

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE, UNICENTRO-PR

**ESTRUTURA, DINÂMICA E CORRELAÇÕES
AMBIENTAIS EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA
OMBRÓFILA MISTA EM RESERVA DO IGUAÇÚ, PR**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

FRANCIELI VOGEL

IRATI-PR

2013

FRANCIELI VOGEL

**ESTRUTURA, DINÂMICA E CORRELAÇÕES AMBIENTAIS EM UM
FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA EM RESERVA DO IGUAÇÚ,
PR**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, área de concentração em Manejo de Florestas Nativas, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Luciano Farinha Watzlawick
Orientador

Prof^a. Dr^a. Aline Marques Genú
Coorientadora

IRATI-PR
2013

FRANCIELI VOGEL

**ESTRUTURA, DINÂMICA E CORRELAÇÕES AMBIENTAIS EM UM
FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA EM RESERVA DO IGUAÇÚ,
PR**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, área de concentração em Manejo de Nativas, para a obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 30 de agosto de 2013

Prof. Dr. Solon Jonas Longhi, (UFMS)

Prof. Dr. Henrique Soares Koehler (UFPR)

Prof. Dr. Luciano Farinha Watzlawick

Orientador

Prof^a. Dr^a. Aline Marques Genú
Coorientadora

IRATI-PR

2013

AGRADECIMENTOS

A Deus, sem o qual nada seria possível.

À minha mãe que sempre acreditou em mim, mesmo quando eu própria duvidava, sabendo ela dos benefícios que o estudo me traria.

À minha família, pelo apoio, incentivo, compreensão, pela ausência em muitos momentos. E principalmente por permitir que as parcelas fossem instaladas, mesmo sem esperar que algum dia poderia eu, vir a trabalhar com estes dados.

Ao Patrikk John Martins e Luis Carlos Ratuchne no inventário e a Marcelo Roveda sempre pronto a me auxiliar.

Aos meus amigos Pablo Signor e Mariângela Borba sempre presentes em praticamente todas as etapas deste trabalho, me auxiliando como profissionais e principalmente tornando o trabalho muito mais agradável.

A Valdineia Marconde, Ronaldo Marcondes, Diel Marcondes, Regiane Maneira, Romildo Maneira, Iraci Maneira, Evandro Maneira, Luciane Maneira, Francieli Costa, Jucelly Sheila Chaves, Tiago Cesar Kobylarz, Valdemar Cardoso e Marcelo Lavrinha por serem mais que amigos, são a família que Deus me deu.

A FUNDAÇÃO ARAUCÁRIA pela concessão de bolsa de estudos para a realização deste mestrado.

A Professora Dr^a. Aline Marques Genú, pelas correções e contribuições que foram de enorme valia.

Ao Professor Dr. Luciano Farinha Watzlawick pelas oportunidades o meu sincero respeito e admiração.

ESTRUTURA, DINÂMICA E CORRELAÇÕES AMBIENTAIS EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA EM RESERVA DO IGUAÇÚ, PR	I
LISTA DE FIGURAS	III
LISTA DE TABELAS.....	V
RESUMO	VII
ABSTRACT	VIII
1.ASPECTOS GERAIS DA PESQUISA.....	1
1.1. INTRODUÇÃO	1
1.2. OBJETIVOS.....	4
1.2.1. Objetivo Geral.....	4
1.2.2. Objetivos Específicos	4
1.3. REFERENCIAL TEÓRICO	5
1.3.1. Floresta Ombrófila Mista.....	5
1.3.2. Fragmentação Florestal	6
1.3.3. Florística e Fitossociologia Florestal.....	7
1.3.4. Dinâmica Florestal	12
1.3.5. Nutrição das Plantas e Solos Florestais.....	14
1.3.6. Análises estatísticas	17
1.4. MATERIAIS E MÉTODOS	20
1.4.1 Caracterização da Área de Estudo.....	20
1.4.2. Instalação da Unidade Amostral	22
1.4.3. Solos	23
1.4.4. Clima	24
1.4.5. Vegetação	25
1.5. REFERÊNCIAS	26
2. FLORÍSTICA E DINÂMICA DE UM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA EM RESERVA DO IGUAÇÚ, PARANÁ.....	35
RESUMO	35
ABSTRACT	36
2.1. INTRODUÇÃO.....	37
2.2. MATERIAL E MÉTODOS	39
2.2.1. Suficiência amostral	39
2.2.2. Avaliação da Composição e diversidade Florística	39

2.2.3 Avaliação da composição Fitossociológica	39
2.2.4. Avaliação dos Processos Dinâmicos da Floresta	39
2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
2.3.1. Suficiência Amostral	40
2.3.2. Avaliação da Composição e diversidade Florística	41
2.3.3 Avaliação da composição Fitossociológica	46
2.3.4. Avaliação dos Processos Dinâmicos da Floresta	53
2.3.4.1. Distribuição diamétrica.....	53
2.3.4.2. Ingresso e Mortalidade	55
2.3.4.3. Crescimento	62
2.4. CONCLUSÕES	66
2.5. REFERÊNCIAS	67
3. ANÁLISE MULTIVARIADA NO ESTUDO DE GRADIENTES AMBIENTAIS E VEGETACIONAIS EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA	71
RESUMO	71
ABSTRACT	72
3.1. INTRODUÇÃO	73
3.2. MATERIAL E MÉTODOS	74
3.2.1. Caracterização do solo.....	74
3.2.1.1. Amostragem e Análise Química e granulométrica do solo	75
3.2.1.2. Análise da Compactação e Profundidade	75
3.2.1.3. Análise Pedregosidade.....	77
3.2.1.4. Análise Rochosidade	79
3.2.1.5. Análise de Declividade;.....	81
3.2.2. Análise Multivariada	82
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	83
3.3.1. Caracterização do solo.....	83
3.3.2. Similaridade das unidades amostrais.....	85
3.3.3. Análise dos Componentes Principais com base nas características ambientais	88
3.3.4. Interações Espécies-Ambiente	92
3.4. CONCLUSÕES	97
5. REFERÊNCIAS.....	98

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Localização do município de Reserva do Iguaçu (b) no mapa do Paraná (a) e disposição da parcela dentro do fragmento (c). 20
- Figura 2:** Foto do fragmento visto da parte mais baixa do terreno..... 21
- Figura 3:** Vista interna da floresta: a) Condição de relevo declivoso; b) Detalhe de uma nascente; c) Detalhe da rochiosidade do terreno; d) Detalhe da pedregosidade do terreno. 22
- Figura 4:** Representação da distribuição das subunidades dentro da parcela permanente, área estudada, Reserva do Iguaçu, PR. 23
- Figura 5:** Curva espécie-área considerando o acúmulo de espécies ao longo de 48 parcelas de 100 m², totalizando 4.800m² de área, em quatro fragmentos de Floresta Ombrófila Mista, Reserva do Iguaçu Paraná. 40
- Figura 6:** Distribuição diamétrica de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista nos períodos de 2007, 2009 e 2012..... 54
- Figura 7:** Gráfico de comparação entre o ingresso do primeiro período (2007-2009) e segundo período (2009-2012) por classe diamétrica..... 57
- Figura 8:** Gráfico de comparação entre a mortalidade do primeiro período (2007-2009) e segundo período (2009-2012) por classe diamétrica..... 58
- Figura 9:** Incremento Periódico Anual por classe de DAP em dois períodos avaliados em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista..... 65
- Figura 10:** Esquema demonstrativo da coleta de solo e composição da amostra composta, a partir da gradagem de três pontos por subunidade para avaliação das características químicas e físicas do solo em um Fragmento de Floresta Ombrófila Mista, Reserva do Iguaçu, PR..... 75
- Figura 11:** Esquema demonstrativo dos pontos de aferição da resistência à penetração do solo, a partir de cinco pontos por subunidade em um Fragmento de Floresta Ombrófila Mista Reserva do Iguaçu, PR. 76
- Figura 12:** Representação das diferentes classes de pedregosidade; a) Não pedregosa , b) Ligeiramente pedregosa, c) Moderadamente pedregosa, d) Pedregosa, e) Muito pedregosa e f) Extremamente pedregosa..... 78
- Figura 13:** Representação das diferentes classes de pedregosidade; a) Não rochosa, b)

Ligeiramente rochosa, c) Moderadamente rochosa, d) Rochosa, e) Muito rochosa e f) Extremamente rochosa.....	80
Figura 14: Representação da avaliação de declividade com o Hipsômetro Digital Forestor Vertex e auxílio de uma baliza.	81
Figura 15: Índices de pedregosidade e rochosidade por classe e número de parcelas.	84
Figura 16: Similaridade conforme distância euclidiana quadrada, pelo método do “vizinho mais distante” entre as subparcelas e as espécies encontradas em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista.	86
Figura 17: Análise Fatorial com agrupamento de similaridade de parcelas em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, Reserva do Iguaçu, PR.	87
Figura 18: Análise gráfica dos Componentes Principais de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista no município de Reserva do Iguaçu, PR.	91
Figura 19: Diagrama de ordenação das unidades amostrais nos eixos 1 e 2, produzido pela Análise de Correspondência Canônica no componente em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Reserva do Iguaçu, PR.	95

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Famílias e espécies encontradas em 2007, 2009 e 2012 e seus respectivos números de indivíduos encontrados nas medições, em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, Reserva do Iguaçu, PR.....	42
Tabela 2: Estrutura horizontal para a floresta no ano de 2007 no fragmento de Floresta Ombrófila Mista, em Reserva do Iguaçu – Paraná.....	46
Tabela 3: Estrutura horizontal para a floresta no ano de 2009 no fragmento de Floresta Ombrófila Mista, em Reserva do Iguaçu – Paraná.....	48
Tabela 4: Estrutura horizontal para a floresta no ano de 2012 no fragmento de Floresta Ombrófila Mista, em Reserva do Iguaçu – Paraná.....	49
Tabela 5: Relação de espécies e respectivas taxas de ingresso e mortalidade, em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, Reserva do Iguaçu, PR.	55
Tabela 6: Ingresso e mortalidade por classe diamétrica nos dois períodos avaliados.	60
Tabela 7: Relação de espécies e respectivos Incremento Periódico Anual (IPA) em área basal no 1º período (2007 a 2009) e no 2º período (2009 a 2012), em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, Reserva do Iguaçu – Paraná.	62
Tabela 8: Classe de teores para o estudo de distribuição de frequências, conforme indicador químico dos laudos e fonte de referência.....	74
Tabela 9: Classificação da compactação do solo a penetração em três classes.	77
Tabela 10: Tabela de percentual de pedregosidade e média de pedregosidade de acordo com a classe.....	79
Tabela 11: Tabela de percentual de pedregosidade e média de pedregosidade de acordo com a classe.....	81
Tabela 12: Tabela com média, mínimo, máximo, variância e coeficiente de variação dos fatores quantitativos avaliados em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista.	83
Tabela 13: Coeficientes de correlação linear de Pearson entre indicadores químicos de solos da região de Reserva do Iguaçu-PR (0,0-0,20 m).	89
Tabela 14: Autovalores e variância dos componentes principais resultantes das variáveis edáficas e da vegetação de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Reserva do Iguaçu, PR.....	90
Tabela 15: Tabela de autovalores de variância de cada dos três eixos avaliados.....	92
Tabela 16: Resultados do Teste de Permutação de Monte Carlo das correlações entre as variáveis ambientais nas unidades amostrais para o componente arbóreo, em um fragmento florestal no município de Reserva do Iguaçu, Paraná.....	93

Tabela 17: Coeficientes de correlação entre as variáveis ambientais e os três primeiros eixos de ordenação da Análise de Correspondência Canônica nos componente arbóreo , em um fragmento florestal no município de Reserva do Iguaçu, Paraná.....	94
--	----

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo avaliar em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, localizadas em Reserva do Iguaçu – PR. O fragmento possui 4800m² e foi subdividida em 48 subparcelas de 10m x10m (100m²), a parcela permanente na foi instalada no ano de 2007 (censo indivíduos com DAP \geq 5 cm) e remeida nos anos de 2009 e 2012. Nas medições foram encontradas no total 57 espécies arbóreas, distribuídas em 24 famílias e 45 gêneros. As espécies de maior valor de importância são: *M. stipitatum*, *A. niopoides*, *C. vernalis*, *D. sorbifolia*, *S. romanzoffiana* e *S. commersoniana* tendo os indivíduos grande densidade na área. O incremento periódico anual foi avaliado de 0,57 m².ha.ano⁻¹ no primeiro período (2007-2009) e de 0,65 m².ha.ano⁻¹ para o segundo período (2009-2012). A taxa anual de mortalidade dos indivíduos arbóreos foi maior que a de ingresso. As subparcelas foram agrupadas por meio da análise de Cluster e posteriormente com os dados da primeira feita à análise fatorial, conseguindo assim agrupar as subparcelas em três grupos. O grupo 1 tem como espécie preferencial *Sebastiania commersoniana*, o grupo 2 é característico a *Dalbergia frutescens* como espécie indicadora e o grupo 3 possui como indicadoras as espécies *Albizia niopoides* e *Machaerium stipitatum* e a *Diatenopteryx sorbifolia* como espécie preferencial. Os parâmetros ambientais avaliados foram os químicos e físicos do solo, compactação, declividade, pedregosidade, profundidade e rochosidade. A correlação linear de Pearson indicou correlação entre algumas variáveis ambientais. A análise de componentes principais verificou alta correlação negativa entre areia e argila e entre Magnésio e Fósforo. O teste de Monte Carlo apresentou correlação espécies-variáveis ambientais ao nível de 1% para o eixo 1, o qual pertencem os fatores ambientais Cálcio e Fósforo. O segundo eixo também utilizado na apresentação gráfica apresenta como fatores de maior relevância a profundidade e a areia. Os dois eixo em conjunto explicam apenas 12,8% da variância da população. Com a interpretação da análise gráfica CCA pode-se deduzir que a *S. commersoniana* como espécie preferencial não tem correção forte com as variáveis medidas por este trabalho. A espécie *D. frutescens* que caracteriza o segundo grupo de agrupamento de subparcelas é correlacionada com a profundidade, tem maior ocorrência por solos mais profundos, mais compactados e com menor pedregosidade. As espécies *A. niopoides* e *M. stipitatum* possuem alta correlação com os fatores químicos do solo como cálcio, fósforo e ocorrem em terrenos mais rochosos e de maior declividade.

Palavras-chave: fragmento florestal, fatores ambientais, métodos multivariados, florística, dinâmica.

ABSTRACT

The present study aimed evaluated in a fragment of Araucaria Forest, located in Reserva do Iguaçu - PR. The fragment has 4800m² and was subdivided into 48 plots of 10m x10m (100m²), the permanent portion in was installed in 2007 (DAP \geq 5 cm) and remedida the years 2009 and 2012. Measurements were found in total 57 tree species, distributed in 24 family and 45 genus. The species with the highest importance are: *M. stipitatum*, *A. niopoides*, *C. vernalis*, *D. sorbifolia*, *S. romanzoffiana* and *S. commersoniana* individuals with high density in the area. The annual periodic increment was rated 0.57 m². ha.year⁻¹ in the first period (2007-2009) and 0.65 m². ha.year⁻¹ for the second period (2009-2012). The annual rate of mortality of individual was higher than the ingress. The subplots were grouped by cluster analysis and later with data from the first made to factor analysis, thus group the plots into three groups. Group 1 has the preferred species *Sebastiania commersoniana*, group 2 is the characteristic *Dalbergia frutescens* as indicator species and group 3 has as indicator species *Albizia niopoides* and *Machaerium stipitatum* and *Diatenopteryx sorbifolia* as preferred species. Environmental parameters evaluated were the chemical and physical soil compaction, slope, stoniness, depth and rocky. The Pearson's correlation indicated a correlation between some environmental variables. The principal components analysis found high negative correlation between sand and clay and between Magnesium and Phosphorus. The Monte Carlo test correlated species-environmental variables at 1% for axis 1, which belong environmental factors Calcium and Phosphorus. The second axis also used in the graphic presentation shows how factors most relevant depth and sand. The two axis together explain only 12.8% of the population variance. With the interpretation of the analysis graphic CCA can deduce that *S. commersoniana* as preferred species has strong correction with the variables measured in this work. The species *D. frutescens* that characterizes the second set of plots cluster is correlated with depth, has a greater incidence for deeper soils, more compact and less stony. The species *A. niopoides* and *M. stipitatum* have high correlation with soil chemical factors such as calcium, phosphorus and occur over rocky terrain and greater slope.

Key-words: fragment forest; environmental factors; multivariate methods, floristic, dynamics.

1. ASPECTOS GERAIS DA PESQUISA

1.1. INTRODUÇÃO

O desmatamento, o manejo inadequado e a fragmentação florestal provocam distúrbios que alteram profundamente os processos ecológicos, podendo causar danos à regeneração e biodiversidade das áreas afetadas.

Em épocas passadas acreditava-se que os recursos naturais poderiam ser explorados de maneira ilimitada. Nos dias atuais, mesmo havendo consciência da finitude destes recursos, a exploração ainda é evidenciada. Dados da FAO (2011) indicam que a América do Sul e a África são as regiões que estão perdendo suas florestas mais rapidamente, registrando perdas líquidas anuais de cobertura florestal equivalente a 4 e 3,4 milhões de hectares no período de 2000-2010, respectivamente. Dentre os fatores que causam a degradação da floresta podemos citar a extração seletiva de madeira, uso do fogo, caça e invasão de espécies animais e vegetais exóticas.

No Brasil um dos ecossistemas mais ameaçados é a Mata Atlântica, a maior parte dos remanescentes florestais, especialmente em paisagens intensamente cultivadas, encontra-se na forma de pequenos fragmentos, altamente perturbados, isolados, pouco conhecidos e pouco protegidos (VIANA, 1995). Dentre as formações florestais que compõe o bioma Mata Atlântica, a Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucária) (BRASIL, 2006), merece grande destaque tanto pela sua relevância na diversidade de fauna e flora, como pela importância socioeconômica (MARQUESINI, 1995; GUERRA et al., 2002), paleobotânica (DUTRA; STRANZ, 1999), e por sua beleza cênica, que impõe um caráter peculiar ao Planalto Meridional brasileiro.

Atualmente, existem poucos remanescentes conservados de Floresta de Araucária, devido, principalmente, ao avanço das áreas agrícolas (culturas cíclicas e pastagens), cultivo de culturas permanentes (*Pinus* spp. e *Eucalyptus* spp.) ou vegetação secundária (LEITE, 2002). Este cenário contribuiu para uma grave fragmentação deste ecossistema. Dos cerca de 200 mil km² originalmente ocupados por esta formação florestal, restam aproximadamente 2%, que perfazem 4.000km², distribuídos em fragmentos dispersos (MEDEIROS, 2002; GUERRA et al., 2002; PROCHNOW, 2009). Desses, menos de 1% está protegido por meio de Unidades de Conservação (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2005). Portanto, o conhecimento desses remanescentes florestais é de grande importância para a sua

conservação, pois, contêm animais e plantas que se tornaram raros ou em perigo de extinção (NASCIMENTO et al., 2001).

A melhor maneira de manter a biodiversidade consistiria no estabelecimento de unidades de conservação em todas as variabilidades florestais existentes, porém os altos custos da implantação destas unidades e a particularidade de cada ambiente inviabiliza esta implantação. É preciso que haja uma valorização cada vez maior dos fragmentos florestais, visto que a conservação destes é fundamental para o amparo da biodiversidade. Especialmente quando considerando que vários fragmentos pequenos podem apresentar maior riqueza de espécies do que um único fragmento grande com área correspondente (OERTLIE et al., 2002; FISCHER; LINDENMAYER 2002).

A floresta é complexa no que tange a biodiversidade e são diversos os fatores que a levam a se constituir enquanto tal. O estudo de um único fator ambiental, como a pedregosidade, a profundidade, a densidade de espécies, entre outros, analisado de maneira separada dos demais, pode levar a um mascaramento ou mesmo falsas conclusões sobre essa complexidade. Partindo do pressuposto de que a floresta deve ser estudada de maneira multivariada, nosso estudo busca por meio da análise de um fragmento de FOM perceber ao longo de um determinado período de tempo, a dinâmica da floresta e os fatores que estão mais relacionados à sua estrutura.

No que diz respeito aos fragmentos florestais, existem muitos estudos sobre esta temática, contudo, grande parte são de curta duração. Estudos a longo prazo e numa mesma área são necessários para entender como os diferentes componentes associados à fragmentação afetam a integridade do ecossistema florestal.

O fragmento aqui estudado pertence a um projeto que visa acompanhar na forma de parcelas permanentes fragmentos em diferentes tipologias florestais do Paraná. Em conjunto, o estudo destes fragmentos ao longo do tempo será importante para a compreensão destes, sendo fundamental para iniciativas que visem sua preservação.

Com o intuito de enriquecer o conhecimento técnico e científico, para que as informações aqui geradas possam servir como suporte para o desenvolvimento de modelos conservacionistas e de manejo florestal sustentável (bens não madeiráveis), a primeira parte deste trabalho é dedicada a uma descrição dos aspectos gerais que envolveram esta pesquisa em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, no município de Reserva do Iguaçu, Paraná. O segundo capítulo analisa e compara as alterações florísticas, fitossociológicas e de dinâmica

dos indivíduos arbóreos, nos período de 2007 a 2009 e de 2009 a 2012. O terceiro capítulo avalia a estrutura da floresta, bem como seus fatores ambientais, correlacionando-os de forma a explicar da melhor maneira a estrutura existente no fragmento.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo Geral

O objetivo desse trabalho é avaliar a estrutura, dinâmica e correlações ambientais do componente arbóreo em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Reserva do Iguçu, Paraná.

1.2.2. Objetivos Específicos

- avaliar se o fragmento, apesar do tamanho, possui relevância em relação à preservação da biodiversidade;
- avaliar se o fragmento encontra-se em estado de regeneração;
- avaliar a estrutura do fragmento, indicando as espécies indicadoras desta estrutura;
- avaliar quais dos fatores ambientais mensurados são mais relevantes na explicação da estrutura da floresta;
- correlacionar os parâmetros ambientais de maior relevância com as espécies encontradas visando explicar a estrutura do fragmento.

1.3. REFERENCIAL TEÓRICO

1.3.1. Floresta Ombrófila Mista

O bioma Mata Atlântica ocupa 15% do território brasileiro e apresenta uma variedade de formações, dentre elas, a Floresta Ombrófila Mista também conhecida como Floresta de Araucárias. A designação desta tipologia advém da classificação fitogeográfica empregada pelo IBGE, que denomina como Ombrófila as formações características de ambientes úmidos (SANQUETTA; MATTEI, 2006). O termo “Mista” refere-se à origem geológica da formação, na qual contempla-se a coexistência de representantes das floras tropical (afro-brasileira) e temperada (austro-brasileira), em marcada relevância fisionômica de elementos Coniferales e Laurales (LEITE, 1994), com predomínio em regiões de clima tipicamente pluvial, principalmente em latitudes maiores a 23° S, altitudes superiores de 500 m, e em situações afastadas das influências marítimas (LEITE; KLEIN, 1990).

As florestas de Araucária, de ocorrência predominante na região Sul do país, são de alta relevância econômica, oferecem diversos recursos madeireiros e outros produtos da floresta, além de ser considerado símbolo para a região e forma de vínculo afetivo para o seu povo (PIRES; ZENI JUNIOR; GAULKE, 2012)

A Floresta Ombrófila Mista (FOM) assemelha-se às demais florestas do Brasil por apresentar dossel bastante elevado, diferenciando-se basicamente pela presença da *Araucaria angustifolia*, que é a maior das árvores do sul do Brasil, associada a espécies que ocupam o estrato inferior da floresta como *Cedrella fissilis* Vell., *Cupania vernalis* Camb., *Apuleia leiocarpa* (Vog.) Macbr, *Paraptadenia rigida* (Benth.) Brenan, além de muitas espécies de Mirtáceas e outras (LINDMAN; FERRI, 1974).

A *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, espécie que ocorre com elevada frequência e com indivíduos de grande porte e de madeira de boa qualidade, o que tornou a araucária alvo de intensa exploração madeireira, bem como da conversão das áreas florestais em áreas de agricultura e pecuária (NASCIMENTO et al., 2001; SAMPAIO; GUARINO, 2007; VIBRANS et al., 2011), reduzindo drasticamente sua área de ocorrência natural (MEDEIROS et al., 2005) a exploração dos remanescentes continua, embora em escala decrescente (RODRIGUÉSIA, 2013). A diminuição da área de cobertura florestal é apenas uma das consequências negativas evidenciadas nesse tipo de formação. Segundo Hack (2007), a diminuição da diversidade de espécies, o empobrecimento ecológico e econômico são outros

fatores a serem considerados, pois espécies de maior valor são retiradas desses locais (NARVAES, 2004).

De acordo com Medeiros et al. (2005), grande parte dos fragmentos da tipologia de FOM apresentam baixa diversidade biológica, e estão sujeitos à extração seletiva de árvores de interesse comercial e à extração desordenada. Esta fragmentação gerou problemas ambientais decorrentes. Portanto, o conhecimento desses remanescentes florestais é de grande importância para a sua conservação, pois, contêm animais e plantas que se tornaram raros ou em perigo de extinção (NASCIMENTO et al., 2001).

1.3.2. Fragmentação Florestal

Fragmentos são superfícies não lineares que estão inseridos na matriz e que diferem na aparência do seu entorno, variam em tamanho, formato, tipo de heterogeneidade e limites (FORMAN; GORDON, 1986). A fragmentação, associada ao processo de expansão das atividades humanas, consiste em uma das principais ameaças para a biodiversidade (PIRES et al., 2006).

A redução de habitat, a alteração dos processos de interações entre as espécies, o aumento da suscetibilidade à entrada de espécies exóticas, alterações na dinâmica, estão entre as consequências associadas à fragmentação dos ecossistemas (METZGER, 2006). Segundo Murcia (1995), no que tange a variabilidade dos fragmentos os efeitos do isolamento da paisagem sobre as comunidades podem variar significativamente e vão depender de diversos fatores incluindo as características da vegetação, os tipos de uso do solo desenvolvidos em seu entorno, as comunidades de espécies presentes, os tipos de habitats originais e o grau de dependência das espécies de tais habitats.

A maior parte da biodiversidade se encontra hoje localizada em pequenos fragmentos florestais, pouco estudados e historicamente marginalizados pelas iniciativas conservacionistas. Se atendidas as previsões mais otimistas, os parques e reservas poderão responder pela manutenção de apenas 10% da cobertura natural dos ecossistemas tropicais (GRADWOHL; GREENBERG, 1991).

Os fragmentos devem ser vistos como resultados de um processo histórico de perturbação de vegetação na qual inúmeros fatores interagem ao longo do tempo. Para entender a estrutura e a dinâmica atuais de um determinado fragmento, é importante reconstituir ao máximo a história da vegetação local (VIANA, 1990).

As trajetórias atuais de desenvolvimento não podem ocorrer sem causar impactos. Entretanto, não estão proporcionando benefícios da forma como deveriam. A perda e a degradação de áreas de vegetação nativas remanescentes na paisagem continuam. As evidências disponíveis sugerem que a presença dos fragmentos remanescentes na paisagem gere muito mais benefícios econômicos do que os obtidos pela conversão continuada dos mesmos em sistemas culturais. Por meio das funções ambientais promove a regulação climática, a formação do solo, a ciclagem dos nutrientes, o fornecimento de combustíveis, fibras e substâncias farmacêuticas, além de benefícios estéticos e culturais (BALMFORD, 2002). Estes benefícios deveriam motivar a conservação da natureza diante das pressões econômicas crescentes sobre o ambiente nativo (SANTOS, 2001).

A avaliação econômica dos fragmentos é ainda um processo difícil principalmente devido falta de estudos em longo prazo que visem compreendê-los e assim agregar valor aos produtos não madeireiros. Em estudo feito em um fragmento de FOM em Chapecó, Santa Catarina, Alarcon et al., (2011) alerta para a necessidade da realização de estudos em longo prazo, visando a manutenção de espécies chaves, bem como o seu fluxo gênico e a recolonização de novas áreas.

1.3.3. Florística e Fitossociologia Florestal

Ao avaliarmos um ecossistema pelo seu componente florestal parte do pressuposto de que o componente arbóreo é o que sustenta um ecossistema florestal, sendo então base importante para o habitat de comunidades de animais e também de outras espécies vegetais (COUTO, 2005).

A análise florística, fitossociológica e estrutural de determinada vegetação, permite comparações dentro e entre formações florestais no espaço e, caso haja um monitoramento contínuo no tempo, gera dados sobre a riqueza e a diversidade de uma determinada área, além de possibilitar a formulação de teorias, testar hipótese e produzir resultados que servirão de base para outros estudos e ações que visem a preservação e o manejo dos mesmos (MELO, 2004).

Estudos de fitossociológicos podem ser realizados por meio da análise da estrutura horizontal da floresta, obtida mediante parâmetros fitossociológicos como densidade, frequência e dominância das espécies (LONGHI et al., 2000).

Os principais parâmetros fitossociológicos usualmente calculados são:

- Densidade: expressa o número de indivíduos, de uma dada espécie, por unidade de área (por hectare).

