo hierárquico. A similaridade entre as parcelas foi obtida pelo método da distância euclidiana ao quadrado. O algoritmo considera que em cada estágio pareado à distância ou similaridade entre grupos é determinada

pela maior distância (menor similaridade) entre os dois elementos, um de cada grupo.

A representação gráfica dos resultados da análise de agrupamento foi feita pelo uso de dendrograma, obtido pelo método de Ligação *Ward*. O dendrograma demonstra a similaridade relativa entre os indivíduos (parcelas). No eixo das ordenadas (Y) é apresentada a ordenação dos indivíduos de acordo com a similaridade ou distância e, no eixo das abscissas (X), observa-se a distância de ligação entre os mesmos. A interpretação do dendrograma é intuitiva, em que os indivíduos similares aparecem próximos uns aos outros e com distâncias de ligação menores.

A análise de agrupamentos classifica objetos de modo que cada objeto é muito semelhante aos outros no agrupamento em relação a algum critério de seleção predeterminado. Os agrupamentos resultantes de objetos devem então exibir elevada homogeneidade interna (nos agrupamentos) e elevada heterogeneidade externa (entre agrupamentos). Assim, se a classificação for bem sucedida, objetos mais semelhantes estarão próximos quando representados graficamente e distantes quanto mais dissimilares, formando diferentes agrupamentos (HAIR *et al.*, 1998).

Após obtidos os grupos, foi realizada uma análise discriminante objetivando obter funções discriminantes para classificá-los em gráficos de ordenação e testar a significância dos grupos obtidos. Esta análise foi realizada através do método Discriminante Linear de Fisher para diversas populações.

### **2.1.2.1 Análise discriminante**

A análise discriminante foi utilizada com o objetivo de testar diferenças estatísticas significantes, em um dado nível de probabilidade, entre os grupos resultantes, determinar funções discriminantes que permitam classificar novos indivíduos nos grupos, construir regras de alocação para identificar os indivíduos como membros de um dos  $n$  grupos obtidos e estimar a probabilidade de classificações corretas.

A análise discriminante, conhecida como Discriminante Linear de Fisher, reduz o número de variáveis para um número menor de parâmetros, que são funções discriminantes linearmente dependentes das variáveis originais. Desta forma, os grupos poderão ser visualizados num espaço multidimensional, menor que o anterior e os coeficientes das funções discriminantes indicarão a contribuição das

variáveis originais para cada função discriminante.

Fisher sugeriu o uso da combinação linear das variáveis aleatórias de  $X$ , para obtenção dos  $Y$ . Esta combinação linear, conhecida como Função Discriminante Linear de Fisher, é dada por:

$$Y = c' X = (\underline{\mu}_1 - \underline{\mu}_2)' \Sigma^{-1} X$$

Em que:

$\underline{\mu}$ = vetor médio populacional;  $\Sigma$ = matriz de covariância e  $X$ = variável aleatória.

O método discriminante utilizado foi o *Stepwise*, que seleciona as variáveis para entrar na análise, baseando-se nas suas capacidades de discriminação. O processo se inicia, selecionando a variável que apresenta maior valor de discriminação. Esta variável é pareada com as demais variáveis, uma de cada vez e o critério de seleção é novamente comparado. A variável que, em conjunto com a primeira selecionada, produzir o melhor valor para o critério, é a segunda variável escolhida para entrar na análise. Estas duas variáveis selecionadas são combinadas com as demais remanescentes e a combinação que apresentar o maior valor para o critério de seleção determinará a terceira variável a entrar na equação. Do mesmo modo, todas as demais variáveis são testadas através do critério de seleção,

até que todas sejam ordenadas pelas suas capacidades de discriminação, ou então, que algumas sejam eliminadas por não apresentarem um potencial mínimo tolerado de discriminação. Isto ocorre porque as informações nelas contidas já foram avaliadas em alguma combinação das variáveis incluídas. Outras variáveis podem ser redundantes e devem ser excluídas.