Densidade Absoluta (DA): considera o número de indivíduos (n) de uma determinada espécie na área (ha).

$$DA = \frac{n}{\text{área}}$$

Densidade Relativa (DR): é a relação entre o número de indivíduos de uma espécie e o número de indivíduos de todas as espécies, expresso em percentagem.

$$DR = \left(\frac{n}{N} \right) \cdot 100$$

Em que:

n = número de indivíduos da espécie i;

N = número total de indivíduos;

- Frequência: considera o número de parcelas em que determinada espécie ocorre. Indica a dispersão média de cada espécie. É dada pela probabilidade de se encontrar uma espécie numa unidade de amostragem e o seu valor estimado indica o número de vezes que a espécie ocorre, num dado número de amostras (MATTEUCCI; COLMA, 1982).

Frequência Absoluta (FA): é a relação entre o número de parcelas em que determinada espécie ocorre e o número total de parcelas amostradas.

$$FA = \left(\frac{P_i}{P} \right) \cdot 100$$

Frequência Relativa (FR): é a relação entre a FA de determinada espécie com a soma das frequências absolutas de todas as espécies.

$$FR = \left(\frac{FA_i}{\Sigma FA} \right) \cdot 100$$

Em que:

P_i = número de parcelas com ocorrência da espécie i;

P = número total de parcelas;

FA_i = FA da espécie i;

ΣFA = somatório das FA de todas as espécies consideradas no levantamento;

- Dominância (DoA): expressa a proporção do espaço que cada espécie ocupa dentro da comunidade. A dominância permite avaliar a influência que cada espécie exerce nos demais componentes do ecossistema, ou seja, a taxa de ocupação do ambiente por um dado táxon ou uma comunidade, permitindo inferir sobre o grau de utilização dos recursos do ambiente por parte da população. A área basal é um dos parâmetros mais utilizados para mensurar a dominância de árvores em uma floresta em função da rapidez e da facilidade de sua mensuração (FARIAS et al., 1994). Expressa a área basal de uma espécie *i* na área.

$$DoA = \frac{g_i}{\text{área}}$$

-Dominância Relativa (DoR): é a relação da área basal total de uma espécie *i* pela área basal total de todas as espécies amostradas (*G*), em percentagem.

$$DoR = \left(\frac{g_i}{G} \right) \cdot 100$$

Em que:

g_i = área basal total da espécie *i* (m²);

G = somatória das áreas basais individuais (m²);

- Valor de Importância (VI): é a combinação, em uma única expressão, dos valores relativos de densidade, dominância e frequência, um valor que permite uma caracterização da importância de cada espécie na floresta (LAMPRECHT, 1990). O valor máximo da soma dos VI's de todas as espécies consideradas é 300, é comum que este valor seja dividido por três, para facilitar a interpretação os dados.

$$VI = DR + FR + DoR$$

- Valor de Cobertura (VC): é o somatório da densidade relativa e dominância relativa, o que possibilita representar numericamente a porcentagem aproximada da cobertura de cada espécie e de cada grupo de espécies nos diferentes estratos de vegetação de uma comunidade (BRAUN-BLANQUET, 1979). Seu valor máximo é 200, pois neste caso, considera apenas a densidade e a dominância relativas (DR e DoR), usa-se dividir o valor por dois para facilitar a interpretação dos dados.

$$VC = DR + DoR$$

Segundo Brower e Zar (1984), os índices de diversidade de espécies podem ser compreendidos como descritores da estrutura de uma comunidade, sendo consideradas comunidades muito ricas aquelas que possuem muitas espécies presentes e, igualmente abundantes. Desse modo, os índices ponderam tanto a presença de espécies como a relação de abundância nas comunidades pesquisadas.

A diversidade pode ser observada por vários índices, sendo que o Índice de Shannon-Weaver (H'), de Simpson (C') e Equabilidade de Pielou (J') são os mais utilizados em levantamentos florísticos (SAWCZUK, 2009; ALBUQUERQUE, 2009).

- Índice de diversidade de Shannon-Weaver (H'): Este índice expressa a riqueza e uniformidade, quanto maior for o valor de H' , maior será a diversidade florística da população em estudo (SANTOS, 2009). Considera igual peso entre as espécies raras e abundantes (MAGURRAN, 1988).

$$H' = \frac{\left[N \ln(N) - \sum_{i=1}^S n_i \ln(n_i) \right]}{N}$$

em que:

H' = Índice de Shannon-Weaver

n_i = Número de indivíduos amostrados da i -ésima espécie.

N = número total de indivíduos amostrados.

S = número total de espécies amostradas.

\ln = logaritmo de base neperiana.

- Índice de Simpson (C): Mede a probabilidade de 2 (dois) indivíduos, selecionados ao acaso na amostra, pertencer à mesma espécie. Uma comunidade de espécies com maior diversidade terá uma menor dominância. O valor estimado de C varia de 0 (zero) a 1 (um), sendo que para valores próximos de um, a diversidade é considerada maior (BROWER; ZAR, 1984).

Este índice é fortemente influenciado pelas espécies mais abundantes da unidade amostral enquanto é menos sensível à riqueza de espécies (LUDWIG e REYNOLDS, 1988; MAGURRAN, 1988).

$$C = 1 - \frac{\sum_{i=1}^s n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

em que:

C = índice de dominância de Simpson;

n_i = número de indivíduos amostrados da i -ésima espécie;

N = número total de indivíduos amostrados;

- Índice de Equabilidade de Pielou (J): O índice de Equabilidade de Pielou é um simples índice derivado da divisão do índice de Shannon pelo logaritmo na base 10 do número de espécies na comunidade, sendo que pertence ao intervalo $[0,1]$, onde 1 representa a máxima diversidade, ou seja, todas as espécies são igualmente abundantes. Neste sentido, indica a homogeneidade de espécies da floresta (CUBAS, 2011).

Para Pielou (1975), a diversidade de uma comunidade depende de dois fatores: o número de espécies e a igualdade com que os indivíduos estão distribuídos entre eles. Para descrever a diversidade da comunidade somente em termos do seu índice de diversidade, estes dois fatores se tornam confusos; uma comunidade com poucas espécies uniformemente distribuídas pode ter o mesmo índice de diversidade que aquelas com muitas espécies não uniformes.

É expresso a partir da seguinte equação:

$$J = \frac{H'}{H \max.}$$

$H \max = \ln(S)$.

J = Equabilidade de Pielou

S = número total de espécies amostradas.

H' = índice de diversidade de Shannon-Weaver.

A análise da estrutura vertical, considerando a posição sociológica que os indivíduos ocupam na estrutura da floresta, bem como a presença de regeneração natural, confere subsídios importantes para analisar a ordem ecológica existente no ambiente (FINOL, 1971 apud RORATO, 2012).

1.3.4. Dinâmica Florestal

Para Moscovich (2006), nos processos da dinâmica, indivíduos de várias espécies se estabelecem, crescem, reproduzem e morrem. Os indivíduos que morrem são substituídos pelo crescimento dos indivíduos vizinhos ou pelo estabelecimento de novos indivíduos da mesma ou de diferentes espécies. Cada uma dessas mudanças, ao longo do tempo, interpreta-se como uma transição de um estágio sucessional para outro.

O estudo da dinâmica se baseia no, ingresso, mortalidade e crescimento. Esses parâmetros estão entre os poucos que podem ser utilizados na predição do desenvolvimento de uma floresta natural. As estimativas desses parâmetros são obtidas, principalmente, por meio de inventário florestal contínuo com parcelas permanentes monitoradas a médio e longo prazo. Assim, o estudo da dinâmica pode possibilitar o entendimento dos processos por meio dos quais ocorrem as mudanças, em níveis de espécies e para a floresta como um todo (FIGUEIREDO FILHO. et al, 2010).

- Ingresso; O ingresso é subentendido como o processo pelo qual as árvores surgem na tabela de povoamento de parcelas permanentes depois de uma medição inicial (ALDER, 1983), ou seja, ingressos são considerados como árvores que atingiram um diâmetro mínimo pré-estipulado no planejamento do inventário, entre duas medições subsequentes, calculado com a fórmula:

$$In\% = \frac{N_{In}}{N_i} \cdot 100$$

Onde:

$In\%$ = percentual de árvores ingressas em relação ao número inicial de árvores;

N_{In} = número de árvores ingressas na segunda ocasião;

N_i = número de árvores vivas na primeira ocasião.

- Mortalidade; Refere-se ao número de árvores que na primeira ocasião estavam vivas, mas que na segunda ocasião encontravam-se mortas. A compreensão da mortalidade em florestas torna-se essencial diante das mudanças ambientais a níveis globais, como observadas atualmente, visto que a morte destes indivíduos é precursora de qualquer mudança estrutural ou funcional em ecossistemas florestais (DAS et al., 2011). É calculada pela

fórmula:

$$M\% = \frac{N_m}{N_i} \cdot 100$$

Onde:

$M\%$ – percentual de árvores mortas em relação ao número inicial de árvores;

N_m – número de árvores mortas na segunda ocasião;

N_i – número de árvores vivas na primeira ocasião.

A mortalidade está fortemente associada à estrutura da floresta. Estruturas que apresentam distribuição diamétrica semelhante à exponencial negativa, com grande número de árvores pequenas e gradual redução no número de árvores à medida que as classes de diâmetro avançam. Segundo Moser (1972), as florestas naturais poderão apresentar taxas de mortalidade mais altas que florestas que não apresentam este padrão de distribuição.

- Crescimento: Quando considerado o crescimento médio anual por um período de “n” anos, obtém-se o Incremento Periódico Anual (IPA) (SCHNEIDER, 2004).

De acordo com Vanclay (1994) e Prodan (1997), o crescimento é o aumento de dimensões de um ou mais indivíduos em uma floresta num determinado período de tempo, o qual está influenciado pelas características da espécie interagindo com o ambiente. O crescimento anual de um indivíduo, e foi obtido pela fórmula:

$$IPA = \frac{\sum_{i=1}^n (G_{\text{na segunda ocasião}} - G_{\text{na primeira ocasião}})}{N}$$

Onde:

IPA = incremento periódico anual em Área Basal;

$G_{\text{na segunda ocasião}}$ = Área Basal da i ésima árvore viva na segunda;

$G_{\text{na primeira ocasião}}$ = Área Basal da i ésima árvore viva na primeira ocasião;

$i = 1, 2, 3, \dots, n$;

N = número total de anos monitorados.

As taxas de crescimento em florestas tropicais que apresentam grande variabilidade, considerando a alta diversidade de espécies e as distintas condições ambientais à que estão

expostas (CLARK e CLARK, 1992).

Essas taxas são calculadas para cada espécie e classe diamétrica, permitindo comparações entre taxas de mortalidade de diferentes fragmentos e formações florestais (PARKER et al., 1985).

- Distribuição diamétrica: O conhecimento da estrutura diamétrica das florestas tropicais é de vital importância para o manejo florestal, uma vez que a idade é de difícil obtenção, além de apresentar valor relativo, por causa de sua ampla variação (BARROS, 1980).

De acordo com Loetsch et al., (1973), a distribuição diamétrica é um indicador do estoque de crescimento, propiciando a elaboração de conclusões a respeito da estrutura da floresta e pode ser classificada em três tipos :

a) Unimodal: são características de povoamentos equiâneos, sendo que a unimodalidade indica que a regeneração ocorre em ciclos e não continuamente;

b) Decrescente: as distribuições decrescentes são importantes, porque ocorrem em alguns tipos de florestas naturais com alta diversidade de espécies e variação de idades. Esta distribuição ocorre principalmente em florestas naturais, povoamentos florestais manejados com uma espécie em várias idades e em povoamentos florestais manejados com várias espécies e idades;

c) Multimodal: As distribuições multimodais apresentam pouca importância prática nos estudos florestais porque é uma distribuição forçada. Pode existir tanto em florestas naturais como em artificiais, onde seja utilizado um sistema de exploração apenas em certas classes diamétricas.

1.3.5. Nutrição das Plantas e Solos Florestais

O solo desempenha papel fundamental dentre os fatores que interferem na formação e entendimento das paisagens, fornecendo suporte mecânico, água e nutrientes para o estabelecimento e desenvolvimento das plantas. O estudo do solo é fundamental para melhorar o seu aproveitamento e conservação, tanto para a agricultura quanto para o meio ambiente (FERREIRA, 2007).

O solo é o produto da interação dos chamados fatores de formação, que podem ser definidos como o material de origem (tipos de rochas mais ou menos resistentes), clima (chuva, calor), relevo (declividade do terreno), organismos e tempo. O resultado da ação de

tais fatores é o aparecimento gradual de uma sequência de camadas, cada uma com diferente coloração, teor de argila e areia, estrutura, quantidade de matéria orgânica e de nutrientes disponíveis (MELLO et al., 1983).

Embora existam muitos fatores que podem afetar o crescimento das plantas, variáveis como a profundidade do solo e disponibilidade de nutrientes são consideradas preponderantes, visto que restringem os processos fisiológicos que resultam no incremento das dimensões das árvores (CURT et al., 2001). Segundo Mello et al. (1983), solo fértil é aquele que contém, em quantidades suficientes e balanceadas, todos os nutrientes essenciais em formas assimiláveis pelas plantas. Deve estar razoavelmente livre de materiais tóxicos e possuir propriedades físicas e químicas satisfatórias.

A profundidade do solo esta diretamente relacionada a declividade do relevo, que determina a quantidade de solo é carregado pela chuva. Quanto maior a declividade (terreno mais inclinado), maior é o risco de erosão, portanto mais sensível este ecossistema é as intervenções antrópicas. Associado a esses fatores tem-se a ação do sol, vento e chuva. O impacto das gotas da chuva na superfície do solo desprotegido provoca o carregamento das primeiras camadas. O processo de erosão é gradativo e varia conforme a força da chuva e declividade do terreno (SERRAT et al., 2002)

Segundo Caruso (1997) a destruição das matas é uma importante causa da erosão, pois as árvores funcionam como uma proteção para o solo. As copas das árvores amortecem o impacto das gotas da chuva. A matéria orgânica do solo, juntamente com a vegetação rasteira, facilitam a entrada da água no solo, diminuindo o volume da enxurrada. Fatos estes que ressaltam a importância da preservação principalmente em terrenos declivosos, visto que em alguns terrenos principalmente nos pedregosos e rochosos se retirada a cobertura arbórea a erosão torna impraticável o cultivo agrícola.

De acordo com Van Den Driessche (1974), o estado nutricional das plantas é controlado pela sua capacidade de absorção de nutrientes, que são dependentes da sua constituição genética, disponibilidade dos nutrientes no solo e outros fatores ambientais. Em florestas tropicais, a alta diversidade de espécies, variabilidade de solos existentes, condições distintas de relevo e interações com o clima afetam a nutrição mineral das árvores.

Os nutrientes minerais se dividem em macronutrientes (macro = grande) primários e secundários e micronutrientes. São minerais primários, que provêm da rocha mãe e não sofreram modificação química e minerais secundários, produtos da transformação ou

decomposição dos minerais primários durante a pedogênese (LAWTON, 1963).

Minerais silicatados primários, como feldspatos e micas, e secundários, como caulinita, óxidos de Fe e Al, são muito importantes para a fertilidade dos solos. Os feldspatos, por exemplo, são fontes de cálcio (Ca) e potássio (K). Os fosfatos, os sulfatos e os carbonatos são fontes de P, enxofre (S), Ca e Mg respectivamente (INDA JUNIOR et al., 2004). Portanto, a composição mineralógica determina a maior ou menor disponibilidade de elementos essenciais para as plantas, bem como de elementos que podem ser fitotóxicos (MEURER, 2007).

Os macronutrientes são assim chamados por serem absorvidos em grande quantidade pelas plantas, são macronutrientes o nitrogênio (N), o fósforo (P), o potássio (K), o Cálcio (Ca), o Magnésio (Mg) e o Enxofre (S).

Segundo Malavolta, (1980; 1987; 1997) de forma geral a função dos macronutrientes é:

- Nitrogênio: Aumenta o teor de proteína; Estimula a formação e desenvolvimento de flores e frutos; Maior vegetação e perfilhamento;

- Fósforo: Participa na produção de energia para a planta; Acelera a formação de raízes; Aumenta a frutificação; Apressa a maturação dos frutos; Aumenta o teor de carboidratos, óleos, gorduras e proteínas; Ajuda fixação simbiótica de nitrogênio;

- Potássio: Aumenta o teor de açúcares, óleos, gorduras e proteínas; Aumenta a resistência à secas, geadas, pragas e moléstias; Melhora a utilização de água; Estimula o enchimento de grãos, diminuindo o chochamento; Estimula a vegetação e perfilhamento em gramíneas; Ajuda na fixação simbiótica de nitrogênio.

- Cálcio: Colabora com a estrutura da planta; Estimula o desenvolvimento das raízes; Aumenta a resistência a pragas e moléstias; Promove maior pegamento das floradas; Ajuda na fixação simbiótica de nitrogênio.

- Magnésio: Colabora com o fósforo; faz parte da clorofila (pigmento verde da planta);

- Enxofre: Aumenta a frutificação; Aumenta o teor de carboidratos, óleos, gorduras e proteínas; Ajuda fixação simbiótica de nitrogênio.

A quantidade de alumínio (Al) existente num solo é muito importante ser conhecida, pois para a maioria das culturas esse elemento químico é tóxico, não sendo um nutriente. Se o alumínio estiver presente na análise do solo é um sinal de que ele poderá afetar a produção das culturas (SERRAT et al., 2002). O pH representa o quanto o solo está ácido,

demonstrando a necessidade da aplicação de corretivos (calcário) para que a acidez do solo diminua e ocorra um adequado desenvolvimento da cultura.

Além dos efeitos diretos associados à redução da biodiversidade, a fragmentação também desestabiliza os recursos naturais que dão suporte a diversidade biológica, como solo e água, provocando a degradação destes recursos (ARAUJO; SOUZA, 2003).

Segundo Ferreira (2007), o conhecimento da vegetação nativa remanescente de uma região e de suas relações com o solo que a suporta pode auxiliar na manutenção e aproveitamento da biodiversidade de ecossistemas, sendo grande desafio para as ciências, na atualidade, a preservação destes ambientes naturais, os quais vêm sofrendo pressões antrópicas que resultam na sua fragmentação e alteração.

Informações a respeito das exigências nutricionais das árvores de florestas tropicais são necessárias para a compreensão das respostas destes ecossistemas aos distúrbios naturais e antropogênicos. Além disso, esta compreensão permite a melhor escolha de espécies para a recuperação de áreas degradadas, manejo e preservação destas florestas (WU et al., 2007).

1.3.6. Análises estatísticas

A técnica disponível para analisar dados com mais de uma variável é conhecida como Análise Estatística Multivariada, o uso dessa técnica têm sido aplicados em diferentes áreas, como: psicologia, ciências sociais, biologia, educação, geologia, química, física, engenharia, ergonomia, entre outras. A aplicação destas técnicas em grande escala somente é possível graças ao avanço da tecnologia computacional e ao grande número de aplicativos computacionais estatísticos com módulos de análise multivariada implementada (MINGOTI, 2005).

Os elementos naturais são de característica multifatorial. Numerosos processos bióticos e abióticos interagem, contribuindo para a formação de padrões estruturais, espaciais e temporais nas comunidades biológicas. Detectar e descrever estes padrões, bem como formular hipóteses sobre as possíveis causas que os regem, constituem os principais objetivos das técnicas de análises multivariadas (LIMA, 2002).

Estudos em comunidades de plantas têm usado este tipo de análise para agrupar, unidades amostrais ou comunidades, classificar a vegetação, relacionar variáveis ambientais com as comunidades biológicas e definir prioridades na conservação de ecossistemas e espécies (TAGGART, 1994).

De acordo com Hair et al. (2005) a dificuldade de definir análise multivariada é que o termo multivariada não é usado de maneira consistente na literatura. Para ser considerada verdadeiramente como multivariada, todas as variáveis devem ser aleatórias e inter-relacionadas de maneira que seus diferentes efeitos não podem ser significativamente interpretados de forma separada.

A estatística multivariada se divide basicamente em dois grupos: um primeiro constituído pelas técnicas exploratórias de sintetização (ou simplificação) da estrutura de variabilidade dos dados, e um segundo, constituído pelas técnicas de inferência estatística. Fazem parte do primeiro grupo, métodos como a análise de componentes principais, análise fatorial, análise de correlações canônicas, análise de agrupamento, análise discriminante e análise de correspondência. Esses métodos têm um apelo prático muito interessante, pois, em geral, independem do conhecimento da forma matemática da distribuição de probabilidades geradora dos parâmetros. No segundo grupo, encontram-se os métodos de estimação de parâmetros, testes de hipóteses, análise de variância, de covariância e de regressão (MINGOTI, 2005).

A análise de agrupamento é um conjunto de técnicas que tem por objetivo identificar padrões ao formar grupos homogêneos a partir de um número de observações. Essas técnicas permitem identificar padrões de comportamento nos dados analisados, facilitando a compreensão das observações e o desenvolvimento subsequente de teorias científicas (BUSSAB et al., 1990). A partir disso, é possível inferir que determinados parâmetros estruturais e florísticos de um agrupamento formado são intrínsecos a ele e distintos dos demais grupos formados.

A análise dos componentes principais consiste em um método da estatística multivariada, que realiza a redução dos dados originais, com o objetivo de explicar a maior parte da variância dos dados a partir de um número menor de componentes não correlacionados (ANDERSON, 2003).

A análise de correspondência canônica (CCA, *Canonical Correspondence Analysis*) tem por finalidade achar a correlação máxima entre combinações lineares de dois conjuntos de descritores Y e X. É uma ferramenta adequada para ordenar e analisar matrizes duplas de dados formados por descritores biológicos e físicos. Segundo TER BRAAK (1987), este método de ordenação consiste, basicamente, em sintetizar em um gráfico com eixos perpendiculares a variação multidimensional de um conjunto de variáveis. Esta ordenação é

indicada para visualização de relações estreitas entre variáveis ambientais e abundância das espécies (KENT; COKER, 1992).

O método utiliza duas matrizes para a obtenção de suas correlações, sendo que a matriz principal contém os dados das parcelas e espécies, respectivamente nas linhas e colunas, enquanto a matriz secundária contém dados de variáveis ambientais obtidos nas mesmas parcelas amostradas (FELFILI et al., 2011).

Junto com a CCA, foi realizado o Teste de Permutação de Monte Carlo o qual determina o autovalor, com a finalidade de verificar a relação entre eixos de ordenação (espécies) e variáveis ambientais.

Inúmeros trabalhos têm sido desenvolvidos utilizando a CCA na avaliação de gradientes ambientais e sua influência sobre comunidades arbóreas, indicando a importância consolidada desta técnica. Como exemplos podem ser citados os estudos feitos por Gomes et al. (2008); Kanieski (2010); e Floss (2011) onde trabalhou-se na ordenação da vegetação em Floresta Ombrófila Mista de gradientes ambientais.

1.4. MATERIAIS E MÉTODOS

1.4.1 Caracterização da Área de Estudo

O estudo foi realizado em um fragmento florestal localizado no município de Reserva do Iguaçu, região Centro Sul do Paraná. O município localiza-se em uma altitude de 920 m e Latitude sul de $-25^{\circ}48'$ e longitude oeste de $52^{\circ}07'$.

A unidade amostral (Figura 1) instalada nesta região compõe um projeto que visa o monitoramento das florestas no Paraná, com unidades presentes na Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Ombrófila Mista, coordenadas pelo Prof. Dr. Luciano Farinha Watzlawick.

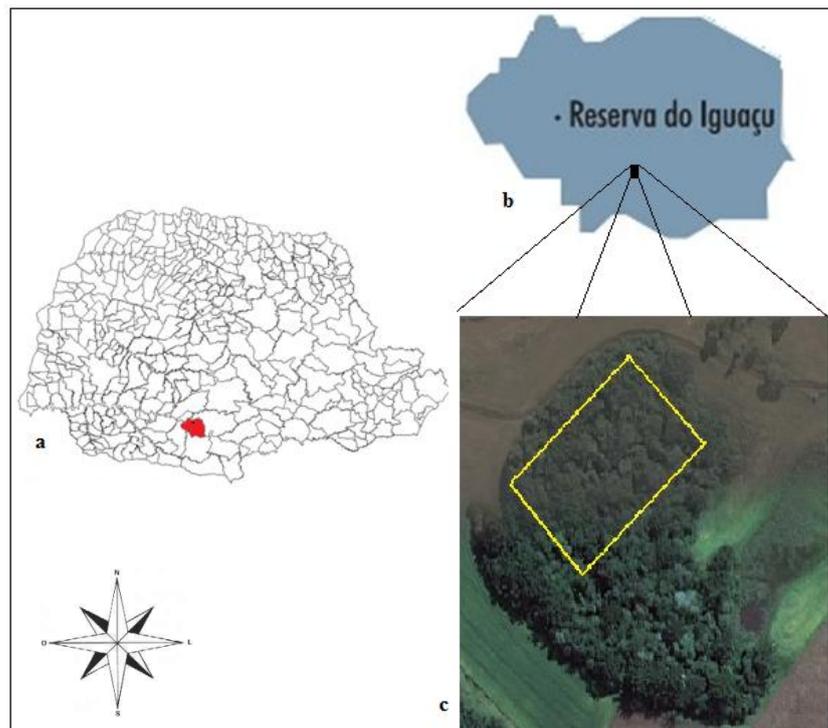


Figura 1: Localização do município de Reserva do Iguaçu (b) no mapa do Paraná (a) e disposição da parcela dentro do fragmento (c).

A parcela foi instalada no ano de 2007, e realizada na mesma época o inventário de todas as árvores com diâmetro acima de 5 cm. A parcela foi remeida nos anos de 2009 e 2012. Para dinâmica, são considerados dois períodos: o primeiro de 2007 a 2009 e o segundo de 2009 a 2012.

As principais atividades econômicas da região são o cultivo de soja, trigo, milho e

feijão, agropecuária que engloba principalmente gado leiteiro e de corte e piscicultura.

A área estudada (Figura 2 e 3) foi explorada de forma indiscriminada na retirada de espécies florestais que eram destinadas tanto para a fabricação de palanques e tábuas, como na utilização como lenha. Ainda serviu por cerca de 2 anos como criadouro de javalis.

Desde 2005 a área não mais é utilizada, nem manejada de forma alguma, não obstante, por não encontrar-se cercada a entrada de animais como gado, galinhas, porcos e animais domésticos é comum.



Figura 2: Foto do fragmento visto da parte mais baixa do terreno.



Figura 3: Vista interna da floresta: a) Condição de relevo declivoso; b) Detalhe de uma nascente; c) Detalhe da rochiosidade do terreno; d) Detalhe da pedregosidade do terreno.

O fragmento encontra-se a menos de 1Km da Estação Ecológica do Rio dos Touros que é classificada como área de Proteção Integral e tem por objetivo a preservação da natureza e a realização de pesquisas científicas. Esta estação possui cerca de 1.231,06 hectares de extensão e foi criada em 05 de junho de 2001 para compensação ambiental da Usina Hidrelétrica Governador Ney Braga (COPEL, 2008).

1.4.2. Instalação da Unidade Amostral

A unidade amostral foi instalada no ano de 2007, com área total de 4.800 m² (60 x 80 m). A fim de facilitar a coleta dos dados, a unidade amostral foi subdividida em 48 subunidades de 100 m² (10 x 10 m), tendo as extremidades demarcadas com estacas de madeira, conforme Figura 4.

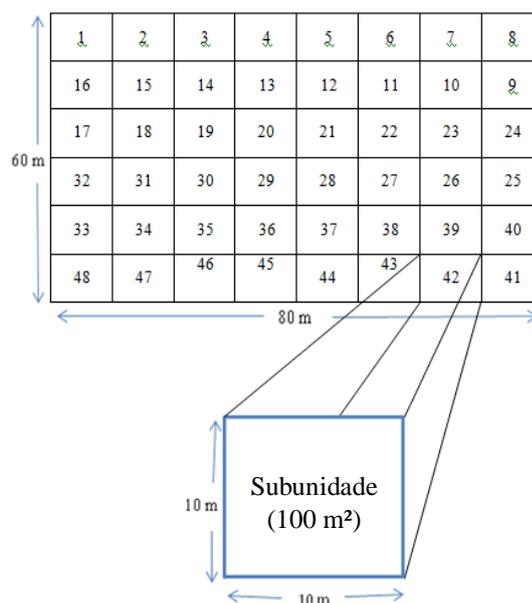


Figura 4: Representação da distribuição das subunidades dentro da parcela permanente, área estudada, Reserva do Iguaçu, PR.

Na coleta de dados, todos os indivíduos com diâmetro a altura do peito (DAP) ≥ 5 cm foram avaliados. Os indivíduos foram numerados com etiquetas de metal à altura de 1,20 metro, identificados e alocados em croqui (x,y).

1.4.3. Solos

A região de Reserva do Iguaçu está na formação geológica da Serra Geral ou Derrame de Trapp (MINEROPAR, 2001) que constitui o segundo e o terceiro Planalto, fazendo parte da formação geológica da bacia do Rio Paraná. Na porção do Terceiro Planalto durante a era mesozóica, há cerca de 130 milhões de anos (AMARAL et al., 1966; CORDANI et al., 1980), deu origem às rochas que se destacam na região. As lavas extravasadas em numerosas fissuras eram, em sua grande maioria, básicas (PETRI; FÚLFARO, 1988), consolidando-se em basaltos.

Nesta formação, segundo Bellieni et al. (1986), 90% em volume são de rochas efusivas básicas, 7% de efusivas intermediárias e 3% de rochas ácidas. A região estudada localiza-se em área onde ocorreram vulcanismos ácidos da bacia do Paraná denominados tipo Chapecó, presente no centro e no norte da Bacia, além de vulcanismos básicos da formação Serra Geral. As rochas ácidas do tipo Chapecó estão entre quartzolitos, riolacitos e riólitos,

enquanto as rochas básicas, dominantes no restante da bacia, estão entre basaltos toleíticos e andesi-basaltos.

De acordo com a legenda atualizada dos Solos do Paraná são classificados, na escala 1:600.000, como Neossolos Litólicos (EMBRAPA, 2006) evidenciando o predomínio local desta classe de solo, o que em grande medida condiciona todo tipo de avaliação das áreas em estudo. Outro estudo feito LACTEC (2008) com um detalhamento maior do solo, do uso atual e potencial e o mapeamento na escala 1:50.000, permite a identificação das unidades de estudo como Neossolo Litólico.

Neossolos Litólicos são solos minerais pouco desenvolvidos e pouco profundos, com presença de rochas consolidadas pouco intemperizadas. É comum observar o horizonte A assentado diretamente sobre a rocha, mas apresenta também horizonte B relativamente desenvolvido, porém pouco espesso. Os Neossolos Litólicos são formados a partir de rochas vulcânicas ácidas, apresentando um contínuo processo de rejuvenescimento, ou seja, de liberação de minerais na parte solúvel do solo devido a presença do material de origem próximo a superfície. Em geral ocorre em rampas muito inclinadas, áreas de relevo montanhoso, existindo também nas regiões semi-áridas em relevos planos. Estes solos encontram-se quase sempre associados a afloramentos de rocha (EMBRAPA, 2005).

As restrições quanto ao uso dos solos desta unidade referem-se a pouca espessura do “solum” (horizontes A + B), a topografia acidentada e aos afloramentos de rochas, que os enquadra, de acordo com o Sistema de Avaliação de Aptidão Agrícola das Terras, publicado pela EMBRAPA/CNPQ (1999), na Classe VIII, prevendo seu uso somente como mata nativa, abrigo para a fauna silvestre, ambiente para recreação e para o armazenamento de água.

1.4.4. Clima

A classificação climática de Köppen baseia-se fundamentalmente na temperatura, na precipitação e na distribuição de valores de temperatura e precipitação durante as estações do ano. Segundo essa classificação, praticamente toda a região do médio Iguaçu possui o tipo climático Cfb (IAPAR, 2000). Este tipo climático é caracterizado por chuvas bem distribuídas e verões brandos, com pluviosidade média de 1500 mm/ano. A temperatura média do mês mais frio fica abaixo de 18°C (mesotérmico), e a temperatura média no mês mais quente abaixo de 22°C e sem estação seca definida.

Dados referentes à umidade relativa do ar e sobre os ventos que circulam na região

também foram obtidos através da estação meteorológica do município de Pinhão. Os valores médios da umidade relativa do ar variaram entre 74,6% e 84,0%. Com relação aos valores médios de velocidade dos ventos os valores estiveram entre 2,3 e 3,0 m/s. O valor Máximo já registrado na região foi de 23,0 m/s (COPEL, 1987).

A precipitação pluvial é um parâmetro bem monitorado na região, levando-se em consideração que existem 80 estações pluviométricas na bacia do Iguaçu. A precipitação média anual na região de Segredo resultou em 2005 mm, sendo que o mês de outubro foi o que obteve a maior média de precipitação (COPEL, 2008).

1.4.5. Vegetação

De acordo com o RIMA - Relatório de Impacto Ambiental da UHE de Segredo (COPEL, 1987) e o Plano de Manejo da Estação Ecológica Rio dos Touros/UHE de Segredo (FUPEF, 1992) o fragmento se enquadra na seguinte descrição;

O estágio avançado de desenvolvimento da floresta compreende a vegetação lenhosa de porte mais avantajado e estrutura mais complexa. Seu dossel é situado a uma altura igual ou superior a 15m e se apresenta mais heterogêneo, em função da maior diferenciação dimensional dos indivíduos arbóreos que o compõem (maior amplitude dimensional). Ocorrem árvores de porte mais avantajado, que podem sobressair sobre as demais (árvores emergentes). A estratificação vertical também é mais complexa, demonstrando a tendência da diferenciação em estratos arbóreos definidos. A taxa de regeneração das árvores do dossel é maior, o que indica uma tendência para a estabilização da composição florística. Esta classe engloba as comunidades popularmente conhecidas como “capoeirão” e floresta primária ou secundária avançada (florestas clímax).

Constituem zonas de contato (ecótono) entre dois grandes tipos florestais: a Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucária) e a Floresta Estacional Semidecidual. Em função das condições topográficas da área de estudo, marcada por terrenos de elevada declividade, a faixa ecotonal é muito estreita, uma vez que o fator altimétrico exerce grande influência sobre a distribuição dos tipos florestais. Já que a área de estudos encontra-se na porção mais elevada em relação a barragem é abrangida pela Floresta Ombrófila Mista. A mesma situação é descrita no Plano de Manejo da Estação Ecológica Rio dos Touros (FUPEF, 1992) e da mesma forma no Relatório de Impacto Ambiental da UHE Segredo (COPEL, 1987).

1.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALARCON, G. G.; DA-RÉ, M. A.; FUKAHORI, S.T.; ZANELLA, L.R.; Fragmentação da Floresta com Araucária e ecossistemas associados no Corredor Ecológico Chapecó, Santa Catarina, **Biotemas**, 24 (3): 25-38, setembro de 2011.

ALBUQUERQUE, J. M: **florística, estrutura e aspectos físicos de Floresta Ombrófila Mista em sistema faxinal no município de Rebouças, Paraná**. 2009. 164 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Estadual do Centro Oeste, Irati, Pr, 2009.

ALDER, D. **Growth and yield of the mixed forests of the humid tropics: a review**. Oxford: FAO Report, 1983.

AMARAL, G.; CORDANI, U.G.; KAWASHITA, K.; REYNOLDS, J.H. Potassium-argon dates of basaltic rocks from southern Brazil. **Geochimica Cosmochimica Acta**, v.30, p.159-189, 1966.

ANDERSON, T. W. **An Introduction to Multivariate Statistical Analysis**. Hoboken: John Wiley and Sons, 2003. 721p.

ARAUJO, M. R.; SOUZA, C. O. Fragmentação Florestal e a Degradação das Terras. In COSTA B. R. (org). **Fragmentação Florestal e Alternativas de desenvolvimento rural na Região Centro – Oeste**. Campo Grande: UCDB, 2003, 240p.

AZAMBUJA, S. de. **Estudo e implementação da análise de agrupamento em ambientes virtuais de aprendizagem**. 2005. 197 f. Dissertação (Mestrado em Informática) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

BALMFORD, A.; BRUNER, A.; COOPER, P.; COSTANZA, R.; FARBEER, S.; GREEN, R. E.; JENKINS, M.; JEFERISS, P.; JESSAMY, V.; MADDEN, J.; MURO, K.; MYERS, N.; NAEEM, S.; PAAVOLA, J.; RAYMENT, M.; ROSENDO, S.; ROUCHGARDEN, J.; TRUMPER, K.; TURNER, R. K. **Economic Reasons for Conserving Wild Nature**, *Science*, 297: p. 950 – 953, 2002.

BARROS, P.L.C. de. **Estudo das distribuições diamétricas da floresta do Planalto Tapajós – Pará**. 1980. 123 f. Dissertação (Mestrado em Manejo Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba - PR, 1980.

BELLIENI, G.; COMIN, C. P.; MARQUES, L.S.; MELFI, A.J.; NARDY, A.J.R.; PAPTRECHAS, C.; PICCIRILLO, E. M.; ROISENBERG, A.; STOLFA, D. Petrogenetic aspects of acid and basaltic lavas from the Paraná Plateau (Brazil): Geological, Mineralogical and Petrochemical relationships. **Journal of Petrology**, v.27, p.915-944,

1986.

BRASIL. Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Brasília: Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, 2006. Seção 1, p. 1.

BRAUN-BLANQUET, J. Fitosociologia. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. Madrid: H. Blume Ediciones, 1979. 820p.

BROWER, J. E.; ZAR, J. H. 1997. Field and laboratory methods for general ecology. W. C. Brown Company Publishers, Iowa. Cambridge university Press, Cambridge. 632 p.

BUSSAB, W. de O.; MIAZAKI, E.S.; ANDRADE, D.F. Introdução à Análise de Agrupamentos. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA, 9., São Paulo: Associação Brasileira de Estatística, 1990. 105 p.

COPEL – Companhia Paranaense de Energia / MDK-CENCO. 1987. Estudo de Impacto Ambiental da Usina Hidrelétrica de Segredo, Rio Iguacu – Parana. Elaborado pelo consorcio MDK-CENCO. Curitiba: COPEL. Relatório técnico.

COPEL – Companhia Paranaense de Energia. 2008. Informações obtidas em 21/11/2008 a partir do Banco de Dados da COPEL, fornecidos pela Diretoria de Geracao e Transmissao de Energia e de Telecomunicacoes – DGT, Superintendencia de Planejamento da Operacao e Comercializacao de Energia – SPO, Departamento de Gerenciamento de Recursos Hidricos – DRHI. Curitiba: COPEL.

COPEL – Companhia Paranaense de Energia. 2008. Informações obtidas em 21/11/2008 a partir do Banco de Dados da COPEL, fornecidos pela Diretoria de Geracao e Transmissao de Energia e de Telecomunicacoes – DGT, Superintendencia de Planejamento da Operacao e Comercialização de Energia – SPO, Departamento de Gerenciamento de Recursos Hidricos – DRHI. Curitiba: COPEL.

COPEL- Companhia Paranaense de Energia / MDK-CENCO. 1987. Relatório de Impacto Ambiental da Usina Hidrelétrica de Segredo, Rio Iguacu – Parana. Elaborado pelo consorcio MDK-CENCO. Curitiba: COPEL, 1 volume.

CORDANI, U.G.P.; SARTORI, L.P.; KAWASHITA, K. Geoquímica dos isótopos de estrôncio e a evolução da atividade vulcânica na Bacia do Paraná (sul do Brasil) durante o período Cretáceo. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.52, p.811-818, 1980.

COUTO, H. T. Z. do. Métodos de inventário da biodiversidade de espécies arbóreas. Piracicaba: ESALQ/FAPESP – Programa Biota, 2005. 108 p.

CUBAS, R.; **Florística, estrutura e dinâmica em uma Floresta Ombrófila Mista no norte do estado de Santa Catarina**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – UNICENTRO, Irati, 2011, 148 p.

CURT, T.; BOUCHAUD, M.; AGRECH, G. Predicting site index of Douglas-Fir plantations from ecological variables in the Central area of France. **Forest Ecology and Management**, v. 149, p.61-74, 2001.

DAS, A.; BATTLES, J.; STEPHENSON, N. L.; VAN MANTGEM, P. J. The contribution of competition to tree mortality in old-growth coniferous forests. **Forest Ecology and Management**, v. 261, n. 7, p.1203-1213, 2011.

DUTRA, T. L.; STRANZ, A. Paleogeography and the fossil record of Araucariaceae Henkel & Hochstetter 1865. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, São Paulo, v. 71, n. 4, p. 810-811, 1999.

EMBRAPA/IAPAR, Londrina, 1984. 791 p. EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – 2a ed. – Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

FAO. **State of the World's Forest**. Rome: Food and Agriculture of the United Nations, 2011.

FARIAS, J. A. C.; TEIXEIRA, I. F.; PES, L.; ALVAREZ FILHO, A. Estrutura Fitossociológica de uma Floresta Estacional Decidual na Região de Santa Maria – RS. **Ciência Florestal**. v. 4, n. 1, p. 109-128, 1994.

FELFILI, J. M. et al. Análise Multivariada: princípios e métodos em estudos de vegetação. In. **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos**. Viçosa: Ed. UFV, v. 1, 2011. 556p.

FERREIRA, I. C. M.; **Associações entre solos e remanescentes de vegetação nativa em Campinas** / Dissertação (Mestrado) Agricultura Tropical e Subtropical. Campinas, 2007. 107 p.

FIGUEIREDO FILHO, A.; DIAS, A. N.; STEPKA, T. F.; SAWCZUK, A. R. Crescimento, mortalidade, ingresso e distribuição diamétrica em floresta Ombrófila mista **Floresta**, Curitiba, PR, v. 40, n. 4, p. 763-776, out./dez. 2010.

FINOL, U. H. Nuevos parámetros a considerarse en el análisis estructural de las sevas virgens tropicales. **Revista Forestal Venezolana**, Merida, v.14, n. 21, p. 29- 42. 1971.

FISCHER, J. & LINDENMAYER, D.B. Small patches can be valuable for biodiversity

conservations: two case studies on birds in southeastern Australia. **Biological Conservation**, v.106, p.129-136, 2002.

FLOSS, P. F. **Aspectos ecológicos e fitossociológicos no entorno de nascente em formações florestais do oeste de Santa Catarina**. 2011. 153 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

FORMAN, R.T.T. & GODRON, M. **Landscape ecology**. New York: John Wiley, 1986, 619p.

FUNDAÇÃO DE PESQUISAS FLORESTAIS DO PARANÁ – FUPEF / COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA – COPEL. Plano de Manejo da Estação Ecológica do Rio dos Touros. Curitiba. 1992. 216 p.

GOMES, J. F.; LONGHI, S. J.; ARAÚJO, M. M.; BRENA, D. A. Classificação e crescimento de unidades de vegetação em Floresta Ombrófila Mista, São Francisco de Paula, RS. **Ciência Florestal**, v. 18, n. 1, p.93-107, 2008

GRADWOHL, J.; GREENBERG, R. Small forest reserves: making the best of a bad situation. **Climatic change**, v. 19, p. 235-256, 1991.

GUERRA, M. P.; SILVEIRA, V.; REIS, M. S. dos; SCHNEIDER, L. Exploração, manejo e conservação da araucária (*Araucária angustifolia*). In: SIMÕES, L. L.; LINO, C. F. (Ed.). **Sustentável Mata Atlântica: a exploração de seus recursos florestais**. 1. ed. São Paulo: SENAC, 2002. p. 85-102.

HACK, C. **Respostas da vegetação remanescente e da regeneração natural em Floresta Ombrófila Mista cinco anos após intervenções de manejo**. 2007. 96 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

HAIR, J.; et al. **Análise multivariada de dados**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

IAPAR. Instituto Agrônomo do Paraná. **Cartas Climáticas do Paraná**. Versão 1.0.2000.(formato digital) 1 CD, 2000.

INDA JUNIOR, A.V.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P.C. Composição da fase sólida mineral do solo. In: MEURER, E.J., ed. **Fundamentos de química do solo**. 2.ed. Porto Alegre: Gêneses, 2004. 290p.

KANIESKI, M. R. **Caracterização florística, diversidade e correlação ambiental na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS.** 2010. 101 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

KENT, M.; COKER, P. *Vegetation description and analysis, a practical approach.* **Belhaven**, London, 1992. 363p

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos Trópicos:** ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas – possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado. Eschborn: Deutsche Gessells chaft fur technisch Zusammenarbeti (GTZ) GmbH, 1990. 343 p.

LAWTON, K. Composición química de los suelos. In: BEAR, F.E. **Química del Suelo.** Madrid: Ediciones Interciencia, 1963. p.63-100.

LEITE, P. F. **As diferentes unidades fitoecológicas da Região Sul do Brasil:** proposta de classificação. 160 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 1994.

LEITE, P. F. Contribuição ao conhecimento fitoecológico do Sul do Brasil. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, v. 1, n. 1, p. 51-73. 2002.

LEITE, P. F; KLEIN, R. M. Vegetação. In: IBGE. **Geografia do Brasil:** Região Sul. Rio de Janeiro, 1990. p. 115-150.

LIMA, J.D. A. **análise econômico-financeira de empresas sob a ótica da estatística multivariada.** 2002. 178p.. Dissertação (Mestrado) -Setores de Tecnologia e de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná. Curitiba.

LINDMAN, C. A. M; FERRI, M. G. **A vegetação do Rio Grande do Sul.** São Paulo: Universidade de São Paulo, 1974. 377 p.

LOETSCH, F.; ZOHRER, F.; HALLER, K.E. **Forest Inventory.** Munchen: BLV, Verlagsgessellschaft mbH, 1973.469 p.

LONGHI, S. J. et al. Aspectos fitossociológicos de fragmento de floresta estacional decidual, Santa Maria, RS. **Ciência Florestal**, v. 10, n. 2, p. 59-74. 2000.

MAGURRAN, A. E., **Ecological diversity and its measuremnts.** London: Croom Helm, 1988.

MALAVOLTA, E. **ABC da análise de solos e folhas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1992. 124p.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251p.

MALAVOLTA, E. **Manual de calagem e adubação das principais culturas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1987. 496p.

MARQUESINI, N. R. **Plantas usadas como medicinais pelos índios do Paraná e Santa Catarina, Sul do Brasil**: guarani, kaingang, xokleng, ava-guarani, kraô e cayuá. 1995. 145 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 1995.

MEDEIROS, J. de D. Mata Atlântica em Santa Catarina: situação atual e perspectivas futuras. In: SCHAFFER, W.; PROCHNOW, M. (Ed.). **A Mata Atlântica e você**: como preservar e se beneficiar da mais ameaçada floresta brasileira. 1. ed. Brasília: APREMAVI, 2002. p. 103-109.

MEDEIROS, J. de D.; SAVI, M.; BRITO, B. F. A. de. Seleção de áreas para criação de Unidades de Conservação na Floresta Ombrófila Mista. **Biotemas**, Florianópolis, v. 18, n. 2, p. 33-50, 2005.

MELLO, F. A. F. de; BRASIL SOBRINHO, M. de O. C; ARZOLA, S; SILVEIRA, R. I; COBRA NETTO, A; KIEHL, J. de C. **Fertilidade de Solos**. São Paulo: Nobel, 1983. 400p.

MELO, M. S. **Florística, fitossociologia e dinâmica de duas florestas secundárias antigas com história de uso diferentes no nordeste do Pará-Brasil**. 2004. 116p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

METZGER, J. P. Como lidar com regras pouco óbvias para conservação da biodiversidade em paisagens fragmentadas. **Natureza & Conservação**, Curitiba, v. 4, n. 2, p. 11-23, 2006.

MEURER, E. J. Fatores que influenciam o crescimento e o desenvolvimento das plantas. In: NOVAIS et al. **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.65-90.

MINEROPAR - Minerais do Parana (2001). Atlas Geologico do Estado do Parana. Disponível em http://www.mineropar.pr.gov.br/arquivos/File/publicacoes/relatorios_concluidos/10_relatorios_concluidos.pdf . Acesso em 24 de maio de 2012.

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

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

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Cadastro de Unidades de Conservação.** 2010. Disponível em <www.mma.gov.br>. Acesso em: 12 out.. 2012.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Proteção e recuperação da Floresta com Araucárias.** Propostas de criação de novas Unidades de Conservação Federais no Paraná e em Santa Catarina. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis e Grupo de Trabalho Araucárias Sul, 2005. 8 p.

MOSCOVICH, F. A. **Dinâmica de crescimento de uma Floresta Ombrófila Mista em Nova Prata, RS.** 130 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

MOSER Jr., J. W. Dynamics of an uneven-aged forest stand. **Forest Science**, v. 18, n. 3, p. 184-191, 1972.

MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. **Trends in Ecology & Evolution**, London, v. 10, n. 2, p. 58-62, 1995.

NARVAES, I.S. da. **Classificação e caracterização da regeneração natural em Floresta Ombrófila Mista na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS.** Santa Maria: UFSM, 2004. 114 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade de Santa Maria, 2004.

NASCIMENTO, A. R. T.; LONGHI, S. J.; BRENA, D. A. Estrutura e padrões de distribuição espacial de espécies arbóreas em uma amostra de Floresta Ombrófila Mista em Nova Prata, RS. **Ciência Florestal** 2001.105-119.

OERTLI, B.; JOYCE, D.A. CASTELLA, E.; JUGE, R.; CAMBIN, D. ; LACHAVANNE, J.B. Does size matter The relationship between pond and biodiversity. **Biological Conservation**, v. , 2002.59-70. 104 p.

PARKER, G.R., LEOPOLD, D.J., EICHENBERGER, J.K., Tree dynamics in an old-growth, deciduous forest. **Forest Ecology and Management**, v. 11, p.31–57, 1985.

PETRI, S.; FÚLFARO, V.J. **Geologia do Brasil**. 1. ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1988. 631p.

PIELOU, E.C. **Ecological Diversity**. New York: John Wiley. 1975. 165 p.

PIRES, A. S.; FERNANDEZ, F. A. S. & BARROS, S. C. Vivendo em um mundo em Pedacos: Efeitos da Fragmentação Florestal sobre Comunidades e Populações Animais. In ROCHA, C. F. D.; BERGALLO, M. G.; SLUYS M. VAN & ALVES, A. M. S. *Biologia da Conservação Essências*. São Carlos: Rima, 2006, 582p.

PROCHNOW, M. **O Parque Nacional das Araucárias e a Estação Ecológica Mata Preta**: Unidades de Conservação da Mata Atlântica. Rio do Sul: APREMAVI, 2009. 71 p.

PRODAN, M., **Mensura Forestal**. San Jose: GTZ, 1997. 561 p.

RODRIGUES, A. L.; **Dinâmica e correlações ambientais em um remanescente de Floresta Ombrófila Mista Aluvial em Guarapuava, PR**, 2012.133p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – UNICENTRO, Irati, PR.

RORATO, D. G. Fitossociologia de espécies nativas de mata ciliar no entorno do Reservatório Divisa, São Francisco de Paula, RS. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, centro de Ciências Rurais, RS, 2012, 109 p.

SAMBATTI, J. A. **Mineralogia e adsorção de fósforo da fração argila de latossolos provenientes do intemperismo de rochas vulcânicas do terceiro planalto paranaense**. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2004. 211p. Tese (Doutorado em Agronomia).

SANQUETTA, C. R.; MATTEI, E. **Perspectiva de Recuperação e manejo sustentável das Florestas de Araucária**. Curitiba: Multi-Graphic Gráfica e Editora, 2006. 264 p.

SANTOS, V.K. **Uma Generalização da Distribuição do Índice de Diversidade Generalizado por Good com Aplicação Em Ciências Agrárias**. Recife. 2009. 56 f Dissertação (Mestrado em Biometria e estatística) - Universidade Federal Rural de Pernambuco Departamento de Estatística e Informática. Pernambuco, 2009.

SANTOS, J. E; NOGUEIRA, F; PIRES, J. S. R.; OBARA, A. M . R. **The value of the Ecological Station of Jataí's services and natural capital**. Revista Brasileira de Biologia, 61 (2): 171 – 190, 2001.

SCHNEIDER, P. R. **Manejo Florestal**: Planejamento da produção florestal. Santa Maria:

UFSM, 2004. 493p.

TAGGART, J. B. Ordination as na aid in determining priorities for plant community protection. **Biological Conservation**, v. 68, p. 135-141, 1994.

VAN DEN DRIESSCHE, R. Prediction of mineral nutrient status of trees by foliar analysis. **Botanical Review**, v.40, p.347–395, 1974.

VANCLAY, J. K. **Modeling forest growth and yield**. Copenhagen: Cab. International, 1994. 312p.

VIANA, V. M; PINHEIRO, L. A. F. V. Conservacao da Biodiversidade em fragmentos florestais. Série Técnica IPEF: ESALQ/USP, 12: 25-42, 1998.

WU,C. C.; TSUI,C. C.; CHANG-FU HSEIH,C. F.; ASIO,V. B.; CHEN, Z. S. Mineral nutrient status of tree species in relation to environmental factors in the subtropical rain forest of Taiwan, **Forest Ecology and Management**, v. 239, n. 1-3, p. 81-91, 2007.

2. FLORÍSTICA E DINÂMICA DE UM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA EM RESERVA DO IGUAÇU, PARANÁ

RESUMO

A composição florística, estrutura horizontal, distribuição diamétrica e a dinâmica (ingresso, crescimento, mortalidade) foram avaliadas em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, localizado em Reserva do Iguaçu – PR. A parcela possui 4800m² e foi subdividida em 48 subparcelas de 10m x10m (100m²) cada, a parcela permanente foi instalada no ano de 2007 e remeida nos anos de 2009 e 2012. Foi realizado um censo das árvores existente no fragmento e encontradas 2889 ind./ha em 2007, 2848 ind./ha em 2009 e 2877 ind./ha em 2012. Nas medições foram encontradas no total 57 espécies arbóreas, distribuídas em 24 famílias e 45 gêneros, durante o período avaliado houve a extinção de uma família, a Anacardiaceae, a qual encontrava-se na primeira e segunda medição e não mais na em 2012. Os índices de diversidade de Shannon (H'), Simpson (C) e índice de equabilidade de Pielou (J) indicaram que a área estudada possui uma alta diversidade e homogeneidade florística. De acordo com os parâmetros fitossociológicos de estrutura horizontal, *M. stipitatum*, *A. niopoides*, *C. vernalis*, *D. sorbifolia*, *S. romanzoffiana* e *S. commersoniana* são as espécies mais importantes do fragmento sob estudo. A floresta apresentou uma distribuição diamétrica decrescente, como esperado. A floresta apresentou área basal de 13,17 m².ha⁻¹, 14,25 m².ha⁻¹ e 14,72 m².ha⁻¹ nos anos de medição de 2007, 2009 e 2012 respectivamente. O incremento periódico anual foi avaliado de 0,57 m².ha.ano⁻¹ no primeiro período (2007-2009) e de 0,65 m².ha.ano⁻¹ para o segundo período (2009-2012). A taxa anual de mortalidade dos indivíduos arbóreos foi maior que a de ingresso. Os resultados da área basal indicam que a floresta continua crescendo para atingir seu estoque completo e sua consequente maturidade.

Palavra-chave: florística, dinâmica, fragmento florestal.

ABSTRACT

The floristic composition, horizontal structure, diameter distribution and dynamics (ingress, mortality, increase) were evaluated in a fragment of Araucaria Forest, located in Reserva do Iguaçu – PR (Brasil). The plot has 4800m² and was subdivided into 48 subplots of 10mx10m (100m²) each, the permanent portion was established in 2007 and new measurement the years 2009 and 2012. Measures were all the trees of the forest and found 2889 sp./ha in 2007, 2847 sp./ha in 2009 and 2877 sp./ha in 2012. Measurements were found in total 57 species, distributed in 24 family and 45 genus, during period were evaluated extinction a family, Anacardiaceae, which was in the first and second measurement and no more in 2012. The Shannon diversity indicator (H'), Simpson (C) and evenness indicator (J) indicated that the study area has a high floristic diversity and homogeneity. According to the phytosociological parameters of horizontal structure, *M. stipitatum*, *A. niopoides*, *C. vernalis*, *D. sorbifolia*, *S. romanzoffiana* and *S. commersoniana* are the most important species of the fragment under study. The forest showed a decreasing diameter distribution, as expected. The forest showed a basal area of 13,17m².ha⁻¹, 14,25m².ha⁻¹ and 14,72 m².ha⁻¹ in the measurement years 2007, 2009 and 2012 respectively. The annual periodic increment was evaluated 0,57 m².ha.year⁻¹ in the first period (2007-2009) and 0,65 m².ha.year⁻¹ for the second period (2009-2012). The annual rate of mortality of individual was greater than the ingress. The results of the basal area, indicating that the forest continues to grow to reach their full stock and its ripeness.

Keyword: Floristic, dynamics, forest fragment.

2.1. INTRODUÇÃO

As florestas tropicais primárias estão entre os ecossistemas terrestres mais ricos em espécies do planeta. No entanto, a maneira pela qual a composição de espécies sofre mudanças ao longo do tempo e a sucessão continua mal compreendida. Alterações na composição de espécies são ocasionadas por interações complexas entre fatores locais, histórico do sítio, dinâmica da paisagem e fatores regionais (CHAZDON, 2012).

Dentro da floresta tropical a Floresta Ombrófila Mista encontra-se entre as tipologias mais ameaçadas, visto que, inicialmente, a formação ocupava uma superfície aproximada de 200.000 km², passando a representar 0,7% da área original, considerando remanescentes em estágios primários e avançados de sucessão (BRASIL, 2002). Considerando a grande importância ambiental e econômico-social, o potencial e a complexidade que a FOM apresenta para a região Sul do país, são fundamentais o estudo e o conhecimento do comportamento de suas características estruturais ao longo do tempo (Sawczuk et al, 2012).