O método de seleção utilizado foi o *Lambda de Wilks ( $\Lambda^*$ )*, que considera como critério de seleção de variáveis, o valor da *Estatística F Multivariada*, para o teste da diferença entre os centroides dos grupos. A variável que maximiza o valor da estatística  $F$ , também minimiza o  $\Lambda^*$ , que é uma medida de discriminação entre os grupos (LONGHI, 1997).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Avaliação da Composição Florística

Foram amostrados 13.854 indivíduos (554,16 ind. ha<sup>-1</sup>) distribuídos em 120 espécies, 41 famílias e 82 gêneros, representando uma área basal de 30,6418 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>. Nesta ocasião, as cinco Famílias botânicas Lauraceae, Aquifoliaceae, Salicaceae, Myrtaceae e Araucariaceae apresentaram o total de 19 gêneros e 9.018



indivíduos, contribuindo com 65,09% do total de indivíduos.

### 3.1.1 Agrupamento florístico

O dendrograma obtido da matriz de dados brutos, constituídos por 25 parcelas e 120 espécies (variáveis), pela Análise de Cluster, utilizando a distância Euclidiana ao quadrado, como medida de similaridade entre as parcelas. Os números no eixo horizontal representam a distância

Euclidiana reescalada de 0 a 25 e no eixo vertical, as parcelas que vão gerando os grupos.

A definição dos grupos foi feita observando um corte a uma distância escalonada de 5, inferior a distância média. Observa-se que há uma interceptação de 3 ramos das ligações, no agrupamento formado, classificando o conjunto das 25 parcelas analisadas em 3 grupos distintos (Figura 3).

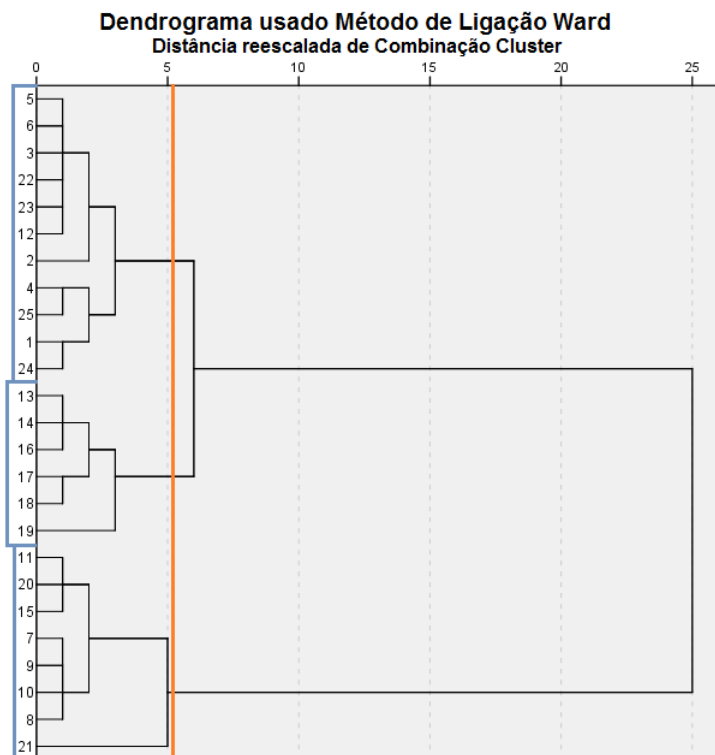


Figura 3: Análise de Agrupamento utilizando a distância euclidiana ao quadrado e o método de ligação Ward.

O grupo I ficou constituído pelas parcelas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12, 22, 23, 24 e 25. O grupo II ficou constituído pelas parcelas 13, 14, 16, 17, 18 e 19. Já o grupo III ficou

constituído pelas parcelas 7, 8, 9, 10, 11, 15, 20 e 21.

Observa-se que o grupo I uniu-se com o grupo II a uma distância de

aproximadamente 5 (unidades de medida), sendo, portanto, mais semelhantes.

O grupo III uniu-se a eles a uma distância de aproximadamente 25 (unidades de medida), demonstrando que é, florísticamente, bem diferente dos demais.

Após obtidos os grupos, realizou-se uma análise discriminante, visando determinar funções que permitam classificar novas comunidades, dentro dos grupos para as quais apresentam maior probabilidade de pertencerem, bem como verificar a precisão da classificação e indicar as parcelas mal classificadas.

Desta matriz determinou-se os valores de *Lambda de Wilks* ( $\Lambda^*$ ),  $F$  e a Significância obtida para cada variável (espécie), que permitem interpretar a real capacidade de discriminação das mesmas, na formação dos grupos. Tais valores podem ser observados na Tabela 2.

Nota-se, na Tabela 2, que *Ocotea odorifera* é a espécie que apresenta maior valor de  $F$  e, conseqüentemente, menor valor de  $\Lambda^*$ . Foi a primeira variável selecionada para entrar na análise. Tem o mais alto valor do critério de seleção. Esta variável é pareada com as demais, uma de cada vez, para selecionar a segunda melhor variável discriminante, e assim sucessivamente. Após 12 *Steps* (passos),

foram selecionadas 12 variáveis (espécies) com real poder de discriminação.

A estatística  $\Lambda^*$  mostrou, ao nível de 1 % de significância (99 % de probabilidade), que as espécies relacionadas na Tabela 3, têm alto poder discriminante.

Após a definição das variáveis discriminantes, procedeu-se a determinação das funções discriminantes, importantes na análise das contribuições dessas variáveis. Foram obtidas duas funções discriminantes, que explicam 100 % da variância (Tabela 3). A primeira função já explica 97,7 % da variância.

Após a definição das variáveis discriminantes, procedeu-se a determinação das funções discriminantes, importantes na análise das contribuições dessas variáveis. Estes coeficientes foram computados, de tal forma que seus escores acham-se padronizados, com média zero e variância unitária. O sinal deve ser omitido na interpretação da contribuição das variáveis (Tabela 4).

Todas as espécies foram significantes na primeira função discriminante, comprovada pela sua alta significância (97,7 %). Destacaram-se as espécies *Raulinoreitzia leptophloebia*, *Casearia obliqua*, *Ocotea puberula*, *Gomidesia affinis*, *Matayba elaeagnoides*,

*Ocotea odorífera*, *Dalbergia brasiliensis*, *Myrciaria floribunda*, *Mimosa scabrella* e *Quillaja brasiliensis*. Na função discriminante 2 foram importantes as espécies *Ocotea odorífera*, *Casearia obliqua* e *Vitex megapotamica*.

Tabela 2: Estatística do teste de seleção de espécies (variáveis) discriminantes para a matriz de dados brutos

Steps	Variável selecionada	Wilks' Lambda							
		L. W.	df1	df2	df3	Exact F			
						F	df1	df2	Sig.
1	<i>Ocotea odorífera</i>	0,216	1	2	22	39,965	2	22	0,0
2	<i>Ocotes puberula</i>	0,100	2	2	22	22,644	4	42	0,0
3	<i>Vitex megapotamica</i>	0,071	3	2	22	18,275	6	40	0,0
4	<i>Casearia obliqua</i>	0,049	4	2	22	16,655	8	38	0,0
5	<i>Raulinoreitzia leptophloebia</i>	0,021	5	2	22	20,973	10	36	0,0
6	<i>Coussarea contracta</i>	0,014	6	2	22	20,730	12	34	0,0
7	<i>Gomidesia affinis</i>	0,009	7	2	22	22,140	14	32	0,0
8	<i>Matayba elaeagnoides</i>	0,006	8	2	22	23,121	16	30	0,0
9	<i>Myrciaria floribunda</i>	0,003	9	2	22	26,769	18	28	0,0
10	<i>Mimosa scabrella</i>	0,002	10	2	22	28,863	20	26	0,0
11	<i>Quillaja brasiliensis</i>	0,001	11	2	22	33,561	22	24	0,0
12	<i>Dalbergia brasiliensis</i>	0,000	12	2	22	42,586	24	22	0,0

Steps= Passos; L. W.= Lâmbda Wilk's; F.= Estatística F; Sig.= grau de significância (máximo admitido 5%).

Tabela 3: Estatística do teste e seleção das funções discriminantes.

Função	Autovalor	Variância explicada (%)	Variância acumulada (%)	Correlação canônica
1	289,974	97,7	97,7	0,998
2	6,740	2,3	100,0	0,933

Tabela 4: Funções discriminantes lineares de Fisher obtidas para as variáveis selecionadas.

Variável	Função	
	1	2
<i>Casearia obliqua</i>	<b>7,792</b>	0,896
<i>Coussarea contracta</i>	-1,962	0,175
<i>Dalbergia brasiliensis</i>	2,398	0,046
<i>Gomidesia affinis</i>	3,735	0,063
<i>Matayba elaeagnoides</i>	-2,777	0,301
<i>Mimosa scabrella</i>	2,145	0,297
<i>Myrciaria floribunda</i>	2,241	-0,555
<i>Ocotea odorífera</i>	-2,500	1,108
<i>Ocotea puberula</i>	4,813	0,850
<i>Quillaja brasiliensis</i>	2,117	0,243
<i>Raulinoreitzia leptophloebia</i>	-10,065	-0,252
<i>Vitex megapotamica</i>	-1,249	0,866



Na Tabela 4, encontram-se os centroides ou pontos médios de cada grupo, nas duas funções discriminantes, demarcados gráfico de ordenação (Figura 4). Observa-se, na Figura 4, que houve uma nítida separação entre os três grupos formados, indicando as diferenças entre os mesmos.