A análise da florística, fitossociologia e dinâmica de determinada vegetação, permite comparações dentro e entre formações florestais no espaço e, caso haja um monitoramento contínuo, no tempo, gera dados sobre a riqueza e a diversidade de uma determinada área, além de possibilitar a formulação de teorias, testar hipótese e produzir resultados que servirão de base para outros estudos (MELO, 2004). Segundo Grombone et al. (1990), dinâmicas são de máxima importância para a caracterização do papel exercido por cada espécie dentro da fitocenose e também contribuem de forma decisiva na indicação dos estágios sucessionais e para melhor avaliação da influência de fatores de clima, solo e ação antrópica nas comunidades vegetais. Torna-se fundamental a compreensão para identificação de estratégias conservacionistas em fragmentos (VIANA; PINHEIRO, 1998) sendo estes, por vezes, menosprezado quanto a sua importância ambiental e preservação da biodiversidade.

O estudo e compreensão dos fragmentos é de extrema importância visto que contribuem com a manutenção da biodiversidade. O conjunto dos seres vivos que habita um país constitui um patrimônio insubstituível, porque, cada espécie, bem como cada população, abriga na sua composição genética a informação de milhões de anos de adaptações evolutivas (KANIESKI, 2010).

Desta forma, este trabalho teve como objetivo avaliar a composição florística, fitossociológica e dinâmica de um fragmento da Floresta Estacional Ombrófila Mista, Reserva do Iguaçu (PR), avaliando;

- se o fragmento, apesar do tamanho, possui relevância em relação à preservação da biodiversidade;

- se o fragmento está em processo de regeneração;

2.2. MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1. Suficiência amostral

Foi avaliada através da curva do coletor, que consiste na determinação da suficiência amostral, considerando como critério de estabilidade o aumento de menos de 10% no número de novas espécies para um aumento de 10% na área de amostragem.

2.2.2. Avaliação da Composição e diversidade Florística

As árvores que atenderam ao critério de inclusão ($DAP \geq 5$ cm), foram identificadas a nível de espécie conforme nomenclatura do Sistema APG, Angiosperm Phylogeny Group III (APG III, 2009). A identificação botânica (taxonômica) foi realizada inicialmente *in loco*, bem como baseada na literatura especializada, consultas em herbários e especialistas. . Para melhor entender a diversidade do estado atual da floresta na área de estudo, foi calculado o Índice de Shannon (H'), índice de equitabilidade de Pielou (J) e o Índice de Dominância de Simpson (C). Vide item 1.3.3 capítulo 1.

2.2.3 Avaliação da composição Fitossociológica

Para os cálculos dos índices fitossociológicos utilizaram-se os mesmos parâmetros já avaliados por diversos autores como, Ziller (1992), Guapyassú (1994), Longhi (1980), que fizeram uso das variáveis: Densidade Absoluta, Densidade Relativa, Dominância Absoluta, Dominância Relativa, Frequência Absoluta, Frequência Relativa, Valor de Cobertura e Índice de Valor de Importância. Vide item 1.3.3 capítulo 1.

2.2.4. Avaliação dos Processos Dinâmicos da Floresta

O processo dinâmico foi avaliado através a da floresta distribuição diamétrica, do ingresso, da mortalidade e do crescimento. Segundo item 1.3.4 capítulo 1 desta dissertação.

E a distribuição diamétrica da floresta foi avaliada com base na medição inicial e final de cada período. Os diâmetros em ambos os períodos foram agrupados em classes de 5 cm, com a respectiva frequência de indivíduos por classes diamétricas. Ao todo foram consideradas 8 classes diamétricas, sendo da oitava classe correspondente aos indivíduos com diâmetros > 40 cm. Para realização dos cálculos foi utilizado o software Excel 2007.

2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1. Suficiência Amostral

De acordo com Araujo et al. (2010), à estabilização da curva é um indicativo de que as espécies existentes estão representadas na amostragem, dando maior segurança para análise dos dados e descrição da floresta. Desse modo, devido ao acréscimo de poucas espécies com o acúmulo de área avaliada, a amostragem foi suficiente para caracterizar a florística dos fragmentos estudados.

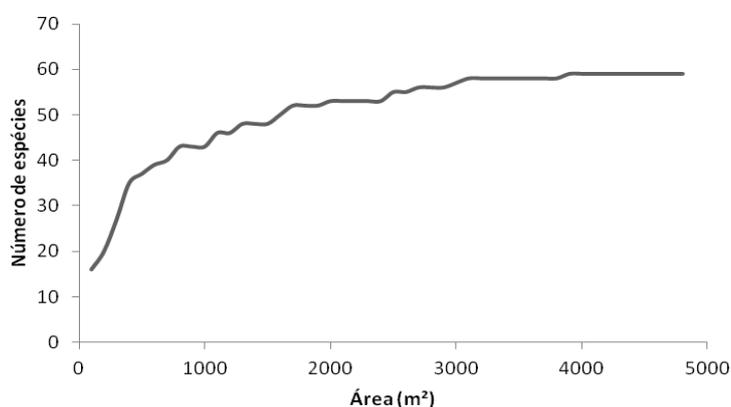


Figura 5 - Curva espécie-área considerando o acúmulo de espécies ao longo de 48 parcelas de 100 m², totalizando 4.800m² de área, em quatro fragmentos de Floresta Ombrófila Mista, Reserva do Iguaçu Paraná.

A intensidade amostral para a avaliação florística e de dinâmica indicou que o número de unidades utilizadas no levantamento foram suficientes para o estudo da comunidade arbórea, considerando um erro admissível de 10% e 95% de probabilidade de confiança. Com bases nestes valores e considerando uma população finita, o número mínimo recomendando de unidades amostrais para a área de estudo foi igual a 39, sendo que o número de unidades utilizadas foi igual a 48, representado na Figura 5.

Valério et al. (2008), também verificaram estabilização da curva espécie-área ao analisar a composição florística e estrutural de uma Floresta Ombrófila Mista Montana, localizada no município de Irati, PR. Nessa situação, as 14 unidades amostrais utilizadas no trabalho foram suficientes para representar a composição florística do estrato arbóreo, dada a estabilização da curva em torno de 4.400 m².

2.3.2. Avaliação da Composição e diversidade Florística

As espécies encontradas na análise florística nas três medições realizadas estão listadas na Tabela 1, segundo família, espécie e número de árvores encontradas em cada medição.

Nas medições foram encontradas no total 57 espécies arbóreas, distribuídas em 24 famílias e 45 gêneros, esses resultados são semelhantes a outros estudos realizados nessa tipologia florestal, como os de Ronato (2012) que encontrou em seu estudo 51 espécies, 43 gêneros e 29 famílias, Longhi (1980) encontrou 51 espécies, 26 famílias e 36 gêneros; Durigan (1999) descreveu 69 espécies, em 29 famílias e 44 gêneros, já Pizatto (1999) observou 66 espécies, 30 famílias botânicas e 46 gêneros e Schaaf (2001) encontrou 55 espécies e 30 famílias. É importante salientar que a localização e o tamanho das áreas amostradas são diferentes umas das outras, esta comparação de riqueza em relação a área é importante na avaliação da biodiversidade de pequenas áreas, comprovando assim que pequenos fragmentos podem possuir alta biodiversidade. As informações deste estudo em conjunto com as demais pesquisas feitas na mesma tipologia florestal são úteis no planejamento e na elaboração de ações que busquem a conservação e o manejo deste remanescente de Floresta Ombrófila Mista.

Cubas (2011) em análise da variabilidade entre diversos trabalhos realizados em FOM, em relação ao número de famílias botânicas, constatou que a variabilidade vai de 26 a 46 famílias, demonstrando que, independentemente dos fatores ambientais, muitas famílias botânicas continuarão presentes na floresta.

Podemos observar na Tabela 1 que as famílias mais representativas quanto ao número de espécies foram Fabaceae, representada por doze espécies, Myrtaceae com seis espécies, Lauraceae, Sapindaceae e Salicaceae com quatro espécies, Euphorbiaceae com três espécies, Annonaceae, Apocynaceae, Bignoniaceae, Boraginaceae e Rutaceae com duas espécies, sendo que as demais famílias apresentaram uma única espécie.

Tabela 1: Famílias e espécies encontradas em 2007, 2009 e 2012 e seus respectivos números de indivíduos encontrados nas medições, em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, Reserva do Iguaçu, PR.

FAMÍLIA / ESPÉCIE	NOME COMUM	N/árv. 2007	N/árv. 2009	N/árv. 2012
ANACARDIACEAE		5	4	0
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Aroeira	5	4	0
ANNONACEAE		51	49	47
<i>Annona sylvatica</i> A.St.-Hil.	Cortiça amarela	11	10	11
<i>Annona rugulosa</i> (Schltdl.) H.Rainer	Ariticum de porco	40	39	36
APOCYNACEAE		9	8	9
<i>Aspidosperma parvifolium</i> A. DC.	Guatambú	6	6	6
<i>Tabernaemontana catharinensis</i> A.DC.	Leiteiro	3	2	3
AQUIFOLIACEAE		13	12	12
<i>Ilex dumosa</i> Reissek	Congonha	13	12	12
ARECACEAE		36	34	30
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Coqueiro	36	34	30
ASTERACEAE		1	1	1
<i>Piptocarpha angustifolia</i> Dusén ex Malme	Vassourão branco	1	1	1
BIGNONIACEAE		15	15	14
<i>Bignonia unguis</i> L.		5	5	5
<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	Jacaranda	10	10	9
BORAGINACEAE		78	76	80
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	Louro	7	5	5
<i>Patagonula americana</i> L.	Guajuvira	71	71	75
CANNABACEAE		48	47	49
<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	Gurupιά	44	44	46
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Crindiúva	4	3	3
ERYTHROXYLACEAE		5	4	4
<i>Erythroxylum argentinum</i> O.E.Schulz	Cocão	5	4	4
EUPHORBIACEAE		130	129	133

<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong		1	1	1
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	Leiterinho	26	25	24
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs	Branquilha	103	103	108
FABACEAE		558	552	553
<i>Acacia recurva</i> Benth.	Nhapindá	5	5	3
<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart	Farinha seca	159	156	159
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan.	Angico pururuca	48	47	48
<i>Bauhinia angulosa</i> Hoehne	Escada de macaco	2	2	8
<i>Bauhinia forficata</i> Link	Pata de vaca	2	2	1
<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	Rabo de bugiu	70	74	73
<i>Inga marginata</i> Willd.	Ingá feijão	5	3	3
<i>Inga vera</i> Willd.	Ingá banana	38	37	37
<i>Machaerium paraguariense</i> Hassl.	Canela do brejo	0	2	0
<i>Machaerium stipitatum</i> Vogel	Sapuva	145	142	143
<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	Cabriúva	28	27	28
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	Angico vermelho	56	55	50
LAMIACEAE		21	20	21
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	Tarumã	21	20	21
LAURACEAE		76	77	63
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	Canela amarela	12	13	14
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	Canela imbuia	22	22	23
<i>Ocotea divaricata</i> (Nees) Mez	Canela	1	1	1
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	Canela guaicá	41	41	25
LAXMANNIACEAE		8	7	6
<i>Cordyline spectabilis</i> Kunth & Bouché	Uvarana	8	7	6
MALVACEAE		40	39	39
<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.	Açoita cavalo	40	39	39
MORACEAE		2	2	4
<i>Ficus insipida</i> Willd.	Figueira	2	2	4
MYRSINACEA		22	22	14
<i>Myrsine umbellata</i> Mez.	Capororocão	22	22	14
MYRTACEAE		74	69	81
<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Camb.) O.Berg	Sete capote	21	20	22
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart.) O.Berg	Guabiroba	16	14	19

<i>Eugenia involucrata</i> DC.	Cerejeira	23	23	29
<i>Eugenia speciosa</i> Cambess.	Laranjeira do mato	4	3	3
<i>Eugenia uniflora</i> L.	Pitangueira	5	5	4
<i>Eugenia pungens</i> O.Berg		5	4	4
PHYTOLACCACEAE		1	1	1
<i>Phytolacca dioica</i> L.	Imbú	1	1	1
RUTACEAE		26	25	29
<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	Marfim	23	22	26
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Mamica de cadela	3	3	3
SALICACEAE		10	11	16
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	Guaçatunga	2	2	4
<i>Casearia lasiophylla</i> Eichler	Guaçatunga vermelha	5	5	5
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Cafezeiro do mato	2	3	6
<i>Xylosma pseudosalzmannii</i> Sleumer	Assucará	1	1	1
SAPINDACEAE		242	246	259
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.	Vacum	23	25	23
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Cuvatã	102	103	110
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	Maria preta	96	98	106
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Miguel pintado	21	20	20
SAPOTACEAE		3	3	3
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	Agu	3	3	3
TOTAL DE ÁRVORES		1474	1453	1468

Destaca-se, na tabela 1, que juntas às famílias Fabaceae, Sapindaceae, Euphorbiaceae e Myrtaceae representaram 69,89% do total de indivíduos aferidos o que demonstra a representatividade destas famílias no fragmento.

As espécies que tiveram maior ocorrência nas três medices foram, *Albizia niopoides*, *Machaerium stipitatum*, *Cupania vernalis* e *Sebastiania commersoniana* que correspondem as famílias que apresentaram maior diversidade. Não obstante, a maior riqueza de uma família não necessariamente indique maior abundância visto que a família Myrtaceae apresentou a segunda maior riqueza (6 espécies) mas apresenta apenas a quarta maior abundância, com 81 indivíduos em 2012 (Tabela 1).

Figueiredo Filho et al., (2010) comentam que o número de árvores, de espécies,

gêneros e famílias presentes na Floresta Ombrófila Mista é bastante variável, e isto pode estar relacionado as condições ambientais diferentes, estágio de sucessão, amostragem insuficiente para representar as espécies, dentre outros.

Em relação às famílias botânicas, constatou-se alterações de apenas uma família no período de cinco anos, a Anacardiaceae, a qual encontrava-se na primeira e segunda medição e não mais em 2012 (Tabela 1). Este fato pode estar relacionado a espécie *Schinus terebinthifolius* Raddi, uma espécie pioneira, o que pode significar a sucessão natural do fragmento onde com o passar do tempo espécies pioneiras serão substituídas por espécies de secundárias e secundárias tardias. Não foi constatado o surgimento de novas famílias nem espécies no período.

Os mecanismos de estabelecimento e riqueza de espécies em florestas é um dos assuntos principais no estudo de comunidades de plantas, e tem permitido ao longo do tempo a compreensão das características de comunidades arbóreas ao longo de ambientes distintos (RODRIGUES, 2012).

A variação dos valores do Índice de Shannon (H') deve-se ao fato desse índice estar relacionado à abundância proporcional das espécies (MAGURAN, 1989). Assim, quanto maior a homogeneidade do número de indivíduos por espécie, maiores serão os valores deste índice, mesmo com um número menor de espécies (MANTOVANI et al., 2005).

A saída da família Anacardiaceae não refletiu no H' pelo reduzido número de indivíduos na primeira medição (5 árvores). O H' passou de 3,34 em 2007 para 3,33 em 2009 e 3,31 em 2012, indicando uma leve perda em diversidade florística no local. Os valores encontrados neste estudo estão de acordo com outros desenvolvidos em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista. Mognon (2011) observou uma variação de 2,79 a 2,85 durante 11 anos de pesquisa, em General Carneiro, PR. Silvestre (2009) em estudos em fragmentos de FOM em Castro, Boa Ventura do São Roque e Guarapuava obteve valores iguais a 3,08, 2,93 e 3,30, respectivamente; e Almeida et al. (2008), também em Guarapuava obteve valor para o Índice de Shannon de 3,26. Lana (2013) observou um aumento de 3,35 para 3,37 nos anos de 1995 e 2011 respectivamente.

O índice de equitabilidade de Pielou (J) foi de 0,82, para os três anos de medição o que indica um alto padrão de dispersão das espécies na área. Em trabalhos semelhantes realizados na formação floresta Ombrófila Mista Durigan, (1999) em São João do Triunfo, PR, Klauberg et al., (2010) em Lages, SC; Sawczuk (2009) em Irati, PR; Sonogo et al., (2007) em São

Francisco de Paula, RS encontraram índices de 0,82, 0,81, 0,74 e 0,80.

A avaliação do índice de diversidade de Simpson (C) constata não haver variação no período de cinco anos, com valores de 0,95. O que significa que nas três medições havia uma probabilidade de 95% de que dois indivíduos sorteados aleatoriamente na floresta pertencerem à mesma espécie, o que demonstra que a floresta apresenta árvores com alta dominância e densidade de indivíduos.

São vários os fatores que influenciam na distribuição e composição florística de uma floresta, fatores ambientais, manejo da área, proximidade com outros fragmentos, entre outros. Não obstante, é preciso resaltar que provavelmente o fator de maior relevância foi antropização ocorrida na área, já que as espécies de maior interesse comercial foram retidas. Podemos observar que a *Araucaria angustifolia* nem aparece na medição, antigos moradores relatam que a região possuía uma densidade grande indivíduos desta espécie antes da maciça exploração.

2.3.3 Avaliação da composição Fitossociológica

Os parâmetros fitossociológicos foram das espécies da floresta foram calculados para os anos de 2007, 2009 e 2012. Com base nestes parâmetros foi possível identificar as variações estruturais ocorridas no fragmento florestal no período, bem como compreender a dinâmica das espécies presentes. As Tabelas 2, 3 e 4 relacionam as espécies encontradas nas avaliações com seus respectivos parâmetros fitossociológicos.

As espécies encontram-se em ordem decrescente de Índice de Valor de Importância (VI). Araujo (2010) salienta que a inferência sobre a hierarquia das espécies por meio do VI, pode ser realizada de forma mais precisa quando cada parâmetro é analisado de forma associada ao Valor de Importância, pois algumas espécies têm importância ressaltada em razão, apenas, de um parâmetro.

Tabela 2: Estrutura horizontal para a floresta no ano de 2007 no fragmento de Floresta Ombrófila Mista, em Reserva do Iguacú – Paraná.

NOME CIENTÍFICO	NOME COMUM	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC	VI
<i>M. stipitatum</i>	Sapuva	284,2	9,8	79,2	6,7	1,8	7,0	8,4	7,9
<i>A. niopoides</i>	Farinha seca	311,6	10,8	70,8	6,0	1,3	5,0	7,9	7,3
<i>S. romanzoffiana</i>	Coqueiro	70,6	2,4	50,0	4,2	3,4	13,5	8,0	6,7
<i>C. vernalis</i>	Cuvatã	199,9	6,9	64,6	5,5	1,3	5,0	6,0	5,8
<i>O. puberula</i>	Canela guaicá	80,4	2,8	43,8	3,7	2,7	10,8	6,8	5,8

<i>D. sorbifolia</i>	Maria preta	188,2	6,5	66,7	5,7	1,2	4,8	5,7	5,7
<i>S. commersoniana</i>	Branquilha	201,9	7,0	45,8	3,9	1,0	4,0	5,5	4,9
<i>P. rigida</i>	Angico vermelho	109,8	3,8	37,5	3,2	1,7	6,7	5,2	4,5
<i>P. america</i>	Guajuvira	139,2	4,8	50,0	4,2	1,1	4,3	4,6	4,4
<i>L. divaricata</i>	Açoita cavalo	78,4	2,7	29,2	2,5	2,0	8,1	5,4	4,4
<i>D. frutescens</i>	Rabo de bugiu	137,2	4,7	60,4	5,1	0,4	1,4	3,1	3,8
<i>A. colubrina</i>	Angico pururuca	94,1	3,3	45,8	3,9	0,7	2,7	3,0	3,3
<i>I. vera</i>	Ingá banana	74,5	2,6	41,7	3,5	0,7	2,6	2,6	2,9
<i>A. rugulosa</i>	Ariticum de porco	78,4	2,7	39,6	3,4	0,4	1,4	2,1	2,5
<i>C. iguanaea</i>	Gurupιά	86,2	3,0	31,3	2,7	0,3	1,2	2,1	2,3
<i>N. megapotamica</i>	Canela imbuia	43,1	1,5	25,0	2,1	0,6	2,5	2,0	2,1
<i>N. lanceolata</i>	Canela amarela	23,5	0,8	12,5	1,1	1,0	3,8	2,3	1,9
<i>M. frondosus</i>	Cabriúva	54,9	1,9	22,9	1,9	0,3	1,2	1,5	1,7
<i>B. riedelianum</i>	Marfim	45,1	1,6	25,0	2,1	0,3	1,2	1,4	1,6
<i>M. elaeagnoides</i>	Miguel pintado	41,2	1,4	22,9	1,9	0,3	1,2	1,3	1,5
<i>V. megapotamica</i>	Tarumã	41,2	1,4	25,0	2,1	0,2	0,9	1,1	1,5
<i>A. edulis</i>	Vacum	45,1	1,6	20,8	1,8	0,2	0,7	1,1	1,3
<i>C. guazumifolia</i>	Sete capote	41,2	1,4	20,8	1,8	0,2	0,6	1,0	1,3
<i>S. brasiliensis</i>	Leiterinho	51,0	1,8	12,5	1,1	0,2	0,7	1,2	1,2
<i>M. umbellata</i>	Capororocão	43,1	1,5	12,5	1,1	0,2	0,9	1,2	1,2
<i>C. xanthocarpa</i>	Guabiroba	31,4	1,1	18,8	1,6	0,2	0,6	0,9	1,1
<i>E. involucrata</i>	Cerejeira	45,1	1,6	14,6	1,2	0,1	0,5	1,0	1,1
<i>I. dumosa</i>	Congonha	25,5	0,9	14,6	1,2	0,2	0,6	0,7	0,9
<i>A. sylvatica</i>	Cortiça amarela	21,6	0,7	10,4	0,9	0,2	0,7	0,7	0,8
<i>B. unguis</i>	Unha de gato	19,6	0,7	12,5	1,1	0,1	0,4	0,5	0,7
<i>C. spectabilis</i>	Uvarana	15,7	0,5	14,6	1,2	0,1	0,3	0,4	0,7
<i>C. trichotoma</i>	Louro	13,7	0,5	10,4	0,9	0,2	0,7	0,6	0,7
<i>E. uniflora</i>	Pitangueira	9,8	0,3	10,4	0,9	0,1	0,3	0,3	0,5
<i>T. catharinensis</i>	Leiteiro	5,9	0,2	8,3	0,7	0,1	0,5	0,3	0,5
<i>C. lasiophylla</i>	Guaçatunga vermelha	9,8	0,3	10,4	0,9	0,0	0,1	0,2	0,5
<i>A. parvifolium</i>	Guatambú	11,8	0,4	8,3	0,7	0,1	0,2	0,3	0,4
<i>S. terebinthifolius</i>	Aroeira	9,8	0,3	8,3	0,7	0,1	0,2	0,3	0,4
<i>I. marginata</i>	Ingá feijão	9,8	0,3	6,3	0,5	0,1	0,3	0,3	0,4
<i>E. speciosa</i>	Laranjeira do mato	7,8	0,3	8,3	0,7	0,0	0,2	0,2	0,4
<i>A. recurva</i>	Nhapindá	9,8	0,3	6,3	0,5	0,1	0,2	0,3	0,4
<i>J. puberula</i>	Jacaranda	9,8	0,3	6,3	0,5	0,1	0,2	0,3	0,4
<i>E. pungens</i>	Guabiju	9,8	0,3	6,3	0,5	0,0	0,1	0,2	0,3
<i>E. argentinum</i>	Cocão	9,8	0,3	6,3	0,5	0,0	0,1	0,2	0,3
<i>Z. rhoifolium</i>	Mamica de cadela	5,9	0,2	6,3	0,5	0,1	0,2	0,2	0,3
<i>T. micrantha</i>	Crindiúva	7,8	0,3	4,2	0,4	0,0	0,1	0,2	0,2
<i>B. angulosa</i>	Escada de macaco	3,9	0,1	4,2	0,4	0,0	0,1	0,1	0,2
<i>B. forficata</i>	Pata de vaca	3,9	0,1	4,2	0,4	0,0	0,1	0,1	0,2

<i>C. decandra</i>	Guaçatunga	3,9	0,1	4,2	0,4	0,0	0,1	0,1	0,2
<i>C. marginatum</i>	Aguai	5,9	0,2	2,1	0,2	0,0	0,1	0,1	0,1
<i>C. sylvestris</i>	Cafezeiro do mato	3,9	0,1	2,1	0,2	0,0	0,1	0,1	0,1
<i>O. divaricata</i>	Canela	2,0	0,1	2,1	0,2	0,0	0,1	0,1	0,1
<i>S. glandulatum</i>	Pau de leite	2,0	0,1	2,1	0,2	0,0	0,1	0,1	0,1
<i>F. insipida</i>	Figueira	3,9	0,1	2,1	0,2	0,0	0,0	0,1	0,1
<i>P. angustifolia</i>	Vassourão branco	2,0	0,1	2,1	0,2	0,0	0,1	0,1	0,1
<i>P. dioica</i>	Imbú	2,0	0,1	2,1	0,2	0,0	0,1	0,1	0,1
<i>X. pseudosalzmannii</i>	Assucará	2,0	0,1	2,1	0,2	0,0	0,0	0,1	0,1
<i>M. paraguariense</i>	Canela do brejo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL GERAL		2889,0	100,0	1177,1	100,0	25,2	100,0	100,0	100,0

NOTA: DA = Densidade Absoluta (indivíduos/ha); DR = Densidade Relativa (%); FA = Frequência Absoluta (%); FR = Frequência Relativa (%); DoA = Dominância Absoluta (m²/ha); DoR = Dominância Relativa (%); VC = Valor de Cobertura (%) dividido por 2; VI = Valor de Importância (%) dividido por 3.

Tabela 3: Estrutura horizontal para a floresta no ano de 2009 no fragmento de Floresta Ombrófila Mista, em Reserva do Iguazú – Paraná.

NOME CIENTÍFICO	NOME COMUM	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC	VI
<i>M. stipitatum</i>	Sapuva	278,3	9,8	79,2	6,7	1,9	7,1	8,4	7,9
<i>A. niopoides</i>	Farinha seca	305,8	10,7	70,8	6,0	1,3	4,9	7,8	7,2
<i>S. romanzoffiana</i>	Coqueiro	66,6	2,3	47,9	4,1	3,3	12,4	7,4	6,3
<i>C. vernalis</i>	Cuvatã	201,9	7,1	66,7	5,7	1,4	5,2	6,1	6,0
<i>D. sorbifolia</i>	Maria preta	192,1	6,7	66,7	5,7	1,4	5,2	6,0	5,9
<i>O. puberula</i>	Canela guaicá	80,4	2,8	43,8	3,7	2,8	10,5	6,7	5,7
<i>S. commersoniana</i>	Branquilha	201,9	7,1	45,8	3,9	1,1	4,2	5,6	5,1
<i>P. rigida</i>	Angico vermelho	107,8	3,8	37,5	3,2	1,9	7,2	5,5	4,7
<i>P. america</i>	Guajuvira	139,2	4,9	47,9	4,1	1,2	4,3	4,6	4,4
<i>L. divaricata</i>	Açoita cavalo	76,4	2,7	29,2	2,5	2,1	8,0	5,3	4,4
<i>D. frutescens</i>	Rabo de bugiu	145,0	5,1	64,6	5,5	0,4	1,5	3,3	4,0
<i>A. colubrina</i>	Angico pururuca	92,1	3,2	45,8	3,9	0,7	2,7	3,0	3,3
<i>I. vera</i>	Ingá banana	72,5	2,5	39,6	3,4	0,7	2,6	2,6	2,8
<i>A. rugulosa</i>	Ariticum de porco	76,4	2,7	37,5	3,2	0,4	1,5	2,1	2,5
<i>C. iguanaea</i>	Gurupiá	86,2	3,0	31,3	2,7	0,3	1,3	2,1	2,3
<i>N. megapotamica</i>	Canela imbuia	43,1	1,5	25,0	2,1	0,7	2,7	2,1	2,1
<i>N. lanceolata</i>	Canela amarela	25,5	0,9	14,6	1,2	1,1	4,0	2,4	2,0
<i>B. riedelianum</i>	Marfim	43,1	1,5	25,0	2,1	0,3	1,2	1,4	1,6
<i>M. frondosus</i>	Cabriúva	52,9	1,9	20,8	1,8	0,3	1,2	1,5	1,6
<i>A. edulis</i>	Vacum	49,0	1,7	25,0	2,1	0,2	0,7	1,2	1,5
<i>M. elaeagnoides</i>	Miguel pintado	39,2	1,4	22,9	2,0	0,3	1,2	1,3	1,5
<i>V. megapotamica</i>	Tarumã	39,2	1,4	25,0	2,1	0,2	0,9	1,1	1,5

<i>C. guazumifolia</i>	Sete capote	39,2	1,4	22,9	2,0	0,2	0,6	1,0	1,3
<i>M. umbellata</i>	Capororocão	43,1	1,5	14,6	1,2	0,2	0,9	1,2	1,2
<i>S. brasiliensis</i>	Leiterinho	49,0	1,7	12,5	1,1	0,2	0,7	1,2	1,2
<i>E. involucrata</i>	Cerejeira	45,1	1,6	16,7	1,4	0,1	0,5	1,0	1,2
<i>C. xanthocarpa</i>	Guabiroba	27,4	1,0	18,8	1,6	0,2	0,6	0,8	1,1
<i>I. dumosa</i>	Congonha	23,5	0,8	14,6	1,2	0,1	0,6	0,7	0,9
<i>A. sylvatica</i>	Cortiça amarela	19,6	0,7	10,4	0,9	0,2	0,7	0,7	0,8
<i>B. unguis</i>	Unha de gato	19,6	0,7	12,5	1,1	0,1	0,3	0,5	0,7
<i>C. spectabilis</i>	Uvarana	13,7	0,5	12,5	1,1	0,1	0,3	0,4	0,6
<i>C. trichotoma</i>	Louro	9,8	0,3	8,3	0,7	0,2	0,7	0,5	0,6
<i>E. uniflora</i>	Pitangueira	9,8	0,3	10,4	0,9	0,1	0,2	0,3	0,5
<i>C. lasiophylla</i>	Guaçatunga vermelha	9,8	0,3	10,4	0,9	0,0	0,1	0,2	0,5
<i>A. parvifolium</i>	Guatambú	11,8	0,4	8,3	0,7	0,1	0,2	0,3	0,5
<i>A. recurva</i>	Nhapindá	9,8	0,3	6,3	0,5	0,1	0,2	0,3	0,4
<i>J. puberula</i>	Jacaranda	9,8	0,3	6,3	0,5	0,1	0,2	0,3	0,4
<i>T. catharinensis</i>	Leiteiro	3,9	0,1	6,3	0,5	0,1	0,4	0,3	0,4
<i>S. terebinthifolius</i>	Aroeira	7,8	0,3	6,3	0,5	0,0	0,2	0,2	0,3
<i>Z. rhoifolium</i>	Mamica de cadela	5,9	0,2	6,3	0,5	0,1	0,2	0,2	0,3
<i>E. speciosa</i>	Laranjeira do mato	5,9	0,2	6,3	0,5	0,0	0,1	0,2	0,3
<i>I. marginata</i>	Ingá feijão	5,9	0,2	4,2	0,4	0,1	0,2	0,2	0,3
<i>E. pungens</i>	Guabiju	7,8	0,3	4,2	0,4	0,0	0,1	0,2	0,2
<i>E. argentinum</i>	Cocão	7,8	0,3	4,2	0,4	0,0	0,1	0,2	0,2
<i>T. micrantha</i>	Crindiúva	5,9	0,2	4,2	0,4	0,0	0,1	0,1	0,2
<i>B. angulosa</i>	Escada de macaco	3,9	0,1	4,2	0,4	0,0	0,1	0,1	0,2
<i>B. forficata</i>	Pata de vaca	3,9	0,1	4,2	0,4	0,0	0,1	0,1	0,2
<i>C. decandra</i>	Guaçatunga	3,9	0,1	4,2	0,4	0,0	0,1	0,1	0,2
<i>M. paraguariense</i>	Canela do brejo	3,9	0,1	4,2	0,4	0,0	0,1	0,1	0,2
<i>C. sylvestris</i>	Cafezeiro do mato	5,9	0,2	2,1	0,2	0,0	0,1	0,2	0,2
<i>C. marginatum</i>	Aguái	5,9	0,2	2,1	0,2	0,0	0,1	0,1	0,2
<i>O. divaricata</i>	Canela	2,0	0,1	2,1	0,2	0,0	0,1	0,1	0,1
<i>F. insipida</i>	Figueira	3,9	0,1	2,1	0,2	0,0	0,1	0,1	0,1
<i>S. glandulatum</i>	Pau de leite	2,0	0,1	2,1	0,2	0,0	0,1	0,1	0,1
<i>P. dioica</i>	Imbú	2,0	0,1	2,1	0,2	0,0	0,1	0,1	0,1
<i>P. angustifolia</i>	Vassourão branco	2,0	0,1	2,1	0,2	0,0	0,1	0,1	0,1
<i>X. pseudosalzmannii</i>	Assucará	2,0	0,1	2,1	0,2	0,0	0,0	0,1	0,1
TOTAL GERAL		2847,9	100,0	1172,9	100,0	26,8	100,0	100,0	100,0

NOTA: DA = Densidade Absoluta (indivíduos/ha); DR = Densidade Relativa (%); FA = Frequência Absoluta (%); FR = Frequência Relativa (%); DoA = Dominância Absoluta (m²/ha); DoR = Dominância Relativa (%); VC = Valor de Cobertura (%) dividido por 2; VI = Valor de Importância (%) dividido por 3.

Tabela 4: Estrutura horizontal para a floresta no ano de 2012 no fragmento de Floresta

Ombrófila Mista, em Reserva do Iguaçu – Paraná.

NOME CIENTÍFICO	NOME COMUM	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC	VI
<i>M. stipitatum</i>	Sapuva	280,3	9,7	77,1	6,5	2,9	9,9	9,8	8,7
<i>A. niopoides</i>	Farinha seca	311,6	10,8	70,8	6,0	1,5	4,9	7,9	7,3
<i>C. vernalis</i>	Cuvatã	215,6	7,5	68,8	5,8	1,9	6,4	6,9	6,6
<i>D. sorbifolia</i>	Maria preta	207,8	7,2	68,8	5,8	1,8	6,1	6,7	6,4
<i>S. romanzoffiana</i>	Coqueiro	58,8	2,0	41,7	3,5	3,0	10,3	6,2	5,3
<i>S. commersoniana</i>	Branquilha	211,7	7,4	45,8	3,9	1,3	4,3	5,8	5,2
<i>P. america</i>	Guajuvira	147,0	5,1	50,0	4,2	1,5	5,0	5,0	4,8
<i>P. rigida</i>	Angico vermelho	98,0	3,4	35,4	3,0	2,1	7,0	5,2	4,5
<i>L. divaricata</i>	Açoita cavalo	76,4	2,7	29,2	2,5	2,2	7,3	5,0	4,1
<i>D. frutescens</i>	Rabo de bugiu	143,1	5,0	66,7	5,7	0,4	1,5	3,2	4,0
<i>O. puberula</i>	Canela guaicá	49,0	1,7	29,2	2,5	1,9	6,6	4,1	3,6
<i>A. colubrina</i>	Angico pururuca	94,1	3,3	47,9	4,1	0,8	2,8	3,0	3,4
<i>I. vera</i>	Ingá banana	72,5	2,5	39,6	3,4	0,8	2,6	2,5	2,8
<i>C. iguanaea</i>	Gurupιά	90,2	3,1	33,3	2,8	0,4	1,2	2,2	2,4
<i>N. megapotamica</i>	Canela imbuia	45,1	1,6	27,1	2,3	0,9	3,0	2,3	2,3
<i>A. rugulosa</i>	Ariticum de porco	70,6	2,5	35,4	3,0	0,4	1,4	1,9	2,3
<i>N. lanceolata</i>	Canela amarela	27,4	1,0	14,6	1,2	1,2	4,2	2,6	2,1
<i>B. riedelianum</i>	Marfim	51,0	1,8	29,2	2,5	0,4	1,4	1,6	1,9
<i>M. frondosus</i>	Cabriúva	54,9	1,9	20,8	1,8	0,4	1,4	1,6	1,7
<i>M. elaeagnoides</i>	Miguel pintado	39,2	1,4	25,0	2,1	0,4	1,2	1,3	1,6
<i>V. megapotamica</i>	Tarumã	41,2	1,4	27,1	2,3	0,3	0,9	1,2	1,6
<i>E. involucrata</i>	Cerejeira	56,8	2,0	22,9	1,9	0,2	0,6	1,3	1,5
<i>A. edulis</i>	Vacum	45,1	1,6	25,0	2,1	0,2	0,6	1,1	1,4
<i>C. guazumifolia</i>	Sete capote	43,1	1,5	25,0	2,1	0,2	0,6	1,1	1,4
<i>C. xanthocarpa</i>	Guabiroba	37,2	1,3	25,0	2,1	0,2	0,8	1,0	1,4
<i>S. brasiliensis</i>	Leiterinho	47,0	1,6	12,5	1,1	0,2	0,8	1,2	1,2
<i>A. sylvatica</i>	Cortiça amarela	21,6	0,7	12,5	1,1	0,3	0,9	0,8	0,9
<i>I. dumosa</i>	Congonha	23,5	0,8	14,6	1,2	0,2	0,5	0,7	0,9
<i>M. umbellata</i>	Capororocão	27,4	1,0	10,4	0,9	0,2	0,7	0,8	0,8
<i>B. unguis</i>	Unha de gato	17,6	0,6	12,5	1,1	0,1	0,4	0,5	0,7
<i>C. trichotoma</i>	Louro	9,8	0,3	8,3	0,7	0,3	0,9	0,6	0,6
<i>B. angulosa</i>	Escada de macaco	15,7	0,5	8,3	0,7	0,1	0,3	0,4	0,5
<i>C. spectabilis</i>	Uvarana	11,8	0,4	10,4	0,9	0,1	0,2	0,3	0,5
<i>A. parvifolium</i>	Guatambú	11,8	0,4	8,3	0,7	0,1	0,3	0,3	0,5
<i>C. lasiophylla</i>	Guaçatunga vermelha	9,8	0,3	10,4	0,9	0,0	0,1	0,2	0,5
<i>C. sylvestris</i>	Cafezeiro do mato	11,8	0,4	8,3	0,7	0,1	0,2	0,3	0,4
<i>T. catharinensis</i>	Leiteiro	5,9	0,2	8,3	0,7	0,1	0,4	0,3	0,4
<i>E. uniflora</i>	Pitangueira	7,8	0,3	8,3	0,7	0,1	0,2	0,2	0,4
<i>J. puberula</i>	Jacaranda	9,8	0,3	6,3	0,5	0,1	0,2	0,3	0,4

<i>C. decandra</i>	Guaçatunga	7,8	0,3	8,3	0,7	0,0	0,1	0,2	0,4
<i>Z. rhoifolium</i>	Mamica de cadela	5,9	0,2	6,3	0,5	0,1	0,2	0,2	0,3
<i>E. speciosa</i>	Laranjeira do mato	5,9	0,2	6,3	0,5	0,0	0,1	0,2	0,3
<i>I. marginata</i>	Ingá feijão	5,9	0,2	4,2	0,4	0,1	0,2	0,2	0,3
<i>E. argentinum</i>	Cocão	7,8	0,3	4,2	0,4	0,0	0,1	0,2	0,2
<i>E. pungens</i>	Guabiju	7,8	0,3	4,2	0,4	0,0	0,1	0,2	0,2
<i>A. recurva</i>	Nhapindá	5,9	0,2	4,2	0,4	0,0	0,2	0,2	0,2
<i>T. micrantha</i>	Crindiúva	5,9	0,2	4,2	0,4	0,0	0,1	0,1	0,2
<i>F. insipida</i>	Figueira	7,8	0,3	2,1	0,2	0,0	0,1	0,2	0,2
<i>C. marginatum</i>	Aguai	5,9	0,2	2,1	0,2	0,0	0,1	0,1	0,1
<i>O. divaricata</i>	Canela	2,0	0,1	2,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1
<i>S. glandulatum</i>	Pau de leite	2,0	0,1	2,1	0,2	0,0	0,1	0,1	0,1
<i>P. dioica</i>	Imbú	2,0	0,1	2,1	0,2	0,0	0,1	0,1	0,1
<i>P. angustifolia</i>	Vassourão branco	2,0	0,1	2,1	0,2	0,0	0,1	0,1	0,1
<i>X. pseudosalzmannii</i>	Assucará	2,0	0,1	2,1	0,2	0,0	0,0	0,1	0,1
<i>B. forficata</i>	Pata de vaca	2,0	0,1	2,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1
<i>M. paraguariense</i>	Canela do brejo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>S. terebinthifolius</i>	Aroeira	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL GERAL		2877,3	100,0	1179,2	100,0	29,5	100,0	100,0	100,0

NOTA: DA = Densidade Absoluta (indivíduos/ha); DR = Densidade Relativa (%); FA = Frequência Absoluta (%); FR = Frequência Relativa (%); DoA = Dominância Absoluta (m²/ha); DoR = Dominância Relativa (%); VC = Valor de Cobertura (%) dividido por 2; VI = Valor de Importância (%) dividido por 3.

O fragmento de FOM estudado apresentou uma densidade de 2889 ind./ha para o ano de 2007 (Tabela 2), 2848 ind./ha para o ano de 2009 (Tabela 3) e 2877 ind./ha para o ano de 2012 (tabela 4). No primeiro período (2007 a 2009) verifica-se uma diminuição de 11,7 ind./ha, no entanto, deve-se levar em consideração, que nesse período, 38 indivíduos foram abatidos para análise de carbono.

O número de indivíduos é alto se comparados aos dados Figueiredo Filho (2012) que descreve que esse valor deva ser em torno de 655 árvores por hectare. Esta diferença se deve principalmente devido ao fato deste estudo ter sido feitos na Floresta Nacional de Irati (FLONA de Irati) sendo esta uma floresta que não sofreu tanta antropização e encontra-se em estágio avançado sucessão onde é normal que a floresta possua menor densidade e maior dominância dos indivíduos.

No segundo período (2009 a 2012) houve um recrutamento de 29,4 ind./ha, um aumento de 1,02%, que corresponde um recrutamento de 9,8 árvores por ano.

Machaerium stipitatum manteve-se, em todas as medições como espécie com maior

Valor de Importância (VI) na área, sendo que o valor nas duas primeiras medições se manteve o mesmo (7,9%) e no ano de 2012 subiu para 8,7%. Aumento este que não se deve a frequência visto esse ter diminuído de 79% para 77% entre a primeira e a última medição, mas deve-se ao aumento em área basal dos indivíduos mensurados.

A *Albizia niopoides*, segunda espécie com maior VI, é a espécie com maior dominância na área. Em uma comunidade, uma porcentagem relativamente pequena de espécies é representada por um grande número de indivíduos, e uma porcentagem grande é representada por pequenos valores de importância. Às vezes não há dominantes, porém muitas espécies de abundância intermediária (ODUM, 1988).

A *Syagrus romanzoffiana* teve uma variação de 6,3%, 6,7% e 5,3% nos anos de 2007, 2009 e 2012 respectivamente. O que levou a espécie a sair da posição de terceiro maior VI para o quinto lugar.

A *Cupania vernalis* e a *Diatenopteryx sorbifolia* estão entre as espécies que possuem alto valor de importância no fragmento, na comparação entre os períodos houve aumento de VI do primeiro para o segundo período, principalmente, devido ao aumento no valor de cobertura destas espécies, o que indica a sua grande abundância na população. Estas espécies podem ser indicadas na recomposição de fragmentos florestais visto que apresentaram adaptabilidade nas condições do fragmento analisado.

A *Ocotea puberula* passou do VI de 5,7 em 2007 para 3,6 em 2012, refletindo uma baixa adaptabilidade desta espécie ao fragmento, pode ser devido a vários fatores, entre eles a exploração desta espécie no passado causando um empobrecimento genético e também ao fato de a espécie não ter se adaptado as condições de baixa profundidade do solo, alta pedregosidade e rochividade causando mortes na população.

A floresta encontra-se ainda em estágio de desenvolvimento, visto os valores obtidos para a densidade e dominância do remanescente florestal avaliado, dados pela grande densidade de indivíduos que representam pouco em área basal.

Nota-se que no fragmento, as 20 espécies de maior VI representavam 81,47% do total de indivíduos. Este aspecto é observado com frequência em florestas tropicais, onde o número de espécies raras ou de baixa densidade é elevado, permitindo que as espécies mais abundantes ocupem lugar de destaque quanto aos parâmetros da estrutura horizontal da floresta (PARTHASARATHY, 1999).

Segundo Martins (1991), apesar das críticas, os valores de importância tem se

mostrado satisfatórios, tanto para separar diferentes tipos de florestas, como para relacioná-los a fatores ambientais, ou para relacionar a distribuição de espécies aos fatores abióticos.

Importante salientar a ausência da *Araucaria angustifolia* Bert. O. Ktze na área, visto que esta é uma espécie que caracteriza esta tipologia florestal. A *Ilex paraguariensis* A. At.-Hil. , é outra espécie característica desta tipologia, não foi encontrada na área. Esse fato pode estar relacionado à área encontrar-se em um ecótono (área de transição de uma tipologia florestal pra outra) e principalmente à exploração antrópica ocorrida no passado.

2.3.4. Avaliação dos Processos Dinâmicos da Floresta

2.3.4.1. Distribuição diamétrica

A distribuição da frequência dos diâmetro é outra ferramenta de análise utilizada em trabalhos científicos (ALVES JÚNIOR et al., 2007). Esta análise possibilita verificar se a floresta apresenta indícios de que manterá sua estrutura, o que contribuiria para a manutenção da dinâmica sucessional.

Os indivíduos foram distribuídos em oito classes de diâmetro, as quais estão representadas na Figura 6. São a primeira de 5 a 9,9cm, a segunda de 10 a 14,9cm, a terceira de 15 a 19,9cm, a quarta de 20 a 24,9cm, a quinta de 25 a 29,9cm, a sexta de 30 a 34,9cm, a sétima de 35 a 39,9cm e a oitava acima de 40cm.

Pode-se observar que nas três medições a distribuição diamétrica apresentou o formato de J-invertido, típico da estrutura diamétrica para florestas mistas. Observa-se um grande número de indivíduos nas menores classes diamétricas, demonstrando que a floresta está se regenerando. Outro fator importante é a média dos diâmetros do fragmento, que passou de 9,52cm em 2007, para 9,79cm em 2009 e 10,05cm em 2012.

O incremento em DAP no primeiro período foi de 0,19cm/ano e no segundo período foi de 0,24 cm/ano, valores que estão dentro do esperado, de acordo com Figueiredo Filho et, al (2010) e a média diamétrica para todas as espécies do sistema Floresta Ombrófila Mista poderia ser considerada algo em torno de 0,21 cm/ano. De acordo com o mesmo autor, em estudo feito dentro da mesma tipologia florestal, a média de incremento diamétrico anual encontrada, no período estudado (6 anos), para todas as espécies das amostras foi de 0,24 cm, variando de 0,03 a 0,65 cm.

O aumento diamétrico deve-se ao incremento das árvores remanescentes e também à redução no número de indivíduos das classes iniciais que cresceram ocupando classes

diamétricas subsequentes. Graff Neto (2011), Orellana (2009) e Socher (2004) também constaram a redução no número de indivíduos e aumento no diâmetro médio durante o período analisado na Floresta Ombrófila Mista.

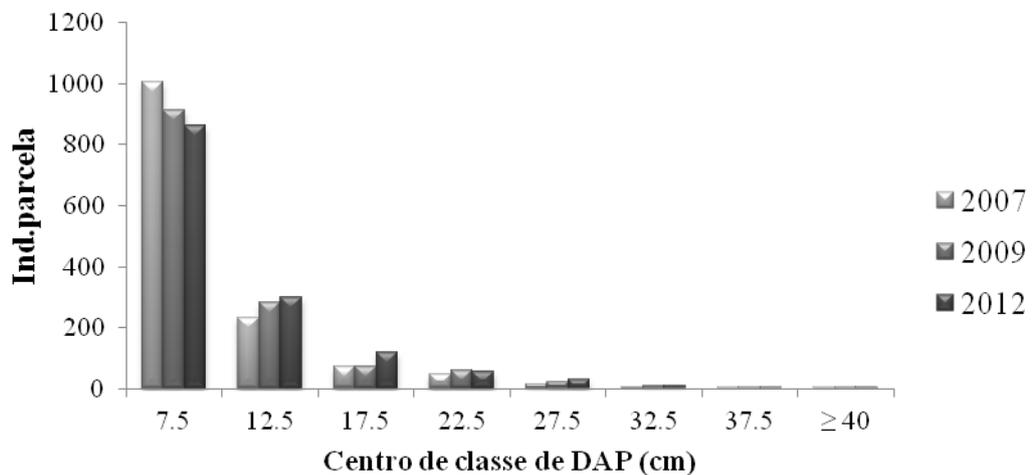


Figura 6: Distribuição diamétrica de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista nos períodos de 2007, 2009 e 2012.

Observa-se (Figura 6) que há uma redução no número de indivíduos durante o período avaliado foi praticamente insignificante, em torno de 0,41%, no entanto, isso não significa que a floresta não mudou sua estrutura, durante o período avaliado uma elevada mortalidade na classe inicial (5,0 – 9,9 cm) e transição de indivíduos para classes diamétricas superiores, gerando então uma perda de 9,79% no total de árvores da primeira medição até a última.

Este modelo de distribuição exponencial negativa indica que as populações que compõe a comunidade são estáveis e autorregenerativas, havendo um balanço entre a mortalidade e o recrutamento dos indivíduos (PEREIRA-SILVA, 2004).

Importante resaltar o diminuto número de árvores com diâmetros superiores a 25 centímetros no fragmento. Atribui-se este fato ao histórico da área, que sofreu intensa antropização no passado descaracterizando assim sua estrutura original.

A distribuição diamétrica permite a avaliação previa de condições dinâmicas da floresta, permitindo previsões futuras quanto ao desenvolvimento da comunidade vegetal (SIMINSKI et al., (2004). De acordo com Loetsch et al., (1973), a distribuição diamétrica é um indicador do estoque de crescimento, propiciando a elaboração de conclusões a respeito da estrutura da floresta.

2.3.4.2. Ingresso e Mortalidade

Na Tabela 5 são apresentados os valores médios anuais de árvores mortas e ingressas e a porcentagem entre os dois períodos. Observa-se que o ingresso é superior ao número de indivíduos mortos na área.

Tabela 5: Relação de espécies e respectivas taxas de ingresso e mortalidade, em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, Reserva do Iguaçu, PR.

ESPÉCIE	NOME COMUM	(Ind.ha.ano ⁻¹)				Ingr. (%)	Mort. (%)
		1º Período (2007-2012)		2º Período (2009-2012)			
		Ingr.	Mort.	Ingr.	Mort.		
<i>M. stipitatum</i>	Sapuva	18.75	1.04	22.22	2.78	18.52	166.67
<i>D. sorbifolia</i>	Maria preta	18.75	0	18.75	0.69	0	0
<i>C. vernalis</i>	Cuvatã	13.54	1.04	16.67	0.69	23.08	-33.33
<i>D. frutescens</i>	Rabo de bugiu	13.54	2.08	8.33	6.94	-38.46	233.33
<i>A. niopoides</i>	Farinha seca	9.38	2.08	11.81	1.39	25.93	-33.33
<i>C. iguanaea</i>	Gurupiá	9.38	0	9.03	2.78	-3.7	0
<i>L. divaricata</i>	Açoita cavalo	7.29	0	5.56	0	-23.81	0
<i>P. rigida</i>	Angico vermelho	6.25	0	8.33	3.47	33.33	0
<i>P. america</i>	Guajuvira	5.21	0	15.97	0.69	206.67	0
<i>S. commersoniana</i>	Branquilha	5.21	0	10.42	0	100	0
<i>N. lanceolata</i>	Canela amarela	5.21	0	2.08	0	-60	0
<i>S. romanzoffiana</i>	Coqueiro	5.21	1.04	2.08	2.78	-60	166.67
<i>B. unguis</i>	Unha de gato	4.17	0	3.47	1.39	-16.67	0
<i>I. vera</i>	Ingá banana	4.17	0	2.78	0.69	-33.33	0
<i>V. megapotamica</i>	Tarumã	4.17	1.04	2.78	0.69	-33.33	-33.33
<i>A. edulis</i>	Vacum	4.17	0	2.08	2.08	-50	0
<i>N. megapotamica</i>	Canela imbuia	3.13	0	9.72	0.69	211.11	0
<i>E. involucrata</i>	Cerejeira	3.13	0	4.17	0	33.33	0
<i>A. rugulosa</i>	Ariticum de porco	3.13	0	1.39	2.08	-55.56	0
<i>B. riedelianum</i>	Marfim	2.08	0	6.25	0	200	0
<i>C. xanthocarpa</i>	Guabiroba	2.08	1.04	6.25	0	200	-100
<i>C. guazumifolia</i>	Sete capote	2.08	1.04	2.78	0	33.33	-100
<i>S. brasiliensis</i>	Leiterinho	2.08	0	2.08	0.69	0	0
<i>M. umbellata</i>	Capororocão	2.08	0	0.69	5.56	-66.67	0
<i>A. parvifolium</i>	Guatambú	2.08	0	0	0	-100	0
<i>M. paraguariense</i>	Canela do brejo	2.08	0	0	1.39	-100	0

<i>A. colubrina</i>	Angico pururuca	1.04	1.04	6.94	1.39	566.67	33.33
<i>M. frondosus</i>	Cabriúva	1.04	0	5.56	1.39	433.33	0
<i>O. puberula</i>	Canela guaicá	1.04	0	5.56	11.11	433.33	0
<i>C. sylvestris</i>	Cafezeiro do mato	1.04	0	2.78	0	166.67	0
<i>J. puberula</i>	Jacaranda	1.04	0	0.69	0	-33.33	0
<i>Z. rhoifolium</i>	Mamica de cadela	1.04	0	0.69	0	-33.33	0
<i>C. lasiophylla</i>	Guaçatunga vermelha	1.04	0	0	0	-100	0
<i>C. marginatum</i>	Aguai	1.04	0	0	0	-100	0
<i>C. spectabilis</i>	Uvarana	1.04	0	0	0.69	-100	0
<i>E. argentinum</i>	Cocão	1.04	0	0	0	-100	0
<i>E. uniflora</i>	Pitangueira	1.04	0	0	0.69	-100	0
<i>I. dumosa</i>	Congonha	1.04	0	0	0	-100	0
<i>T. micrantha</i>	Crindiúva	1.04	0	0	0	-100	0
<i>A. recurva</i>	Nhapindá	0	0	0	1.39	0	0
<i>A. sylvatica</i>	Cortiça amarela	0	0	2.08	0	0	0
<i>B. angulosa</i>	Escada de macaco	0	0	4.86	0	0	0
<i>B. forficata</i>	Pata de vaca	0	0	0	0.69	0	0
<i>C. decandra</i>	Guaçatunga	0	0	1.39	0	0	0
<i>C. trichotoma</i>	Louro	0	1.04	2.08	0	0	-100
<i>E. speciosa</i>	Laranjeira do mato	0	0	0	0	0	0
<i>F. insipida</i>	Figueira	0	0	1.39	0	0	0
<i>I. marginata</i>	Ingá feijão	0	0	0	0	0	0
<i>M. elaeagnoides</i>	Miguel pintado	0	0	3.47	1.39	0	0
<i>E. pungens</i>	Guabiju	0	0	0	0	0	0
<i>O. divaricata</i>	Canela	0	0	0	0	0	0
<i>P. dioica</i>	Imbú	0	0	0	0	0	0
<i>P. angustifolia</i>	Vassourão branco	0	0	0	0	0	0
<i>S. glandulatum</i>	Pau de leite	0	0	0.69	0	0	0
<i>S. terebinthifolius</i>	Aroeira	0	0	0	2.78	0	0
<i>T. catharinensis</i>	Leiteiro	0	0	0.69	0	0	0
<i>X. pseudosalzmannii</i>	Assucará	0	0	0	0	0	0
TOTAL		171.88	12.5	214.58	59.03		

Observa-se na Tabela 5 que o *Machaerium stipitatum*, a espécie com maior VI do fragmento, apresentou taxa de ingresso superior a taxa de mortalidade. Passando de 18,75 Ind/ha/ano para 22,22 Ind/ha/ano no primeiro e segundo período respectivamente, tratando-se de um aumento de 18,52% na porcentagem de árvores que ingressaram entre os períodos para esta espécie.

Uma espécie que merece destaque é a *Patagonula americana* que teve um aumento de 206,67% de ingresso entre os períodos, passando de 5,21 Ind/ha/ano para 15,97 Ind/ha/ano e a

mortalidade foi praticamente inexistente, tratando-se de uma espécie bem adaptada, que deve ser acompanhada ao longo do tempo para análise da sua dinâmica e importância dentro do fragmento (Tabela 5).

A *Dalbergia frutescens* sofreu um ingresso menor e uma mortalidade maior no segundo período, o que pode ser considerado benéfico e indicador de amadurecimento da floresta, já que a espécie trata-se de um cipó e ocorre principalmente em florestas em estágio primário de sucessão, ainda em regeneração.

A taxa de ingresso aumentou de 171,88 Ind/ha/ano no primeiro período para 214,58 Ind/ha/ano um aumento de 24,84%. No entanto é preciso observar que esse aumento não representa necessariamente um aumento de indivíduos e sim um ingresso de árvores das classe mais baixas para as maiores classes, como podemos observar na figura 7.

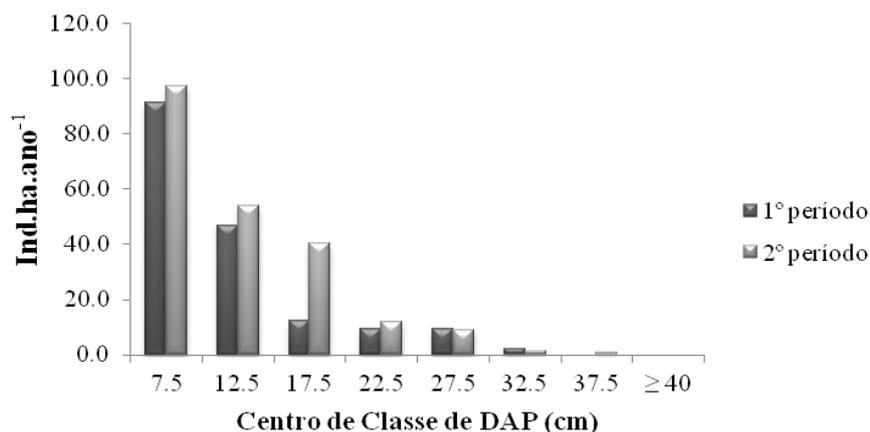


Figura 7: Gráfico de comparação entre o ingresso do primeiro período (2007-2009) e segundo período (2009-2012) por classe diamétrica.