Observa-se pela Tabela 5, que todas as parcelas foram corretamente classificadas, indicando que os três grupos florísticos são estatisticamente diferentes.

O croqui das 25 unidades amostrais com o resultado final da análise de agrupamento é apresentado na Figura 5.

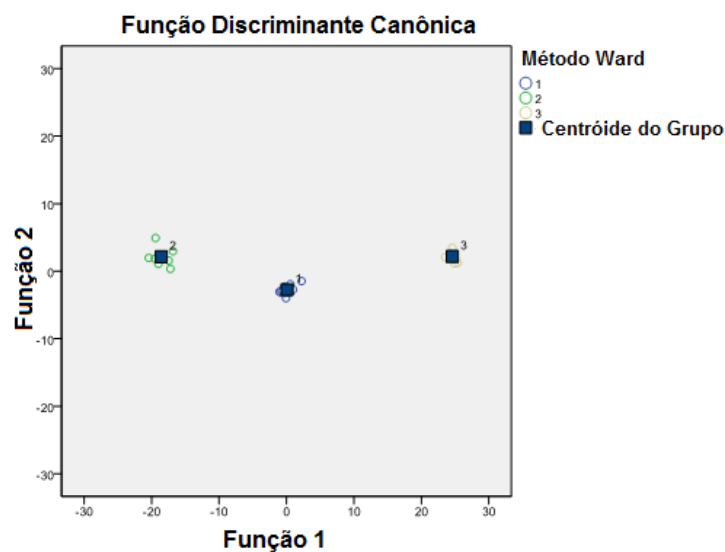


Figura 4: Ordenação das parcelas nos seus respectivos grupos florísticos. O quadro em negrito indica o centroide de cada grupo.

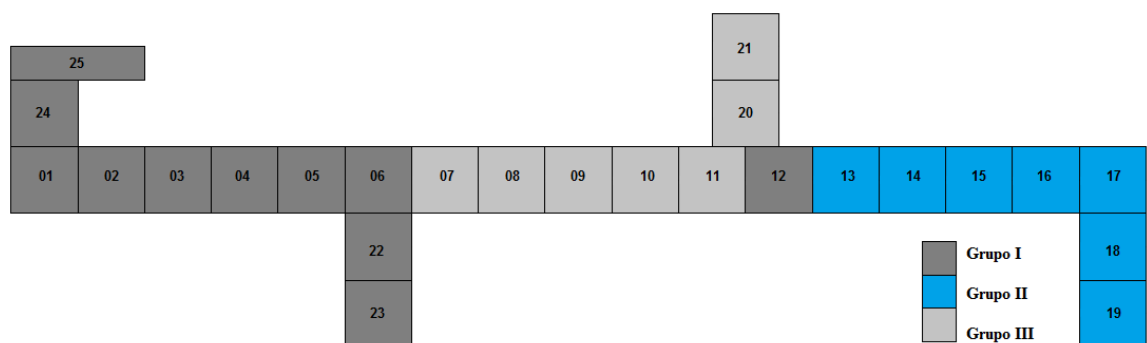


Figura 5: Agrupamentos formados por meio da Análise de Cluster

Tabela 5: Número de casos e percentagens de classificações das parcelas nos três grupos florísticos.

		Método Ward	Predicted Group Membership			Total
			1	2	3	
Original	Count	1	11	0	0	11
		2	0	8	0	8
		3	0	0	6	6
	%	1	100,0	0,0	0,0	100,0
		2	0,0	100,0	0,0	100,0
		3	0,0	0,0	100,0	100,0
Cross- validateda	Count	1	11	0	0	11
		2	0	8	0	8
		3	0	0	6	6
	%	1	100,0	0,0	0,0	100,0
		2	0,0	100,0	0,0	100,0
		3	0,0	0,0	100,0	100,0

A estatística multivariada, utilizada no agrupamento destas unidades amostrais mostrou-se uma eficiente ferramenta para estudos de manejo florestal e estudos de ecologia, servindo como base para diversas atividades como, definição de áreas frágeis e/ou suscetíveis, podendo ocorrer uma definição de diferentes sistemas de manejo florestal para cada agrupamento formado.