Houve um aumento em ingresso em praticamente todas as classes de DAP no segundo período em relação ao primeiro, destaca-se a classe de 17,5 cm (Figura 7), a espécie que mais ingressou nesta classe foi a *Patagonula americana* seguidas da *Diatenopteryx sorbifolia*, *Parapiptadenia rígida* e *Nectandra megapotamica* (Tabela 6).

A mortalidade passou de 12,5 Ind/ha/ano no primeiro período para 59,03 Ind/ha/ano no segundo período, um aumento de 372,24% (Figura 8).

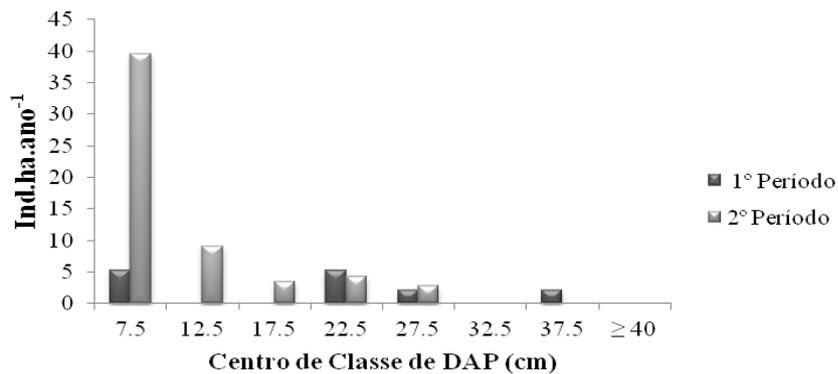


Figura 8: Gráfico de comparação entre a mortalidade do primeiro período (2007-2009) e segundo período (2009-2012) por classe diamétrica.

A mortalidade no segundo período, na primeira classe diamétrica se deve principalmente a duas espécies, a *Dalbergia frutescens* e a *Myrsine umbellata* que apresentaram 17,47 e 14,03% (Tabela 6) respectivamente do total da mortalidade no segundo período nesta classe. Nas classes de 12,5 e 17,5cm a espécie que mais morreu neste período foi a *Ocotea puberula*. Sendo que, não houve mortalidade no primeiro período nas classes 12,5, 17,5cm, e não houve mortalidade nem um dos períodos nas classes 32,5 e maior que 40cm.

A mortalidade do fragmento nas classe diamétricas corrobora com a literatura que fala que em florestas naturais cuja distribuição diamétrica assemelha-se ao J-invertido, espera-se que mortalidade seja maior nas classes inferiores de diâmetro. Tal comportamento é esperado, considerando os aspectos biológicos relacionados à mortalidade, pois a morte de árvores relacionada à supressão aumenta com o aumento da densidade (ROSSI et al., 2007).

Em geral, os resultados indicam que a mortalidade está entre 1 e 2% e que o ingresso tem sido um pouco maior, com uma média de quase 3%. Muitas vezes, tem-se observado no sistema Floresta Ombrófila Mista que a mortalidade é mais frequente nas menores classes de diâmetro (ROSSI, 2007), certamente pela competição.

A mortalidade maior nas classes diamétricas inferiores pode estar relacionada ao fato da presença de animais frequentarem a área. Watzlawick et al. (2002) em estudo dos aspecto florísticos e estruturais de um fragmento de Floresta com Araucária, com acesso de bovinos, verificou que 39% dos indivíduos amostrados foram classificados como dominados e suprimidos. Desse modo, verifica-se que a presença de bovinos em floresta pode causar danos físicos e mecânicos aos indivíduos de menor porte. Além disso, Schneider; Galvão; Longhi

(1978) relataram que o pisoteio do gado causa exposição da superfície do solo, danifica raízes superficiais responsáveis pela absorção nutricional e prejudica a regeneração natural.

Tabela 6: Ingresso e mortalidade por classe diamétrica nos dois períodos avaliados.

NOME CIENTÍFICO	NOME COMUM	Ingresso (Ind.ha.ano ⁻¹)														Mortalidade (Ind.ha.ano ⁻¹)										
		1º período (2007-2009)							2º período (2009-2012)							1º período (2007-2009)			2º período (2009-2012)							
		7.5	12.5	17.5	22.5	27.5	32.5	Total	7.5	12.5	17.5	22.5	27.5	32.5	37.5	Total	17.5	22.5	27.5	37.5	Total	7.5	12.5	17.5	22.5	27.5
<i>A. colubrina</i>	Angico pururuca	1.04					1.04	1.4	2.1	3.5					6.9			1.00	1.00		0.7		0.7			1.4
<i>A. edulis</i>	Vacum	3.13	1.04				4.17	0.7	1.4						2.1						2.1					2.1
<i>A. niopoides</i>	Farinha seca	6.25	3.13				9.38	7.6	4.2						11.8	2				2	1.4					1.4
<i>A. parvifolium</i>	Guatambú		2.08				2.08																			
<i>A. recurva</i>	Nhapindá																				0.7	0.7				1.4
<i>A. sylvatica</i>	Cortiça amarela							0.7	1.4						2.1											
<i>A. rugulosa</i>	Ariticum de porco		2.08	1.04			3.13		1.4						1.4						2.1					2.1
<i>B. angulosa</i>	Escada de macaco							4.2	0.7						4.9											
<i>B. forficata</i>	Pata de vaca																					0.7				0.7
<i>B. riedelianum</i>	Marfim		2.08				2.08	2.1	2.8	1.4					6.3											
<i>B. unguis</i>	Unha de gato	3.13	1.04				4.17	1.4	2.1						3.5						1.4					1.4
<i>C. marginatum</i>	Aguai	1.04					1.04																			
<i>C. decandra</i>	Guaçatunga							1.4							1.4											
<i>C. guazumifolia</i>	Sete capote	2.08					2.08	2.1	0.7						2.8	1				1.00						
<i>C. iguanaea</i>	Gurupia	8.33	1.04				9.38	7.6	1.4						9.0						2.8					2.8
<i>C. lasiophylla</i>	Guaçatunga vermelha		1.04				1.04																			
<i>C. spectabilis</i>	Uvarana		1.04				1.04														0.7					0.7
<i>C. sylvestris</i>	Cafezeiro do mato	1.04					1.04	2.8							2.8											
<i>C. trichotoma</i>	Louro								0.7	0.7	0.7				2.1		1.00			1.00						
<i>C. vernalis</i>	Cuvatã	6.25	5.21	2.08			13.54	8.3	5.6	2.1		0.7			16.7			1.00		1.00	0.7					0.7
<i>C. xanthocarpa</i>	Guabiroba	1.04	1.04				2.08	3.5	1.4	1.4					6.3	1.00				1.00						
<i>D. frutescens</i>	Rabo de bugiu	13.54					13.54	8.3							8.3	1.00	1.00			2.00	6.9					6.9
<i>D. sorbifolia</i>	Maria preta	5.21	10.42	3.13			18.75	7.6	6.3	4.9					18.8							0.7				0.7

2.3.4.3. Crescimento

A floresta apresentou área basal de 13,17 m².ha⁻¹, 14,25 m².ha⁻¹ e 14,72 m².ha⁻¹ nos anos de medição de 2007, 2009 e 2012 respectivamente. A média aritmética do incremento em área basal, considerando todas as espécies, foi de 0,009 m².ha⁻¹ (2007), 0,01 m².ha⁻¹ (2009) e 0,011 m².ha⁻¹ (2012).

Figueiredo Filho et, al (2010) ressaltam em seu trabalho a grande variabilidade na evolução da área basal por há entre as parcelas medidas, estando entre um intervalo de 12,33 a 42,37 m².ha. Essa variabilidade pode indicar sítios e fases de sucessão diferentes ou ainda perturbações/intervenções diferenciadas no passado.

O incremento periódico anual (IPA) em área basal Tabela 7, foi avaliado nos dois períodos, o primeiro de 2007 a 2009 apresentou iguais a 0.57 m².ha.ano⁻¹ e o segundo de 2009 a 2012 apresentou valor de 0,65 m².ha.ano⁻¹. Pode ser considerado baixo se comparado a outros estudos como o de Graff Neto (2011), em estudos na Floresta Ombrófila Mista em Araucária, PR, onde observou um incremento periódico anual em área basal de 0,818 m².ha.ano⁻¹.

Tabela 7: Relação de espécies e respectivos Incremento Periódico Anual (IPA) em área basal no 1º período (2007 a 2009) e no 2º período (2009 a 2012), em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, Reserva do Iguazú – Paraná.

NOME CIENTÍFICO	NOME COMUM	IPA (m ² .ha.ano ⁻¹)		%
		1º período (2007-2009)	2º período (2009-2012)	
<i>M. stipitatum</i>	Sapuva	0.048	0.069	2.09
<i>D. sorbifolia</i>	Maria preta	0.051	0.069	1.84
<i>L. divaricata</i>	Açoita cavalo	0.049	0.063	1.45
<i>C. vernalis</i>	Cuvatã	0.038	0.051	1.28
<i>P. rigida</i>	Angico vermelho	0.04	0.044	0.45
<i>P. americana</i>	Guajuvira	0.022	0.04	1.76
<i>N. megapotamica</i>	Canela imbuia	0.018	0.032	1.36
<i>N. lanceolata</i>	Canela amarela	0.025	0.03	0.56
<i>A. niopoides</i>	Farinha seca	0.018	0.026	0.85
<i>A. colubrina</i>	Angico pururuca	0.015	0.024	0.87
<i>O. puberula</i>	Canela guaicá	0.024	0.024	0
<i>S. commersoniana</i>	Branquilho	0.021	0.017	-0.4
<i>I. vera</i>	Ingá banana	0.014	0.015	0.16

<i>B. riedelianum</i>	Marfim	0.007	0.014	0.72
<i>M. frondosus</i>	Cabriúva	0.011	0.012	0.17
<i>S. romanzoffiana</i>	Coqueiro	0.03	0.012	-1.8
<i>C. trichotoma</i>	Louro	0.005	0.011	0.55
<i>M. elaeagnoides</i>	Miguel pintado	0.007	0.009	0.24
<i>A. rugulosa</i>	Ariticum de porco	0.011	0.009	-0.2
<i>S. brasiliensis</i>	Leiterinho	0.005	0.008	0.34
<i>A. sylvatica</i>	Cortiça amarela	0.002	0.007	0.5
<i>C. xanthocarpa</i>	Guabiroba	0.006	0.007	0.09
<i>V. megapotamica</i>	Tarumã	0.004	0.006	0.25
<i>B. unguis</i>	Unha de gato	0.005	0.006	0.13
<i>C. iguanaea</i>	Gurupιά	0.006	0.006	-0.1
<i>D. frutescens</i>	Rabo de bugiu	0.011	0.005	-0.6
<i>A. parvifolium</i>	Guatambú	0.003	0.003	0.04
<i>A. edulis</i>	Vacum	0.005	0.003	-0.2
<i>J. puberula</i>	Jacaranda	0.001	0.003	0.16
<i>Z. rhoifolium</i>	Mamica de cadela	0.001	0.003	0.21
<i>O. divaricata</i>	Canela	0.001	0.002	0.13
<i>E. involucrata</i>	Cerejeira	0.003	0.002	-0.1
<i>B. angulosa</i>	Escada de macaco	0.001	0.002	0.11
<i>M. umbellata</i>	Capororocão	0.001	0.002	0.01
<i>E. argentinum</i>	Cocão	0.001	0.002	0.06
<i>A. recurva</i>	Nhapindá	0.001	0.001	0.04
<i>C. guazumifolia</i>	Sete capote	0.004	0.001	-0.3
<i>C. sylvestris</i>	Cafezeiro do mato	0.001	0.001	-0
<i>C. lasiophylla</i>	Guaçatunga vermelha	0.001	0.001	0.01
<i>I. dumosa</i>	Congonha	0.005	0.001	-0.4
<i>E. pungens</i>	Guabiju	0.043	0.001	-4.3
<i>C. spectabilis</i>	Uvarana	0.002	0	-0.2
<i>P. dioica</i>	Imbú	0.001	0	-0.1
<i>S. glandulatum</i>	Pau de leite	0	0	0.04
<i>I. marginata</i>	Ingá feijão	0.001	0	-0
<i>X. pseudosalzmannii</i>	Assucarά	0	0	0
<i>T. catharinensis</i>	Leiteiro	0.002	0	-0.1
<i>E. speciosa</i>	Laranjeira do mato	0	0	0.01
<i>C. decandra</i>	Guaçatunga	0	0	0
<i>E. uniflora</i>	Pitangueira	0.001	0	-0
<i>F. insipida</i>	Figueira	0.002	0	-0.2
<i>B. forficata</i>	Pata de vaca	0	0	0.02
<i>P. angustifolia</i>	Vassourά branco	0	0	-0
<i>S. terebinthifolius</i>	Aroeira	0	0	0
<i>T. micrantha</i>	Crindiúva	0	0	-0

<i>C. marginatum</i>	Aguai	0	0	-0.1
TOTAL		0.575	0.649	

Podemos observar na Tabela 7, em relação ao incremento em área basal, *Machaerium stipitatum* foi a espécie que apresentou o maior incremento periódico, igual a 0,048 e 0,067 $\text{m}^2.\text{ha}.\text{ano}^{-1}$ em ambos os períodos avaliados. É a espécie que apresentou maior Valor de Importância em todas as medições, o que se deve ao fato da sua grande densidade no povoamento, sendo que, apresenta indivíduos apenas nas classes de DAP até 27,5 cm.

A segunda espécie a apresentar o maior incremento em área basal foi *Diatenopteryx sorbifolia*, com um ganho de incremento periódico anual de 0,02 $\text{m}^2.\text{ha}.\text{ano}^{-1}$. Esta espécie apresenta indivíduos apenas nas três primeiras classes de DAP, o alto incremento se deve a um aumento de 26,9% de incremento na classe de DAP de 17,5 no 2º período.

A *Patagonula americana*, *Luehea divaricata* e *Nectandra megapotamica* também apresentaram incrementos periódicos anual consideráveis em percentual nos períodos de avaliação (1,76%, 1,45%, e 1,36% respectivamente). A *Myrcianthes pungens* apresentou o pior percentual, -4,26% de incremento entre os períodos. Importante ressaltar que esta espécie apresenta indivíduos apenas na primeira classe de DAP, classe esta que apresentou maior mortalidade entre os períodos. Sendo esta uma espécie de florestas primária, sua mortalidade pode estar relacionada ao fato de a floresta estar amadurecendo (Tabela 7).

De acordo com Rodrigues (2012), incremento em área basal é bastante variável, dependendo da tipologia em estudo e do estágio sucessional. As espécies que apresentaram os maiores incrementos também variam consideravelmente, indicando comportamento diferenciado de uma mesma espécie submetida a ambientes diferentes.

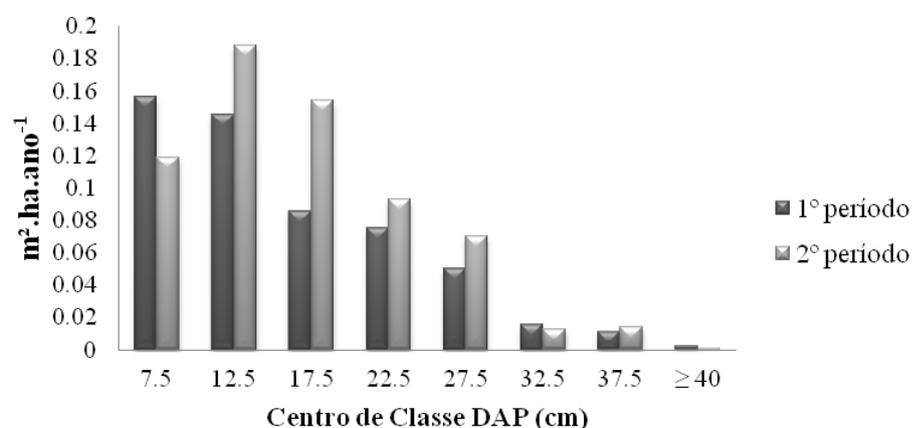


Figura 9: Incremento Periódico Anual por classe de DAP em dois períodos avaliados em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista.

Houve um aumento de incremento principalmente nas classes de DAP de 12,5, 17,5, 22,5 e 27,5cm (Figura 9). O incremento na primeira classe diminuiu no segundo período, principalmente devido ao alto índice de mortalidade ocorrido nesta classe e também pelo fato das árvores de menor diâmetro sofrerem com a competição por luz e nutriente prejudicando assim seu incremento.

O maior crescimento apresentado nas classes diamétricas superiores, observado no presente estudo, se dá em decorrência de que as árvores mais grossas, que estão estabelecidas a tempo na floresta, possuem posição privilegiada no dossel, que lhes garante um aporte maior e mais constante de energia solar, o que permite a estes indivíduos apresentar incrementos diamétricos maiores e com menor variabilidade (SCHAAF, 2001).

2.4. CONCLUSÕES

- A riqueza de espécies, gêneros e famílias foi muito próxima da encontrada em outros trabalhos feitos na mesma floresta, muitos deles em áreas muito superiores, o que demonstra que mesmo tratando-se de um pequeno fragmento ele possui caráter importante na preservação da biodiversidade;
- A taxa de ingresso foi maior no segundo período em praticamente todas as classes diamétricas, a área basal e o incremento diamétrico sofreram aumento ao longo nas três medições, demonstrando que a antropização do fragmento não interferiu na sua capacidade de recuperação, voltando gradualmente a apresentar suas características iniciais.

2.5. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, S. R. et al. Florística e síndromes de dispersão de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista em sistema faxinal. **Ambiência**, Guarapuava, v. 4, n. 2, p. 289-297, 2008.

ARAÚJO, M. M. et al. Análise de agrupamento em remanescente de Floresta Ombrófila Mista. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 1, p. 1-18. 2010.

BRASIL. Proposta do grupo de trabalho preservação e recuperação da Floresta Ombrófila Mista no Estado de Santa Catarina: portaria ministerial 49 de 06 de fevereiro de 2002. **Ministério do Meio Ambiente**, Brasília, 2002. 77p.

CUBAS R.: Florística, estrutura e dinâmica em uma Floresta Ombrófila Mista no norte do estado de Santa Catarina. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Irati PR. 133p

DALLA LANA, M. Dinâmica e prognose do crescimento em um fragmento de floresta ombrófila mista no sul do Paraná. Dissertação (Mestrado Pós-Graduação em Engenharia Florestal) UFPR. Curitiba, 2013. 187p.

DURIGAN, M. E. **Florística, dinâmica e análise proteica de uma Floresta Ombrófila Mista em São João do Triunfo, PR**. 125 f. Dissertação (Mestrado em Manejo Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999.

FIGUEIREDO FILHO, A.; DIAS A. N.; STEPKA T. F.; SAWCZUK A. R. **FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 40, n. 4, p. 763-776, out./dez. 2010.

GRAFF NETO, J. **Crescimento, recrutamento e mortalidade no período de 2001-2012 de uma Floresta Ombrófila Mista Aluvial, Município de Araucári, Paraná**. 2011. 118 f. Dissertação - (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

GROMBONE, M. T., BERNACCI, L. C., NETO, J. A., **Estrutura fitossociológica da floresta semidecídua de altitude do Parque municipal de Grota Funda**. Atibaia, São Paulo, Acta Botânica Brasílica, 1990. v. 4, n.2, p. 47 – 64.

GUAPYASSÚ, M. S. **Característica fitossociológica de três fases sucessionais de uma Floresta Ombrófila Densa Submontana, Morretes – Paraná**. Curitiba, 1994. 165f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências

Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

KANIESKI, M. R. **Caracterização florística, diversidade e correlação ambiental na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS.** 2010. 101 f. Dissertação – (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

KLAUBERG, C.; PALUDO, G.F.; BORLUZZI, R. L. C. Florística e estrutura de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista no Planalto Catarinense. **Biotemas**, Lages SC, v.23, n.1, p. 35-47, 2010.

LOETSCH, F.; ZOHRER, F.; HALLER, K.E. **Forest Inventory.** Munchen: BLV, Verlagsgesellschaft mbH, 1973.469 p.

LONGHI, S. J. **A estrutura de uma floresta natural de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O.Ktze, no Sul do Brasil.** Curitiba, 1980. 198p. Dissertação Mestrado em Ciências Florestais – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

MAGURAN, A. E. **Diversidade Ecológica y su Medición.** Barcelona: Caspe. 1989. 199 p.

MANTOVANI, M.; RUSCHEL, A. R.; PUCHALSKI, A.; SILVA, J. Z.; REIS, M. S.; NODARI, R. O.; Diversidade de espécies e estrutura sucessional de uma formação secundária da Floresta Ombrófila Densa. **Scientia Forestalis**, n. 67, p. 14 - 26, 2005.

MELO, M. S. **Florística, fitossociologia e dinâmica de duas florestas secundárias antigas com história de uso diferentes no nordeste do Pará-Brasil.** 2004. 116p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

MOGNON, F. **Dinâmica do estoque de carbono como serviço ambiental prestado por um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana localizada no sul do estado do Paraná.** 2011. 103f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

ODUM, E. P. **Ecologia.** 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988. 434p.

ORELLANA, E. **Funções densidade de probabilidade no ajuste da distribuição diamétrica de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista.** 2009. 122 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Irati, PR.

PARTHASARATHY, N. Tree diversity and distribution in undisturbed and human-impacted sites of tropical wet evergreen forest in southern Western Ghats, India.

Biodiversity and Conservation, v. 8, p.1365-1381, 1999.

PEREIRA-SILVA, E. F. L. **Alterações temporais na distribuição dos diâmetros de espécies arbóreas**. 17 f. 2004. Dissertação (Mestrado em Biologia), Universidade de Campinas, Campinas, SP.

PIZATTO, W. **Avaliação biométrica da estrutura e da dinâmica de uma Floresta Ombrófila Mista em São João do Triunfo - PR: 1995 a 1998**. Curitiba, 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

RODRIGUES, A. Dinâmica e Correlações ambientais em um remanescente de Floresta Ombrófila Mista Aluvial em Guarapuava, PR. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) UNCENTRO, 2012. 119p.

RORATO, D. G.: **Fitossociologia de espécies nativas de mata ciliar no entorno do Reservatório Divisa, São Francisco de Paula, RS**. Dissertação (mestrado) Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, RS, 2012, 109 p.

ROSSI, L. M. B.; KOEHLER, H. S.; SANQUETTA, C. R.; ARCE, J. E. Modelagem de mortalidade em florestas naturais. **Floresta**, v. 37, n. 2, p. 275-291, 2007a.

SAWCZUK, A. R. **Florística e estrutura horizontal no período 2002-2008 de um Fragmento de Floresta Ombrófila Mista no Centro-Sul do Estado do Paraná**. 2009. 157f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) Universidade Estadual do Centro-Oeste, Paraná, 2009.

SAWCZUK, A. R.; FILHO, A. F.; DIAS, A. N.; WATZLAWICK, L. F. ; STEPKA, T. F. alterações na estrutura e na diversidade florística no período 2002-2008 de uma floresta ombrófila mista montana do centro-sul do paraná, Brasil. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 42, n. 1, p. 1 - 10, jan./mar. 2012.

SCHAAF, L. B. **Florística, estrutura e dinâmica no período 1979-2000 de uma Floresta Ombrófila Mista localizada no sul do Paraná**. 131 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.

SCHAAF, L. B. **Florística, estrutura e dinâmica no período 1979-2000 de uma Floresta Ombrófila Mista localizada no sul do Paraná**. 131 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.

SCHNEIDER, P. R., GALVÃO, F., LONGHI, S. L. Influência do pisoteio de bovinos em áreas florestais. **Floresta**, Curitiba, v. 9, n. 1, p. 19-23. 1978.

SILVESTRE, R. **Comparação da florística, estrutura e padrão espacial em três**

fragmentos de Floresta Ombrófila Mista no estado do Paraná. 2009, 77f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

SIMINSKI, A.; MANTOVANI, M.; REIS, M.S. Sucessão florestal secundária no município de São Pedro de Alcântara, litoral de Santa Catarina: estrutura e diversidade. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.14, n.1, p. 21-23, 2004.

SOCHER, L. G. **Dinâmica e biomassa aérea de um trecho de Floresta Ombrófila Mista Aluvial no município de Araucária, Paraná.** 2004. 101 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

SONEGO, R.C.; BACKES, A.; SOUZA, A.F. Descrição da estrutura de uma Floresta Ombrófila Mista, RS, Brasil, utilizando estimadores não-paramétricos de riqueza e rarefação de amostras. **Acta bot. bras.** Feira de Santana, v. 21, n.4, 2007. p. 943-955. 2007.

VALÉRIO, A. F. et al. Análise da composição florística e da estrutura horizontal de uma Floresta Ombrófila Mista Montana, Município de Irati, PR – Brasil. **Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient.**, Curitiba, v. 6, n. 2, p. 137-147. 2008.

VIANA, V. M; PINHEIRO, L. A. F. V. Conservação da Biodiversidade em fragmentos florestais. Série Técnica IPEF: ESALQ/USP, 12: 25-42, 1998.

WATZLAWICK, L. F. et al. Aspectos florístico e estrutural de um fragmento de Floresta com Araucária utilizado para o pastoreio de bovinos. **Ciência & Natura**, Santa Maria, v. 24, p. 63-76. 2002.

ZILLER, S. R. **Análise fitossociológica de caxetais.** Curitiba: 1992. 101p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

3. ANÁLISE MULTIVARIADA NO ESTUDO DE GRADIENTES AMBIENTAIS E VEGETACIONAIS EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência de variáveis ambientais sobre a vegetação arbórea em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Reserva do Iguaçu, PR. A parcela possui 4800m² e foi subdividida em 48 subparcelas de 10mx10m (100m²) cada, a parcela permanente foi instalada no ano de 2007 e remeida nos anos de 2009 e 2012. A parcela foi dividida em 48 subparcelas de 10x10, (100²), nas quais foram feitas as avaliações. As árvores que apresentaram DAP \geq 5 cm foram medidas, identificadas e plaqueadas para avaliações posteriores. As subparcelas foram agrupadas por meio da análise de Cluter e posteriori com os dados da primeira feita à análise fatorial, conseguindo assim agrupar as subparcelas em três grupos. O grupo 1 tem como espécie preferencial *Sebastiania commersoniana*, o grupo 2 é característico a *Dalbergia frutescens* como espécie indicadora e o grupo 3 possui como indicadoras as espécies *Albizia niopoides* e *Machaerium stipitatum* e a *Diatenopteryx sorbifolia* como espécie preferencial. Os parâmetros ambientais avaliados foram os químicos e físicos do solo, compactação, declividade, pedregosidade, profundidade e rochoso. De modo geral o solo possui uma alta fertilidade de macronutrientes, índices altos para areia, média declividade, alta compactação, solo raso, rochoso e pedregoso. A correlação linear de Pearson indicou correlação entre algumas variáveis ambientais. A análise de componentes principais verificou alta correlação negativa entre areia e argila e entre Magnésio e Fósforo. O teste de Monte Carlo apresentou correlação espécies-variáveis ambientais ao nível de 1% para o eixo 1, o qual pertencem os fatores ambientais Cálcio e Fósforo. O segundo eixo também utilizado na apresentação gráfica apresenta como fatores de maior relevância a profundidade e a areia. Os dois eixos em conjunto explicam apenas 12,8% da variância da população. Com a interpretação da análise gráfica CCA pode-se deduzir que a *S. commersoniana* como espécie preferencial não tem correlação forte com as variáveis medidas por este trabalho. A espécie *D. frutescens* que caracteriza o segundo grupo de agrupamento de subparcelas é correlacionada com a profundidade, tem maior ocorrência por solos mais profundos, mais compactados e com menor pedregosidade. As espécies *A. niopoides* e *M. stipitatum* possuem alta correlação com os fatores químicos do solo como cálcio, fósforo e ocorrem em terrenos mais rochosos e de maior declividade.

Palavras-chave: fragmento florestal, fatores ambientais, métodos multivariados.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the influence of environmental variables on woody vegetation in a fragment of Araucaria Forest Reserve in Iguaçu, PR. The plot has 4800m² and was subdivided into 48 subplots of 10m x 10m (100m²) each, the permanent plot was established in 2007 and new measurement the years 2009 and 2012. The portion was divided into 48 plots of 10x10, (100 m²), in which the assessments were made. The trees had DAP \geq 5 cm were measured, identified and marking for subsequent evaluations. The subplots were grouped by analyzing Cluster and subsequently with the data taken from the first factor analysis, thus group the plots into three groups. Group 1 has as indicator species *Sebastiania commersoniana*, group 2 is characteristic for the presence of *Dalbergia frutescens* and group 3 has as indicator species *Albizia niopoides* and *Machaerium stipitatum*. Environmental parameters evaluated were the physical and chemical soil, compaction, slope, stoniness, depth and rocky. In general the soil has a high fertility macronutrient ratios for high sand, average slope, high compaction, shallow soil, rocky and stony. The Pearson's correlation indicated a correlation between some environmental variables. The principal components analysis found high negative correlation between sand and clay and between Magnesium and Phosphorus. The Monte Carlo test significant correlated species-environmental variables at 1% for axis 1, which belong environmental factors Calcium and Phosphorus. The shaft second also used in the graphic presents as factors most relevant depth and sand. The axis two together explain 12,8% of the population variance. With the interpretation of the analysis graphic CCA can deduce that *S. commersoniana* as preferred species not has strong correction with the variables measured in this work. The species *D. frutescens* that characterizes the second set is correlated with depth, has a greater incidence for deeper soils, more compact and less stony. The species *A. niopoides* and *M. stipitatum* have high correlation with soil chemical factors such as calcium, phosphorus and occur over rocky terrain and greater slope.

Key-words: fragment forest; environmental factors; multivariate methods.

3.1. INTRODUÇÃO

Uma das atividades essenciais para o estabelecimento de metodologias de recuperação de áreas alteradas e/ou degradadas é o conhecimento da vegetação quanto à composição florística e estrutural dos ecossistemas naturais da região, assim como, peculiaridades ambientais, como o tipo de solo (RORATO 2012).

Para que haja uma melhor compreensão da floresta é fundamental que seu estudo seja correlacionando as informações vegetacionais com as variáveis ambientais, buscando assim compreender melhor toda a variabilidade existente em um ambiente natural. O conhecimento da estrutura da floresta é fundamental no auxílio da conservação biológica deste ecossistemas e subsídio para sua recuperação. A utilização de técnicas multivariadas para correlação e ordenação entre a diversidade florística e estrutural da floresta com fatores abióticos tem se constituído numa ferramenta que cada vez mais empregada no auxílio dessa compreensão.

Os fragmentos de FOM que estão sujeitos à ação de fatores ambientais distintos, torna-se imprescindível para o entendimento da dinâmica da vegetação e também como fonte de dados que sirvam de suporte às ações que visem à preservação dessas áreas (CORDEIRO, 2010). Uma ferramenta útil para o conhecimento de florestas naturais, que auxilia na detecção de associações florísticas específicas, é a análise de agrupamento, frequentemente utilizada em vários trabalhos científicos (MALCHOW et al., 2006; HOLANDA et al., 2010).

As características do solo é de extrema relevância na estrutura de uma floresta, podendo explicar parte da variabilidade desta. Segundo Lopes Assad et al (1997) o biofuncionamento do solo e o conjunto de suas funções edáficas, interagindo com fatores ambientais, são dependentes de regulações biológicas das plantas, micro-organismos e fauna.

Avaliar a influência de fatores ambientais sobre a comunidade arbórea ao longo de um gradiente em um fragmento de Floresta Ombrófila em Reserva do Iguaçu, PR. Caracterizar sob o aspecto químico, físico e de compactação, declividade, pedregosidade e rochiosidade de um fragmento de FOM com o objetivo de:

- avaliar a estrutura do fragmento, indicando as espécies indicadoras desta estrutura;
- avaliar quais dos fatores ambientais mensurados são mais relevantes na explicação da estrutura da floresta;
- Identificar as relações entre espécies arbóreas e variáveis ambientais.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1. Caracterização do solo

Com o objetivo de estabelecer um panorama da fertilidade dos solos da região a partir dos laudos, obtendo uma visão das condições de fertilidade dos solos de cada município, optou-se por resumir os dados em distribuições de frequência (percentual) por classes ou faixas de valores para cada indicador, por município, e na média dos municípios em conjunto. Tais classes de valores basearam-se em níveis de interpretação de análises químicas de solo, conforme indica a tabela 8.

Tabela 8: Classe de teores para o estudo de distribuição de frequências, conforme indicador químico dos laudos e fonte de referência.

Indicador	Classes de teores				
P	0	≤ 3,0	3,1 - 6,0	> 6,0	
K	≤ 0,10	0,11 - 0,20	0,21 - 0,30	> 0,30	
Ca	-	≤ 2,0	2,1 - 4,0	> 4,0	Sfredo et al. (1999)
Mg	-	≤ 0,4	0,5 - 0,8	> 0,8	
Al	-	≤ 0,02	0,03 - 1,5	> 1,5	
MOS	-	≤ 25,0	25,1 - 50,0	> 50	Comissão... (2004)
pH_{CaCl2}	≤ 4,3	4,4 - 5,0	5,1 - 5,5	> 5,5	Raij et al. (1997)

P: mg dm⁻³; K, Ca, Mg, Al: cmol_c dm⁻³; pH_c; MOS: g dm⁻³.

Como há carência de material bibliográfico atualizado sobre níveis de interpretação geral de resultados de análise química de solo para o Estado do Paraná, e inicialmente pretendia-se utilizar material específico do próprio Estado, uma vez que todos os laudos selecionados são de propriedades rurais do Paraná, optou-se pelos níveis apresentados por Sfredo et al. (1999) para os indicadores P, K, Ca, Mg e Al, recomendados para a cultura da soja no Paraná, sendo esta a cultura com a maior área cultivada na região centro-sul do Paraná (IBGE, 2010) e de forte representatividade para a microrregião do estudo, bem como de grande importância para a agricultura do Estado do Paraná.

No caso dos indicadores não contemplados por Sfredo et al. (1999), optou-se pelos níveis interpretativos apresentados pela Comissão... (2004), no caso de MOS por Raij et al. (1997), no caso do pH (CaCl₂).

3.2.1.1. Amostragem e Análise Química e granulométrica do solo

Em cada subunidade foram realizadas três coletas de solo (Figura 10) na profundidade de 0-20 cm com trado holandês. Essas amostras foram misturadas e homogeneizadas, formando uma amostra composta por subunidade. As amostras foram submetidas a análise laboratorial para determinação do pH (em CaCl₂), Matéria Orgânica, Fósforo (P - solução de Mehlich), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Alumínio (Al), Hidrogênio e Alumínio (H+Al) e análise granulométrica (método da pipeta), conforme metodologia da EMBRAPA (2006)

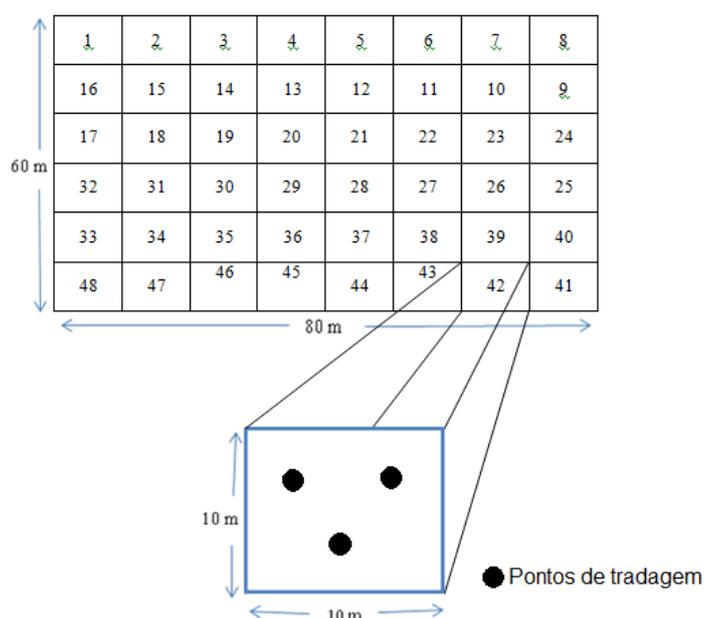


Figura 10: Esquema demonstrativo da coleta de solo e composição da amostra composta, a partir da tradoagem de três pontos por subunidade para avaliação das características químicas e físicas do solo em um Fragmento de Floresta Ombrófila Mista, Reserva do Iguazu, PR.

3.2.1.2. Análise da Compactação e Profundidade

Em cada subunidade foram efetuadas cinco avaliações da compactação e de profundidade, visando avaliar a compactação do solo, na profundidade de 0-60 cm (Figura 9), com a utilização de Medidor Eletrônico de Compactação do Solo (PenetroLOG 1020, Falker). Os cinco pontos foram distribuídos aleatoriamente nas subunidades e medidas da resistência à compactação e profundidade foram tomadas com resolução de 5 cm em cada ponto (Figura 11).

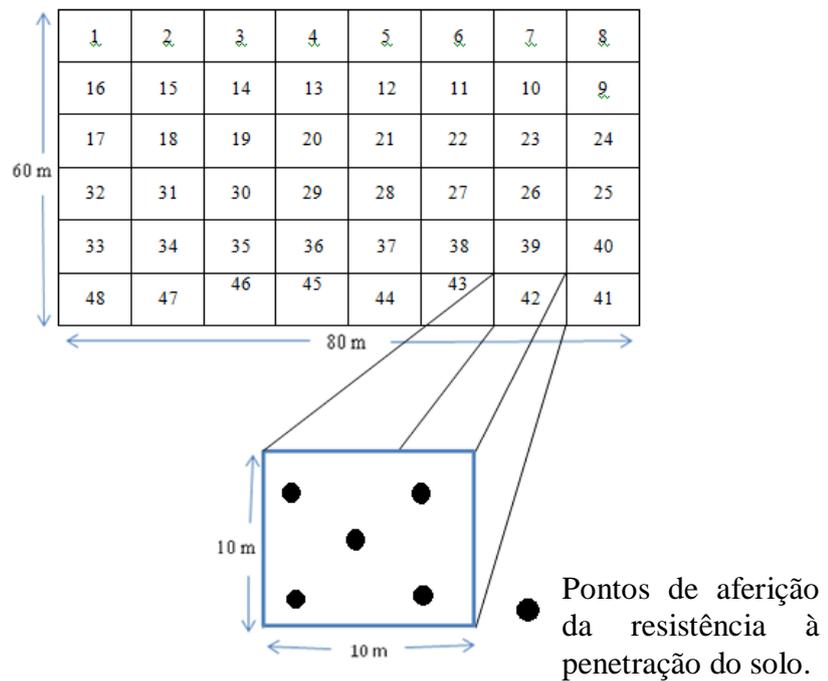


Figura 11: Esquema demonstrativo dos pontos de aferição da resistência à penetração do solo, a partir de cinco pontos por subunidade em um Fragmento de Floresta Ombrófila Mista Reserva do Iguaçu, PR.

Calculou-se a média aritmética das medições de 5-60 cm para cada ponto, e a partir das médias dos 5 pontos de cada subunidade obteve-se a média da resistência à penetração de 5-60 cm por subunidade. Optou-se por desconsiderar a primeira medição (0 cm) no cálculo da média em cada ponto em virtude das maiores possibilidades de erros nesta primeira medição. A definição do grau de compactação foi feita conforme classificação da USDA (1993), a partir da média de cada subunidade (Tabela 9).

Tabela 9: Classificação da compactação do solo a penetração em três classes.

Classes de Compactação	Compactação (Mpa)
Pequena	< 0,1
Extremamente pequena	< 0,01
Muito baixa	0,01 - 0,1
Intermediária	0,1 - 2
Baixa	0,1 - 1
Moderada	1 - 2
Grande	> 2
Alta	2 - 4
Muito alta	4 - 8
Extremamente alta	≥ 8

USDA (1993)

3.2.1.3. Análise Pedregosidade

As análises de pedregosidade foi realizada de forma qualitativa e transformados os dados em quantitativos.

Primeiramente foi realizado o reconhecimento da área de estudo, assim identificando os dois extremos, a subparcela mais pedregosa e a menos pedregosa, a partir daí avaliou-se as classes intermediárias, representadas na Figura 12.

Considerou-se à proporção relativa de calhaus (2-20 cm de diâmetro) e matacões (20-100 cm de diâmetro) sobre a superfície e, ou, massa do solo. As classes de pedregosidade foram definidas de acordo com a metodologia descritiva (EMBRAPA 2005), como se segue:

- Não pedregosa – quando não há ocorrência de calhaus e, ou, matacões na superfície e, ou, na massa do solo, ou sua ocorrência é insignificante e não interfere na aração do solo, ou é significativa, sendo, porém facilmente removível.

- Ligeiramente pedregosa – ocorrência de calhaus e, ou, matacões esparsamente distribuídos, ocupando menos de 1% da massa do solo e, ou, da superfície do terreno (distanciando-se de 10 a 30m), podendo interferir na aração, sendo, entretanto, perfeitamente viáveis os cultivos entre as pedras.

- Moderadamente pedregosa – ocorrência de calhaus e, ou matacões ocupando 1 a 3% da massa do solo e, ou, da superfície do terreno (distanciando-se a 1,5 a 10 m), tornando difícil o uso de maquinário agrícola convencional, podendo, entretanto, seus solos serem utilizados no cultivo de lavouras perenes ou plantios florestais, forrageiras e pastagens

naturais melhoradas, se outras características forem favoráveis.

- Pedregosa – Ocorrência de calhaus e matacões ocupando 3 a 15% da massa do solo e, da superfície do terreno (distanciando-se de 0,75 a 1,5 m), tornando impraticável o uso de maquinário agrícola convencional, com exceção de máquinas especiais e implementos agrícolas manuais. Solos nesta classe de pedregosidade podem ser utilizados como áreas de extrativismo florestal com plantio de espécies nativas e preservação da flora e da fauna.

- Muito pedregosa – Ocorrência de calhaus ou matacões de 15 a 50% da massa do solo e, ou da superfície do terreno (distanciando menos de 0,75 m), tornando completamente inviável o uso de qualquer tipo de maquinaria ou implemento agrícola manual. Solos nesta classe de pedregosidade são viáveis somente para florestas nativas e preservação da flora e da fauna.

- Extremamente pedregosa – Calhaus e matacões ocupam de 50 a 90% da superfície do terreno. Área de preservação da flora e da fauna.



Figura 12: Representação das diferentes classes de pedregosidade; a) Não pedregosa , b) Ligeiramente pedregosa, c) Moderadamente pedregosa, d) Pedregosa, e) Muito pedregosa e f) Extremamente pedregosa.

Após classificação das parcelas dentro das classes de pedregosidade os dados foram

quantificados por meio de percentuais de pedregosidade, Tabela 10. Para os cálculos estatísticos utilizaram-se os valores médios.

Tabela 10: Tabela de percentual de pedregosidade e média de pedregosidade de acordo com a classe.

	Pedregosidade estimada no terreno	Média da pedregosidade
Não pedregoso	0	0
Ligeiramente pedregoso	< 1%	0,5%
Moderadamente pedregoso	De 1 a 3%	3%
Pedregoso	De 3 a 15%	9%
Muito pedregoso	De 15 a 50%	32,5%
Extremamente pedregoso	De 50 a 90%	70%

3.2.1.4. Análise Rochosidade

As análises de rochosidade foi realizada de forma qualitativa (EMBRAPA 2005) e transformados os dados em quantitativos.

Primeiramente foi realizado o reconhecimento da área de estudo, assim identificando os dois extremos, a subparcela mais rochosa e a menos rochosa, a partir daí avaliou-se as classes intermediárias, representadas na Figura 13.

Refere-se à proporção relativa de exposições de rochas do embasamento, na superfície do solo, quer sejam afloramentos de rochas, quer camadas delgadas de solos sobre rochas ou ocorrência significativa de matacões (*boulders*) com mais de 100 cm de diâmetros.

As classes de rochosidade são assim definidas:

- Não rochosa – não há ocorrência de afloramentos do substrato rochoso nem de matacões, ou sua ocorrência é muito pequena, ocupando menos de 2% da superfície do terreno, não interferindo na aração do solo.

- Ligeiramente rochosa – Os afloramentos são suficientes para interferir na aração, sendo entretanto, perfeitamente viáveis os cultivos entre as rochas. Os afloramentos e , ou, matacões se distanciam de 30 a 100 m, ocupando de 2 a 10% da superfície do terreno.

- Moderadamente rochoso – os afloramentos são superficiais para restringir cultivos entre as rochas e, ou matacões, sendo possível o uso de máquinas especiais e implementos agrícolas manuais e o cultivo de lavouras perenes ou plantios florestais, forrageiras ou pastagem natural melhorada. Os afloramentos e, ou, matacões se distanciam de 10 a 30 m,

ocupando de 10 a 25% da superfície do terreno.

- Rochosa – os afloramentos são suficientes para tornar impraticável a mecanização. Solos dessa classe de rochosidade podem ser utilizados como áreas de extrativismo florestal com plantios de espécies nativas e preservação da flora e fauna. Os afloramentos rochosos, matacões e, ou, manchas de camadas delgadas de solo sobre rochas de 3 a 10m e cobrem de 25 a 50% da superfície do terreno.

- Muito rochosa – os afloramentos rochosos, matacões e, ou manchas de camadas delgadas de solos sobre rochas se distanciam menos de 3m (cobrindo 50 a 90% da superfície), tornando completamente inviável a mecanização. Solos nesta classe de rochosidade são viáveis apenas para florestas nativas e preservação de flora e da fauna.

- Extremamente rochoso – afloramento de rochas e, ou, matacões ocupam mais de 90% da superfície do terreno; nesse caso, os solos são considerados tipos de terreno.

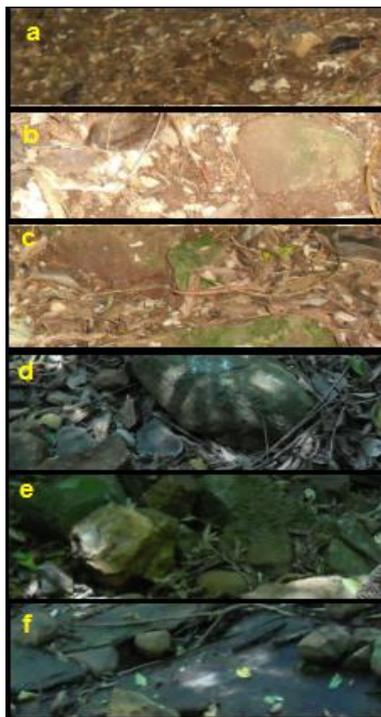


Figura 13: Representação das diferentes classes de pedregosidade; a) Não rochosa, b) Ligeiramente rochosa, c) Moderadamente rochosa, d) Rochosa, e) Muito rochosa e f) Extremamente rochosa.

Após classificação das parcelas dentro das classes de pedregosidade os dados foram quantificados por meio de percentuais de pedregosidade, Tabela 11. Para os cálculos estatísticos utilizaram-se os valores médios.

Tabela 11: Tabela de percentual de pedregosidade e média de pedregosidade de acordo com a classe.

	Rochosidade observadas no terreno	Média da rochosidade
Não Rochoso	Até 2%	1%
Ligeiramente Rochoso	De 2 a 10%	6%
Moderadamente Rochoso	De 10 a 25%	17,5%
Rochoso	De 25 a 50%	37,5%
Muito Rochoso	De 50 a 90%	70%
Extremamente Rochoso	Acima de 90%	95%

3.2.1.5. Análise de Declividade;

A declividade foi determinada por meio de Hipsômetro Digital *Forestor Vertex*, sendo registrada em valores absolutos, da parte mais alta do terreno com o auxílio de uma baliza que possui altura igual a dos olhos do medidor (Figura 13). Foram feitas 3 medições por subparcela e a realização de uma média aritmética destas medições.

Graus de declividade, para as subparcelas, encontrados foram estabelecidos três intervalos de acordo com metodologia utilizada por Almeida (2010):

- Baixa declividade ($0 \geq 15^\circ$);
- Média declividade ($15 \geq 30^\circ$);
- Alta declividade ($\geq 30^\circ$).

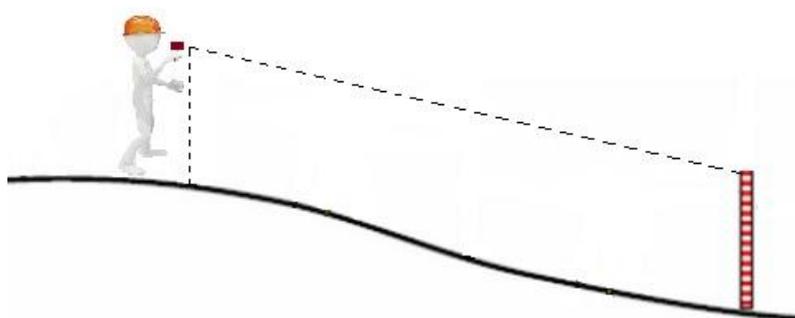


Figura 14: Representação da avaliação de declividade com o Hipsômetro Digital *Forestor Vertex* e auxílio de uma baliza.

3.2.2. Análise Multivariada

Os dados de fatores ambientais e vegetação foram processados com o uso de técnicas multivariadas visando melhor compreensão das relações do componente arbóreo com as variáveis ambientais. Cinco técnicas multivariadas foram empregadas no presente estudo: Matriz de Correlação de Pearson, Análise de Agrupamentos AA, Análise Fatorial (AF), Componentes Principais (CP), Teste de Monte Carlo (MC) e Análise de Correspondência Canônica (CCA).

Visando investigar relações entre os indicadores químicos dos laudos estudados, procedeu-se a análise de correlação, determinando a Matriz de Correlação linear de Pearson, obtida através do procedimento “correlate bivariate” do programa SPSS, com significância de 95%.

As análises de agrupamento, fatorial e de componentes principais foram realizadas com o auxílio do software STATISTICA 10 (STATSOFT, 2011). A AA e AF foram feitas com base nas vinte espécies com maior Valor de Importância da área. A CP foi aplicada sobre as variáveis do solo, pedregosidade, rochosidade, declividade e compactação, visando identificar as inter-correlações entre estas variáveis e a identificação daquelas de maior peso na composição da floresta em estudo.

Visando compreender de forma conjunta as relações entre as variáveis ambientais e as espécies levantadas, procedeu-se com a análise de correspondência canônica. A matriz principal foi composta pelas espécies, representadas pela respectivas densidades em cada subparcela. As variáveis ambientais compuseram a segunda matriz de dados, e também passaram por uma seleção prévia. Esta seleção visou evitar o problema da multicolinearidade, que ocorre quando as variáveis independentes apresentam alta correlação entre si. Esta situação compromete os resultados da análise de correspondência canônica, tornando os coeficientes canônicos instáveis (TER BRAAK, 1986). A análise de correspondência canônica foi realizada com o auxílio do software PC-ORD 5.0 (McCUNE; MEFFORD, 2006).

Juntamente com a Análise de Correspondência Canônica, efetuou-se o Teste de Permutação de Monte Carlo, que permite a observação de relações entre as variáveis ambientais e os eixos de ordenação, através de autovalores. O teste avalia também o comportamento do método estatístico empregado a partir de simulações realizadas com base na aleatorização das matrizes de dados originais (LEGENDRE; LEGENDRE, 1998)

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1. Caracterização do solo

Segundo Ribas (2013) os teores médios de argila, silte e areia, para a região centro Sul do Paraná, são de 61, 30,1 e 8,0 g/100g, respectivamente. Comparando os dados avaliados na parcela a com os dados médios encontrados pelo autor verifica-se (Tabela 12) que a média de argila do fragmento é quase a metade da média da região, já esperado, visto que o estudo de Ribas foi realizado em solos para plantio de soja, que são solos mecanizáveis, com relevo plano e bem desenvolvidos, o oposto do encontrado no terreno. O índice médio de Silte do fragmento (40,4 g/100g) é maior que a média da região (30 g/100g). O índice de areia no fragmento foi de 291% maior no fragmento do que a média regional.

Tabela 12: Tabela com média, mínimo, máximo, variância e coeficiente de variação dos fatores quantitativos avaliados em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista.

Fatores	Média	Mín.	Máx.	S	CV (%)
pH	5.6	4.9	6.2	0.1	1
K	0.6	0.2	1.2	0.0	30
Ca	15.4	9.4	23.4	9.5	20
Mg	4.4	2.0	6.5	1.1	20
Al	0.0	0.0	0.1	0.0	150
M.O	64.1	58.3	69.0	8.6	9
P	11.8	3.3	44.1	58.9	60
Areia	23.3	15.7	42.0	36.0	30
Silte	40.4	24.5	57.8	54.1	20
Argila	36.3	20.0	50.0	59.0	20
Declividade	15.6	7.5	37.5	95.3	60
Profundidade	15.3	5.0	60.2	32.4	70
Compactação	3.3	1.5	6.0	1.4	30

P: mg dm⁻³; K, Ca, Mg, Al: cmol_c dm⁻³; pH; MOS: g dm⁻³; Compactação: Mpa; Declividade: %; Profundidade: cm; Areia, Silte e Argila g/100g.

No geral a declividade do terreno foi considerada média, de 15,6° (Tabela 12). As 48 parcelas 26 possuem baixa declividade ($0 \leq 15^\circ$), 18 parcelas possuem média declividade ($15 \leq 30^\circ$) e 4 alta declividade ($\geq 30^\circ$). É considerado um solo raso já que sua profundidade média foi de 15,3 cm. A compactação do fragmento é considerada alta, 38 das 48 subparcelas se enquadraram na faixa de compactação Alta (2 a 4 MPa), 3 parcelas apresentaram compactação moderada (1 a 2 MPa) e 7 parcelas enquadraram-se na faixa de Muito alta compactação (4 – 8 MPa).

Fazendo a comparação entre os teores do solo encontrados na literatura (Tabela 8) para a região e os encontrados na área de estudo (Tabela 12) podemos observa-se que o pH médio do fragmento encontra-se incluso na mais alta classe ($> 5,5$). O potássio ($K = 0,6$ média) esta bem a cima do esperado para a região, encontra-se com o dobro do limite inferior da classe mais alta ($> 0,30$). A área encontra-se com teores elevados para Cálcio, a média (15,4) é mais de três vezes maior a do limite inferior da última classe que é de $> 4,0$. Magnésio , Matéria Orgânica e Fósforo também encontram-se bastante elevados comparados aos níveis de solos da região.

O único indicador químico que ficou abaixo dos esperados para a região foi o Alumínio, um bom indicativo visto que, este é um componente que em altas quantidades torna-se tóxico para a planta e impede a absorção de outros nutrientes essenciais para a planta.

Os níveis elevados de nutrientes no solo podem estar relacionados principalmente a rocha de formação e a pouca intemperização do terreno, visto que possuindo uma declividade que facilita o escoamento superficial da água, faz com esta não infiltre, diminuindo assim o intemperismo. Isso corrobora com o fato de o terreno possuir baixa profundidade e o elevado índice de matéria orgânica, já que as raízes das plantas encontram-se em uma camada muito superficial.

O baixa intemperismo do terreno causa um alto índice de pedregosidade e rochosidade (Figura 15).

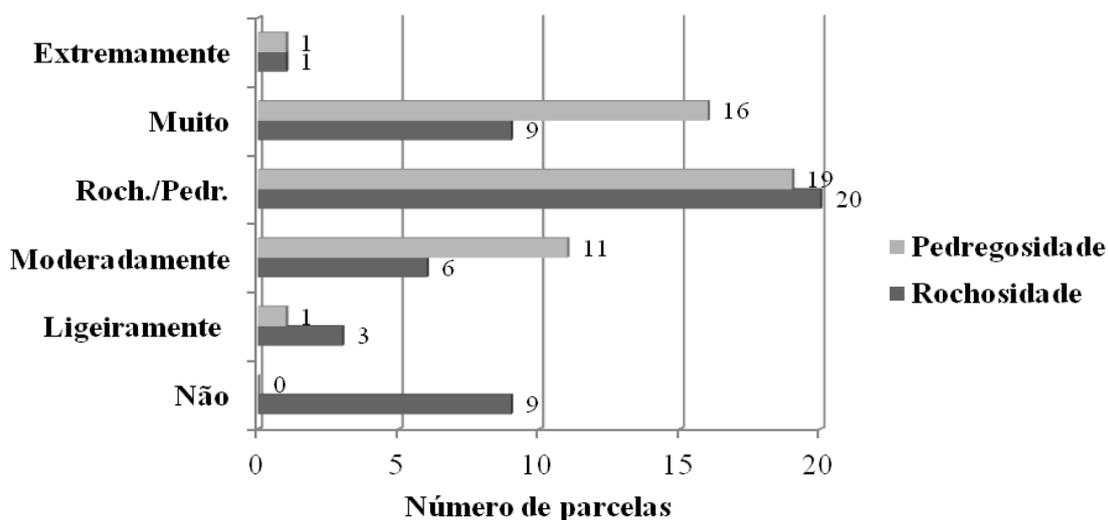


Figura 15: Índices de pedregosidade e rochosidade por classe e número de parcelas.

Podemos observar na Figura 15 que a maior parte das parcelas enquadram-se como

pedregosa (19 parcelas) e rochosa (20 parcelas). Não há nenhuma parcela que tenha sido considerada não pedregosa, no entanto 9 destas subunidades não são consideradas rochosas, 33,3% das parcelas é Muito pedregosa.