Houve diferenças florísticas nos três agrupamentos apresentados. O grupo I, caracterizado pela dominância da *Araucaria angustifolia*, o grupo II, caracterizado por apresentar-se em locais mais baixos e úmidos e o grupo III, caracterizado por apresentar a *Araucaria angustifolia*, mas ocorre em locais mais altos e maior ocorrência de clareiras.

### 3.1.2 Descrição e caracterização dos grupos

O grupo I é formado por 11 parcelas que apresentam, de maneira geral, maior nível de diversidade de *Shannon-Wiener* ( $H' = 3,62 \text{ nats ind.}^{-1}$ ), com uma maior quantidade de espécies e área basal em relação às demais. O grupo é composto por 110 espécies arbóreas, apresentam uma área basal de  $29,4020 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$  e uma densidade absoluta de  $504,18 \text{ indivíduos ha}^{-1}$ .

Já o grupo II é formado por 6 parcelas que apresentam o nível de diversidade de *Shannon-Wiener* ( $H' = 3,54 \text{ nats ind.}^{-1}$ ), caracterizada por apresentar a maior área basal ( $33,327 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ), densidade ( $584,33 \text{ indivíduos ha}^{-1}$ ) e número de espécies (96) dentre todas as parcelas.

Com valores um pouco inferior em nível de diversidade de *Shannon-Wiener*

(3,27 nats ind.<sup>-1</sup>) o grupo III é formado por 8 parcelas. O grupo é composto por 86 espécies arbóreas, apresentam área basal igual a 30,331 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> e densidade de 600,125 indivíduos ha<sup>-1</sup>.

Nas Tabelas 6 a 8 estão apresentadas a análise fitossociológica das

quinze espécies mais importantes (valor de importância) na composição de cada grupo. Observa-se que a composição de espécies varia de forma substancial entre grupos, com a distinção clara entre grupos de baixa e alta diversidade.

Tabela 6: Análise fitossociológica das 15 espécies com maior Valor de Importância pertencentes ao Grupo I.

Nome Científico	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC	VI
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	41,636	8,26	100	1,76	7,945	27,02	35,281	37,041
<i>Ocotea porosa</i> (Nees & Mart.) Barroso	29,636	5,88	100	1,76	5,014	17,05	22,933	24,693
<i>Ilex paraguariensis</i> A.St.-Hil.	61,818	12,26	100	1,76	1,752	5,96	18,219	19,979
<i>Nectandra grandiflora</i> Nees	27,182	5,39	100	1,76	1,493	5,08	10,469	12,229
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	27,909	5,54	100	1,76	0,695	2,36	7,899	9,659
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	15,364	3,05	100	1,76	1,348	4,58	7,632	9,392
<i>Coussarea contracta</i> (Walp.) Müll.Arg.	30,364	6,02	100	1,76	0,431	1,46	7,487	9,247
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	16,364	3,25	100	1,76	0,725	2,47	5,711	7,471
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	9	1,79	100	1,76	1,11	3,78	5,561	7,321
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	13,364	2,65	100	1,76	0,781	2,66	5,308	7,068
<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	8,545	1,69	90,91	1,6	0,89	3,03	4,721	6,321
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	14,091	2,79	100	1,76	0,318	1,08	3,876	5,636
<i>Ocotea odorifera</i> (Vell.) Rohwer	11,636	2,31	81,82	1,44	0,446	1,52	3,826	5,266
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	10,364	2,06	100	1,76	0,323	1,1	3,154	4,914
<i>Eugenia involucrata</i> DC.	10,273	2,04	100	1,76	0,231	0,78	2,822	4,582

N= número de indivíduos; **DA**= Densidade absoluta (n ha<sup>-1</sup>); **DR**= Densidade relativa (%); **FA**= Frequência absoluta (%); **FR**= Frequência relativa (%); **DoA**= Dominância absoluta (m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>); **DoR**= Dominância relativa (%); **VC**= Valor de Cobertura e **VI**= Valor de importância.

Tabela 7: Análise fitossociológica das 15 espécies com maior Valor de Importância pertencentes ao Grupo II.

Nome Científico	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC	VI
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	52	8,9	100	1,74	9,443	28,34	37,234	38,978
<i>Nectandra grandiflora</i> Nees	56,667	9,7	100	1,74	3,001	9,01	18,703	20,447
<i>Ilex paraguariensis</i> A.St.-Hil.	50,167	8,59	100	1,74	1,391	4,18	12,76	14,504
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	23,5	4,02	100	1,74	2,839	8,52	12,54	14,284
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	31	5,31	100	1,74	2,187	6,56	11,867	13,611
<i>Ocotea odorifera</i> (Vell.) Rohwer	30,167	5,16	100	1,74	1,04	3,12	8,284	10,028
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	23,333	3,99	100	1,74	1,229	3,69	7,682	9,426
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	14	2,4	100	1,74	1,734	5,2	7,6	9,344
<i>Cinnamodendron dinisii</i> Schwacke	23,167	3,96	100	1,74	1,106	3,32	7,283	9,027
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	30,5	5,22	100	1,74	0,626	1,88	7,099	8,843

<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	18,167	3,11	100	1,74	0,364	1,09	4,202	5,947
<i>Casearia obliqua</i> Spreng.	13,333	2,28	100	1,74	0,457	1,37	3,653	5,397
<i>Dalbergia brasiliensis</i> Vogel	12,5	2,14	100	1,74	0,357	1,07	3,211	4,955
<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	8,667	1,48	100	1,74	0,552	1,65	3,138	4,882
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	10	1,71	100	1,74	0,463	1,39	3,101	4,845

N= número de indivíduos; **DA**= Densidade absoluta ( $n\ ha^{-1}$ ); **DR**= Densidade relativa (%); **FA**= Frequência absoluta (%); **FR**= Frequência relativa (%); **DoA**= Dominância absoluta ( $m^2\ ha^{-1}$ ); **DoR**= Dominância relativa (%); **VC**= Valor de Cobertura e **VI**= Valor de importância.

Tabela 8: Análise fitossociológica das 15 espécies com maior Valor de Importância pertencentes ao Grupo III.

Nome Científico	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC	VI
<i>Ocotea odorifera</i> (Vell.) Rohwer	125,5	20,91	100	1,94	3,831	12,63	33,544	35,481
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	35,375	5,89	100	1,94	7,362	24,27	30,168	32,105
<i>Ilex paraguariensis</i> A.St.-Hil.	39,375	6,56	100	1,94	1,369	4,51	11,076	13,013
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	35,75	5,96	100	1,94	0,95	3,13	9,089	11,026
<i>Coussarea contracta</i> (Walp.) Müll.Arg.	37,125	6,19	100	1,94	0,573	1,89	8,076	10,013
<i>Nectandra grandiflora</i> Nees	20	3,33	100	1,94	1,41	4,65	7,983	9,92
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	26,5	4,42	100	1,94	1,058	3,49	7,905	9,842
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	14,875	2,48	100	1,94	1,613	5,32	7,798	9,735
<i>Ocotea porosa</i> (Nees & Mart.) Barroso	10,75	1,79	100	1,94	1,584	5,22	7,013	8,95
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	18,25	3,04	100	1,94	1,132	3,73	6,773	8,71
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	13,75	2,29	100	1,94	1,196	3,94	6,234	8,171
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	22,75	3,79	100	1,94	0,601	1,98	5,773	7,71
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	23,625	3,94	100	1,94	0,545	1,8	5,734	7,671
<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	9,375	1,56	100	1,94	0,873	2,88	4,439	6,376
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	9,25	1,54	100	1,94	0,869	2,87	4,407	6,344

N= número de indivíduos; **DA**= Densidade absoluta ( $n\ ha^{-1}$ ); **DR**= Densidade relativa (%); **FA**= Frequência absoluta (%); **FR**= Frequência relativa (%); **DoA**= Dominância absoluta ( $m^2\ ha^{-1}$ ); **DoR**= Dominância relativa (%); **VC**= Valor de Cobertura e **VI**= Valor de importância.

#### 4. CONCLUSÃO

A seleção da solução final exige muito julgamento do pesquisador e é considerada por muitos como muito subjetiva. Ainda que métodos mais sofisticados tenham sido desenvolvidos para auxiliar na avaliação das soluções de agrupamentos, cabe ao pesquisador tomar a decisão final, quanto ao número de

agrupamentos a ser aceito como solução final.

A análise de agrupamento realizada na área amostrada definiu três grupos distintos, caracterizados principalmente por diferentes níveis de diversidade.

Para cada grupo, foram constatadas diferentes composições florísticas, que se mostraram compatíveis e relacionadas com a diversidade observada.

A análise multivariada se mostrou adequada para distinguir grupos baseados em níveis de diversidade, sendo uma ferramenta interessante em estudos de manejo e ecologia.

A análise de agrupamento combinada com discriminante pôde obter boa exploração dos dados. Os centroides ou pontos médios de cada grupo, nas duas funções discriminantes, demarcados no gráfico de ordenação mostraram que houve uma nítida separação entre os três grupos formados, indicando as diferenças entre os mesmos.

Com a aplicação da análise discriminante houve a geração de funções que explicaram melhor a variação dos dados. Todas as espécies foram importantes na primeira função discriminante, comprovada pela sua alta significância (97,7 %). Destacaram-se as espécies *Raulinoreitzia leptophloebia*, *Casearia obliqua*, *Ocotea puberula*, *Gomidesia affinis*, *Matayba elaeagnoides*, *Ocotea odorifera*, *Dalbergia brasiliensis*, *Myrciaria floribunda*, *Mimosa scabrella* e *Quillaja brasiliensis*. Não função discriminante 2 foram importantes as espécies *Ocotea odorifera*, *Casearia obliqua* e *Vitex megapotamica*.

## 5. REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A., STAPE, J. L., SENTELHAS, P. C., GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- AZEVEDO, C. P. **Dinâmica de florestas submetidas a manejo na Amazônia Oriental: Experimentação e simulação**. 2006. 236 f. Tese (Doutorado em Manejo Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 236 p. 2006.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ; Brasília: EMBRAPA-SPI, 640 p. 1994.
- FIGUEIREDO FILHO, A. **Relatório técnico: Comparação da dinâmica de uma Floresta Ombrófila Mista e uma vegetação arbórea estabelecida sob um plantio de *Araucaria angustifolia* no Centro Sul do estado do Paraná**. 36 p. 2011. Não publicado.
- HAIR, J. F. Jr.; ANDERSON, R. E., TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. **Multivariate Data Analysis**. (5th Edition). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 298 p. 1998.
- IBDF. **Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. Inventário nacional. Florestas nativas - Paraná e Santa Catarina**. Brasília: 345 p. 1984.
- IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2. ed. Rio de Janeiro, RJ, 2012. 271 p.



LONGHI, S. J. **Agrupamento e análise fitossociológica de comunidades florestais na sub-bacia hidrográfica do rio Passo Fundo-RS.** 1997. 225 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 225 p. 1997.

MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada.** Belo Horizonte: UFMG, 297 p. 2005.

RIVERA, H. **Ordenamento territorial de áreas florestais utilizando avaliação multicritério apoiada por geoprocessamento, fitossociologia e análise multivariada.** 2007. 225f. Dissertação (Mestrado em Manejo Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR. 225 p. 2007.

RODE, R. **Avaliação Florística e Estrutural de uma Floresta Ombrófila Mista e de uma Vegetação Arbórea estabelecida sob um povoamento de *Araucaria angustifolia* de 60 anos.** 2008. 159 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR. 159 p. 2008.

RODE, R.; FIGUEIREDO FILHO, A.; MACHADO, S. A.; GALVAO, F. Grupos florísticos e espécies discriminantes em povoamento de *Araucaria angustifolia* e uma floresta ombrófila mista. **Revista Árvore.** Viçosa, v.35, n.2, p. 319-327. 2011.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. **Manual de descrição e coleta de solo no campo.** 5.ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 92 p. 2005. SIMEPAR, I. T. Disponível em: <<http://www.simepar.br/>>. Acesso em: 10 março. 2014.

SOUZA, A. L.; HOSOKAWA, R. T.; MACHADO, S. A. Análises multivariadas para manejo de floresta natural na reserva florestal de Linhares, Espírito Santo: análise de agrupamento e discriminante. **Revista Árvore,** Viçosa, v.14, n.2, p. 85-101, 1990.

SOUZA, D. R.; SOUZA, A. L. Emprego do método BDq de seleção após a exploração florestal em floresta ombrófila densa de terra firme, Amazônia Oriental. **Revista Árvore,** Viçosa, v.29, n.4, p.617-625, 2006.

TROPICOS, 2012. Disponível em <<http://www.tropicos.org/>>. Acessos em 17 de maio de 2012.