Trata-se de um terreno com alta índice de areia, média declividade, pedregoso, rochoso, pouco profundo, com alta compactação, altos teores de macronutrientes (exceto Al) e Matéria orgânica, isso torna o terreno com fértil em relação a química do solo, no entanto com problemas físicos que inviabilizam outros usos se não a preservação ou manejo de forma sustentável.

3.3.2. Similaridade das unidades amostrais

O conhecimento dos remanescentes florestais faz-se necessário mediante a importância de conservar e utilizar os recursos naturais de maneira sustentável. Para isso, a utilização de ferramentas como a análise de agrupamento torna-se pertinente, ao fornecer informações mais detalhadas sobre a composição e estrutura das comunidades (CALLEGARO, 2012).

A similaridade das unidades amostrais foi avaliada a partir da análise de agrupamentos (Figura 16), efetuada com base nas vinte espécies de maior Valor de Importância suas densidade de frequência dentro das subunidades. Após traçar a linha “fenon” na metade da distância euclidiana máxima, obteve-se a formação de 3 agrupamentos.

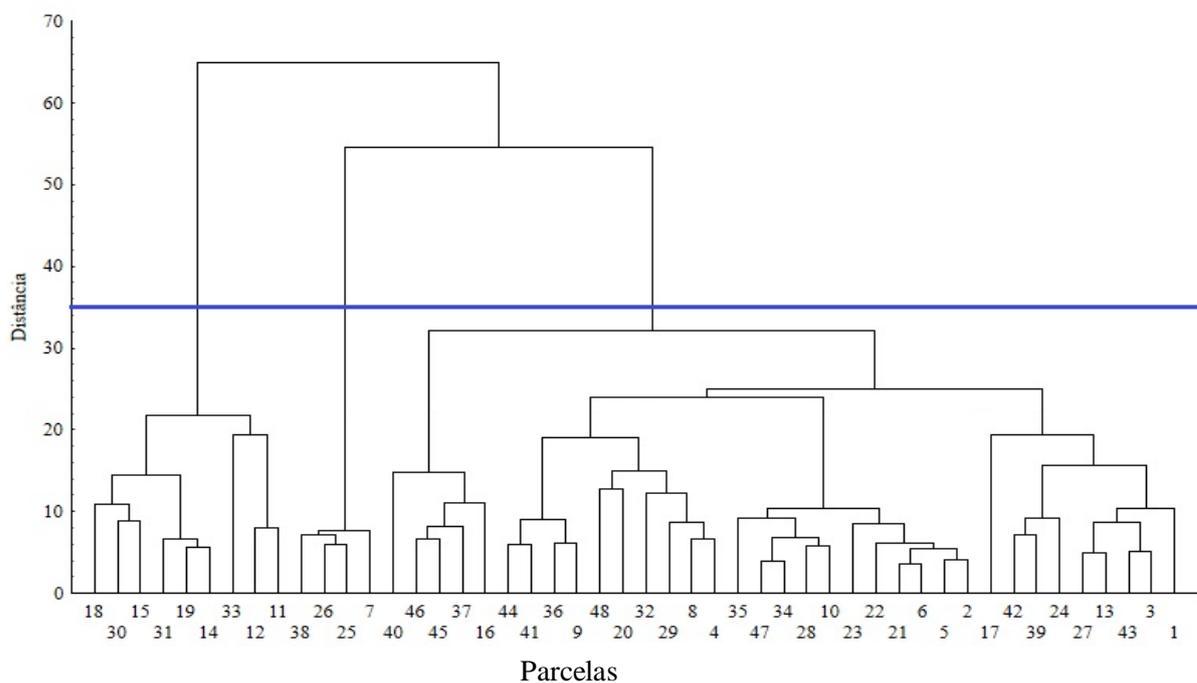


Figura 16: Similaridade conforme distância euclidiana quadrada, pelo método do “vizinho mais distante” entre as subparcelas e as espécies encontradas em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista.

Observa-se na Figura 16 que o primeiro grupo (da direita para a esquerda) corresponde a 72,9% das parcelas avaliadas não segue uma tendência acentuada de inclusão ou exclusão de espécies, podemos dizer que as 20 espécies com maior Valor de Importância estão bem distribuídas nas subunidades pertencentes ao primeiro grupo.

Conforme Felfili (2011), as espécies indicadoras são aquelas que ocorrem com maior peso que as demais espécies, em apenas um lado da divisão. Com relação às espécies preferenciais, essas apresentam duas vezes mais chances de ocorrer em um lado da divisão que do outro, permitindo fazer inferências sobre a adaptação das espécies ao ambiente.

O segundo agrupamento possui apenas quatro parcelas (7,25,26 e 38) a espécie indicadora deste grupo é a *Sebastiania commersoniana* que ocorre em todas as parcelas outro fator preponderante trata-se da ausência da espécie *L. divaricata*.

O terceiro agrupamento tem como indicativo a presença de *Albizia niopoides* em todas as parcelas e a ausência de *Syagrus romanzoffiana* e *Sebastiania commersoniana*. Sendo a *S. commersoniana* uma indicadora de solos hidromórficos podemos presumir que a *Albizia* adapte-se melhor em solos mais secos.

Buscando uma melhor forma de visualizar a similaridade das parcelas dentro do fragmento, foi realizada uma Análise Fatorial (Figura 17) relacionando as mesmas variáveis, utilizando o resultado da análise de agrupamento foram também considerados três grupos distintos, tentando explicar desta forma a similaridade entre as parcelas dentro de um mesmo grupo.

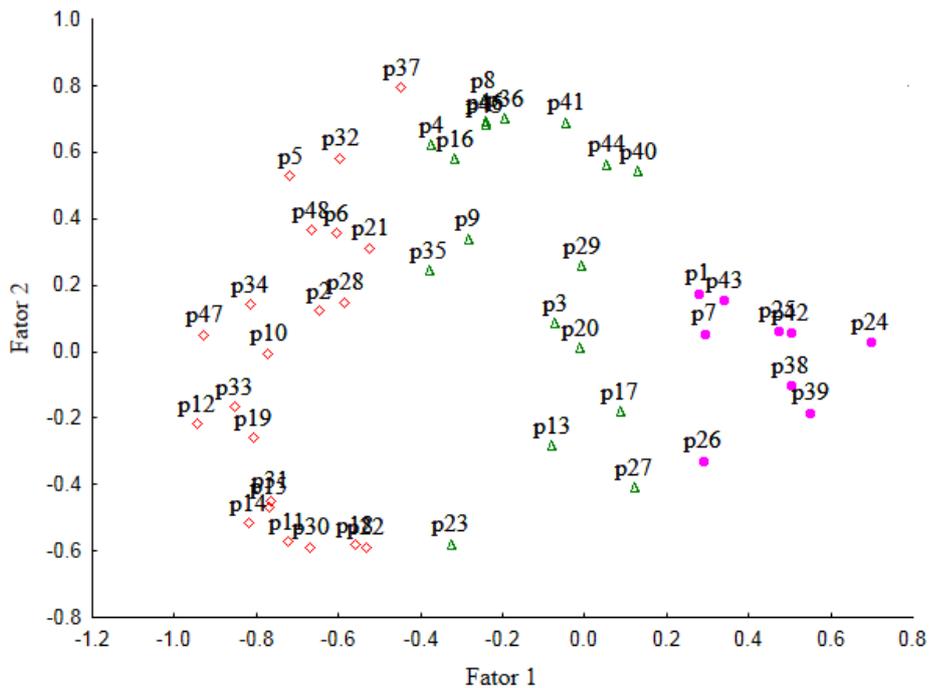


Figura 17: Análise Fatorial com agrupamento de similaridade de parcelas em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, Reserva do Iguaçu, PR.

Considerando os grupos da direita para a esquerda do gráfico (Figura 17), o grupo 1 (bolinha) foi agrupado com parcelas que apresentam a espécie *Sebastiania commersoniana* como indicadora. Espécie esta secundária inicial que possui preferência por locais de maior saturação hídrica.

O grupo 2 (triângulo) tem como espécie indicadora a *Dalbergia frutescens*. O grupo 3 (losangulo) possui como indicadoras as espécies *Albizia niopoides* e *Machaerium stipitatum* e como espécie preferencial a *Diatenopteryx sorbifolia*, assim como a diminuta participação de espécies como a *Dalbergia frutescens* e *S. commersoniana* (Figura 17).

A análise fatorial diferenciar melhor os grupos de parcelas (subunidades) dentro do fragmento, no entanto esta análise não avalia a quantidade de grupo, por isso a união do resultado da análise de agrupamento e da análise fatorial demonstrou-se de grande valor na

análise da semelhança entre parcelas e seus indicadores de agrupamento dentro do povoamento.

As técnicas de agrupamento são importantes ferramentas em estudos ecológicos, pois permitem agrupar espécies com exigências e/ou distribuição semelhantes, ou ainda identificar habitats com características similares, seja conforme a composição florística do local ou conforme suas condições ambientais.

De acordo com Braun-Blanquet (1979), a fitossociologia estuda o agrupamento das plantas, suas inter-relações e dependência dos fatores bióticos e abióticos, visando inferir sobre a origem, estrutura, classificação e outras características da comunidade. Além disso, a formação de agrupamentos na vegetação está relacionada às condições ambientais associadas, que favorecem a ocorrência, ou não, de determinadas espécies (FELFILI; REZENDE, 2003).

3.3.3. Análise dos Componentes Principais com base nas características ambientais

Com o objetivo de examinar a força de associação entre os entre as variáveis ambientais avaliadas, para estabelecer a importância de cada indicador como determinante do comportamento de outros indicadores (MENDES, 2004), na Tabela 13 é apresentada a matriz de correlação linear de Pearson com todos os indicadores estudados.

Dentre os índices avaliados (Tabela 13) aqueles que apresentaram altas correlações (ao nível de 1%) foram, silte e areia (0.723**) que teve a mais alta correlação, rochosidade e declividade (0.494**) e pH e compactação (-0.536**) que apresentaram correlação inversa.

Apresentaram correlação ao nível de 5% de significância; o Potássio e o Magnésio (-0.304*), o Potássio e o Fósforo (0.352*). O Cálcio teve correlação com o Alumínio (-0.299*), Rochosidade (0.355*) e declividade (0.318*) (Tabela 13).

Com base na matriz de correlação, as variáveis avaliadas e descartadas por possuírem alta correlação com outras variáveis foram: pH, K, Al, Silte, Declividade e Rochosidade. Para análise de componentes principais as variáveis utilizadas foram: Compactação, P, Ca, Mg, MO, Areia, Argila, Pedregosidade e Profundidade.

Tabela 13: Coeficientes de correlação linear de Pearson entre indicadores químicos de solos da região de Reserva do Iguaçu-PR (0,0-0,20 m).

Variáveis ambientais	pH	K	Ca	Mg	Al	M.O	P	Areia	Silte	Argila	Pedreg.	Rocho.	Decli.	Profun.	Comp.
pH	1	-0.263	-0.022	0.103	-0.002	-0.173	0.08	0.009	-0.079	-0.011	0.175	-0.053	-0.034	0.044	-0.536**
K		1	0.246	-0.304*	-0.088	0.171	0.352*	0.191	0.173	-0.079	-0.16	-0.028	-0.118	0.018	-0.031
Ca			1	0.202	-0.299*	0.065	0.189	-0.035	-0.019	0.034	0.012	0.355*	0.318*	-0.054	0.057
Mg				1	-0.018	-0.258	0.047	-0.044	-0.082	0.133	-0.045	-0.032	0.068	0.246	-0.128
Al					1	-0.054	-0.044	0.137	0.046	-0.117	0.02	-0.152	-0.078	-0.145	0.138
M.O						1	-0.002	0.055	0.043	0.048	0.065	-0.046	-0.224	-0.153	-0.007
P							1	0.243	0.03	0.17	0.164	-0.151	-0.108	-0.095	-0.145
Areia								1	0.723**	-0.005	0.015	-0.166	0.153	0.072	-0.67
Silte									1	0.15	-0.121	-0.124	0.214	0.207	-0.057
Argila										1	-0.239	-0.178	-0.036	0.03	-0.047
Pedregosidade											1	-0.104	-0.176	-0.136	-0.107
Rochosidade												1	0.494**	-0.154	0.215
Declividade													1	0.110	0.153
Profundidade														1	-0.054
Compactação															1

* Correlação significativa ao nível de 5%

** Correlação significativa ao nível de 1%

A determinação do número de componentes a serem utilizados na análise de componentes principais foi realizada através da seleção dos componentes cujos autovalores foram superiores a 1.

As variáveis ambientais submetidas à análise dos componentes principais resultou nos autovalores e porcentagem de variância conforme Tabela 14. Considerando o valor mínimo dos autovalores para a formação dos componentes principais ≥ 1 , havendo a formação de 5 componentes, que juntos explicam 69,32% da variância.

Tabela 14: Autovalores e variância dos componentes principais resultantes das variáveis edáficas e da vegetação de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Reserva do Iguaçu, PR.

Variáveis	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4
Ca	0,77	0,07	-0,31	0,29
Mg	-0,46	0,08	-0,20	-0,79
MO	0,60	0,22	-0,39	-0,25
P	0,61	-0,05	-0,44	-0,19
Areia	0,59	0,26	0,37	-0,32
Argila	-0,51	-0,02	-0,71	0,10
Pedregosidade	-0,06	-0,54	-0,27	0,18
Profundidade	-0,16	0,85	0,01	0,25
Compactação	-0,23	0,79	-0,21	0,08
Auto valor	2,22	1,78	1,23	1,01
Variância (%)	24,65	19,73	13,68	11,26
Variância Acumulada(%)	24,65	44,38	58,06	69,32

O primeiro fator apresentou o autovalor de 2,22, representando 24,65% da variância total. O segundo componente mais representativo, com autovalor de 1,78, correspondeu a 19,73% do total da variância. O terceiro e quarto fatores apresentaram autovalores iguais a 1,23 e 1,01, sendo responsáveis por 13,68% e 11,26% da variância dos dados, respectivamente.

As variáveis mais representativas do fator 1 foram o Cálcio, a Matéria orgânica, o Fósforo e a areia, possuindo altas correlações com a maioria das demais variáveis.

O segundo fator composto pela pedregosidade, profundidade e compactação. O terceiro fator é composto pela argila e o quarto pelo magnésio. Observa-se (Tabela 14) que o primeiro fator representa bem as condições químicas e físicas do solo, enquanto o segundo

fator representa as condições de estrutura deste solo.

A Figura 18 mostra graficamente as variáveis agrupadas em relação aos componentes (fatores) 1 e 2. Na Análise de Componentes Principais, o comprimento das setas está relacionado à significância da variável, enquanto os ângulos entre elas representam as relações entre os atributos. O ângulo entre determinada seta e cada eixo de ordenação representa o grau de correlação com o eixo (ALVARENGA; DAVID, 1999).

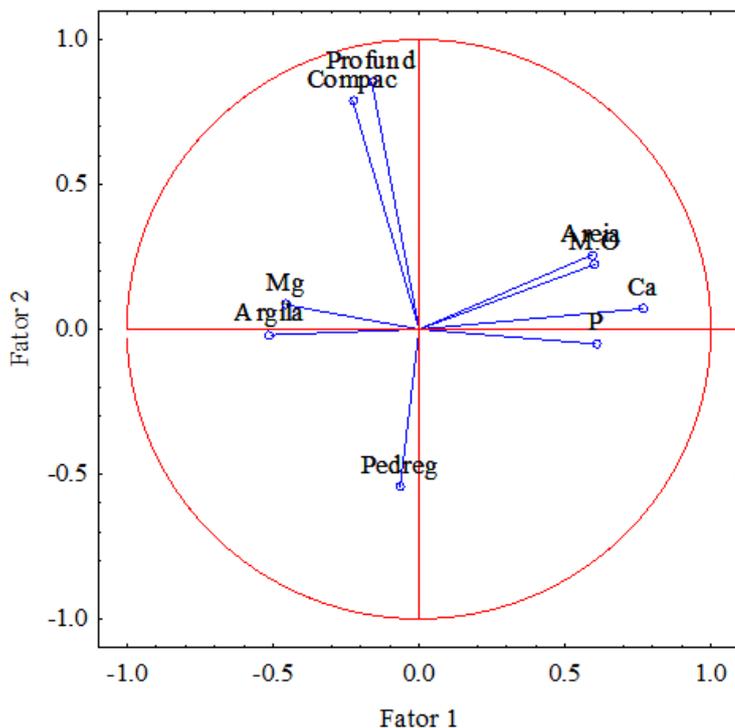


Figura 18: Análise gráfica dos Componentes Principais de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista no município de Reserva do Iguaçu, PR.

Destaca-se no fator 1, representado pelo eixo das abscissas, apresenta correlação positiva entre cálcio, fósforo, matéria orgânica e areia. Os fatores que apresentando correlação inversa (negativa), em relação ao mesmo eixo, são magnésio e argila. Isso significa que, quanto maior o valor de cálcio e fósforo menor será o valor de magnésio no solo. Quanto maior o índice de areia menor o de argila. O maior comprimento de seta do cálcio significa maior correlação deste fator com o eixo.

No eixo 2 demonstra a correlação positiva entre profundidade e compactação e a correlação inversa entre estas e a pedregosidade. Ou seja, solos mais profundos são mais compactados e menos pedregosos.

Com análise dos componentes principais foram retirados análise de Correlação Canônica dois fatores ambientais; a argila, que possuía alta correlação inversa com a areia e o magnésio que possui alta correlação inversa com fósforo e cálcio.

3.3.4. Interações Espécies-Ambiente

A partir das matrizes densidade de diversidade e variáveis ambientais foram criados, por meio do aplicativo computacional PC-ORD, gráficos com dois eixos, nos quais as parcelas foram representadas por pontos, enquanto que as variáveis ambientais foram representadas através de setas indicando a direção do gradiente máximo desta, sendo o comprimento da seta é proporcional à correlação da variável com os eixos (KANIESKI, 2010).

A tabela 15 apresenta os autovalores e as variâncias nos três eixos. Os três primeiros eixos explicaram 9,1% (eixo 1), 3,7 (eixo 2) e 3,0(eixo 3), totalizando 15,8% da variância total dos dados, um valor baixo o que significa grande variância remanescente não explicada. Isso significa que as variáveis ambientais avaliadas explicam apenas uma parte da variancia existente no locais, sendo que o restante deve ser explicado por outros fatores não avaliados nesse estudo.

Tabela 15: Tabela de autovalores de variância de cada dos três eixos avaliados.

	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
AutoValores	0,211	0,087	0,069
Variância (%)	9,1	3,7	3,0
Variância Acumulada (%)	9,1	12,8	15,8

Tendo a Tabela 15 como autovalores 0,211 para o eixo 1, 0,087 para o eixo 2 e 0,069 para o eixo 3. Nenhum dos autovalor pode ser considerado alto ($> 0,5$ *sensu* TER BRAAK, 1995). Considera-se que baixas porcentagens de variação são esperadas em ordenações de dados ecológicos, tendo em vista a complexidade dos fatores envolvidos na determinação da composição florística e estrutural de formações vegetais (TER BRAAK, 1988). Conforme Carvalho et al. (2005), autovalores baixos indicam que a maior parte das espécies encontram-se distribuídas em toda a área, variando apenas em sua abundância.

Apesar da baixa variância explicada pelas variáveis, a significância das relações espécie-ambiente não foi prejudicada, poi o teste de permuta de Monte Carlo (Tabela 16)

produziu alta correlação espécie-ambiente para o eixo 1 (0,809).

Tabela 16 - Resultados do Teste de Permutação de Monte Carlo das correlações entre as variáveis ambientais nas unidades amostrais para o componente arbóreo, em um fragmento florestal no município de Reserva do Iguaçu, Paraná.

Dados reais		Dados aleatorizados			
Eixo	Corr. Sp-Var. amb.	Média	Mínimo	Máximo	p
1	0,809	0,666	0,545	0,770	0,01
2	0,605	0,628	0,471	0,806	
3	0,567	0,568	0,412	0,733	

Corr. Sp-Var.amb. = Correlação espécies e variáveis ambientais

p = proporção de sucessões aleatorizadas com índices ambientais. Correlação maior ou igual do que ao observado para as correlações índices-variáveis ambientais, por exemplo: $p = (1 + n^{\circ} \text{ permutações} / \text{observado}) / (1 + n^{\circ} \text{ permutações})$

O CCA produziu correlações significativas entre o valor dos índices e as variáveis ambientais, a um nível de probabilidade de 1% apenas para o eixo 1.

Observa-se, de acordo com a Tabela 17 e Figura 18, que as variáveis que mais se relacionaram com o primeiro eixo foi Cálcio (0,648) e o fósforo (0,346). As demais variáveis apresentam baixa correlação para o primeiro eixo. Para o segundo eixo de ordenadas, destacaram-se as se a profundidade (0,462) e a areia (-0,152). Já no terceiro eixo a matéria orgânica (-0,155) e a pedregosidade (0,171) foram as que maior apresentaram correlação para esse eixo

Tabela 17: Coeficientes de correlação entre as variáveis ambientais e os três primeiros eixos de ordenação da Análise de Correspondência Canônica nos componente arbóreo , em um fragmento florestal no município de Reserva do Iguaçu, Paraná.

Variáveis	Correlações		
	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
Ca	0,648	0,080	0,076
MO	0,040	0,004	-0,155
P	0,346	0,014	-0,104
Areia	-0,131	-0,152	0,033
Pedregosidade	0,014	-0,146	0,171
Profundidade	-0,267	0,462	0,253
Compactação	-0,324	0,099	0,381

Os resultados da CCA são então disponibilizados em um diagrama de ordenação, tendo os sítios ou unidades amostrais e espécies representadas por pontos, enquanto as variáveis ambientais são representadas por setas. Os pontos representando as espécies e parcelas que estiverem mais agrupados representam o padrão dominante da composição da comunidade, sendo que estes padrões estarão relacionados àquelas variáveis ambientais cujas setas mais se aproximam da distribuição dos pontos representando espécies e parcelas (TER BRAAK, 1986). Os fatores ambientais representados por setas mais longas são os mais influentes na ordenação da comunidade que aqueles representados por setas mais curtas (KENT; COKER, 1992).

Para a avaliação da distribuição das parcelas na área de acordo com a diversidade e as variáveis ambientais, foram analisados os diagramas de ordenação referentes aos eixos de maior significância segundo o Teste de Monte Carlo (Tabela 16). Por meio do diagrama de ordenação dos eixos 1 e 2 (Figura 19) as variáveis de maior correlação com os índices foram o Cálcio para o eixo 1 e profundidade para o eixo 2.

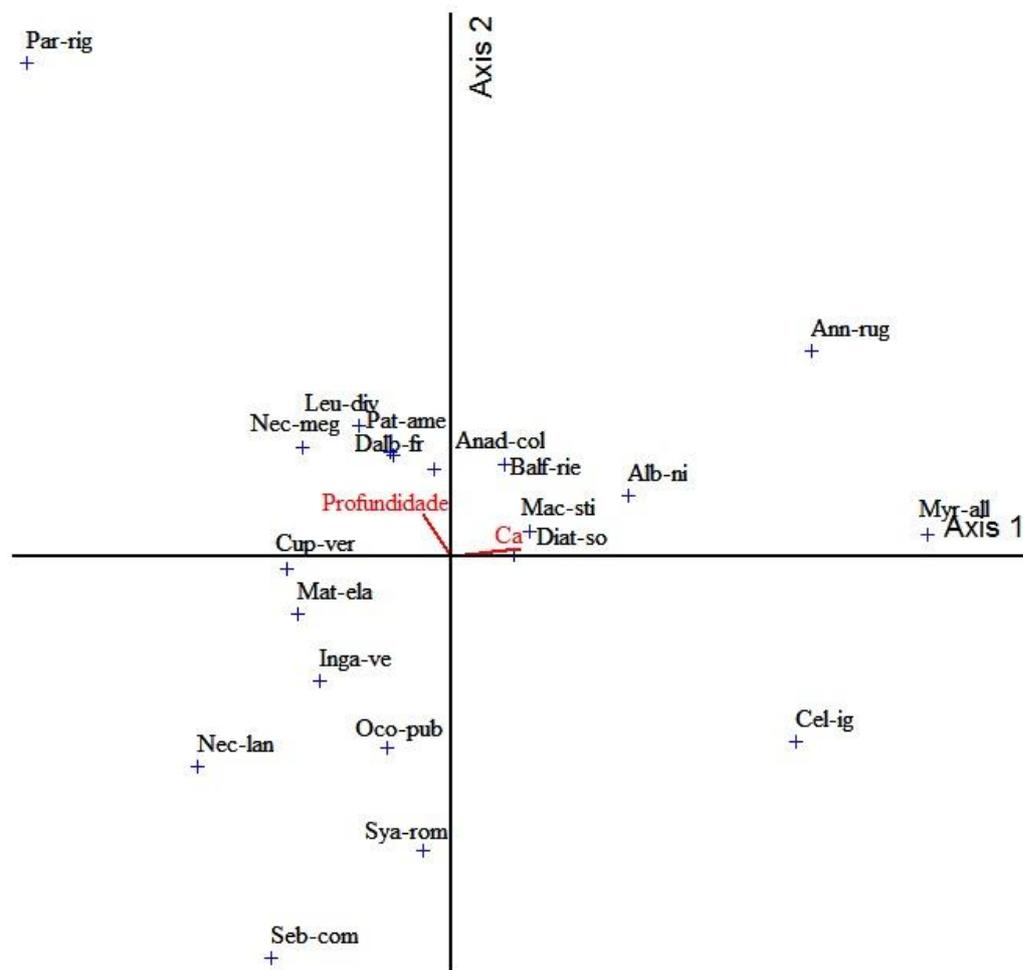


Figura 19: Diagrama de ordenação das unidades amostrais nos eixos 1 e 2, produzido pela Análise de Correspondência Canônica no componente em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Reserva do Iguaçu, PR.

Pela análise dos valores positivos e negativos das correlações deduz-se que o grupo que, a espécie *S. commersoniana* como espécie (indicadora do grupo 1) não tem alta correção com as variáveis medidas por este trabalho visto que se encontra afastada das setas de variáveis, assim como possui uma inversa a profundidade e a concentração de cálcio no terreno. De acordo com Gomes (2005) esta espécie ocorre preferencialmente em solos bastante úmidos, já que a umidade foi uma variável não analisada pelo presente estudo e essa é provavelmente a variável que mais se relaciona com a espécie. Observa-se que as espécies *Syagrus romanzoffiana*, *Ocotea puberula*, *Nectandra lanceolata* e *Inga vera* apresentam o mesmo tipo de exigências em relação a habitat que a *S. commersoniana*.

A espécie *D. frutencens* que caracteriza o segundo grupo de subparcelas tem

correlação com a profundidade do terreno. Lembrando-se da correlação entre fatores podemos afirmar que a espécie possui preferência por solos mais profundos, mais compactados e menos pedregosos (Figura 18 e 19). As espécies *N. megapotamica*, *L. divaricata* e *P. americana* apresentam a mesma exigência em relação a habitat que a *D. frutencens*.

As espécies indicadoras do terceiro grupo *A. niopoides* e *M. stipitatum* e a espécie preferencial *D. sorbifolia* possuem alta correlação com o cálcio. Levando em consideração a forte correlação do cálcio (Tabela 13), podemos afirmar que estas espécies encontram-se em maior densidade em terrenos mais rochosos, com maior declividade e baixo índice de alumínio. Tem as mesmas preferências as espécies *B. riedelianum* e *A. colubrina*.

Outras variáveis também podem ser estudadas para avaliar correlação, como a luminosidade, a umidade do solo, que podem explicar parte da variância não explicada pelas variáveis escolhidas neste estudo.

Na Figura 19, podemos verificar que a análise de Correlação Canônica, assim como a análise de Cluster e a Fatorial, dividiu a floresta em três grupos, havendo apenas algumas espécies que não fazem parte destes grupos; a *Annona rugulosa*, *Celtis iguanaea*, *Parapiptadenia rigida* e *Mysine umbellata*. Desta forma podemos concluir que a estrutura do fragmento está relacionado aos fatores ambientais nela encontrados. Devem ser realizadas novas pesquisas, em outras áreas, com o aperfeiçoamento de técnicas para termos cada vez mais parâmetros de comparação para encontrarmos melhores práticas metodológicas para esses tipos de estudos (KANIESKI, 2010)

3.4. CONCLUSÕES

- A estrutura do fragmento esta dividida em três grupos. As espécies indicadoras dessa estrutura são, *Sebastiania commersoniana* (grupo 1), *Dalbergia frutescens* (Grupo 2), *Albizia niopoides* e *Machaerium stipitatum* (Grupo 3).
- Com base nas estatísticas realizadas os fatores ambientais mais relevantes na explicação da estrutura da floresta são: Cálcio, Potássio, Profundidade e Areia.
- A *S. commersoniana* não apresentou alta correlação com as variáveis avaliadas por este trabalho, provavelmente sua ocorrência se deva por outros fatores não abordados neste estudo. A *D. frutescens* tem preferência por solos mais profundos e mais compactados e menos pedregosos e as espécies *A. niopoides* e *M. stipitatum* possuem alta correlação com os fatores químicos do solo como cálcio, fósforo e ocorrem em terrenos mais rochosos e de maior declividade.

5. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. M. **Relação solo-fitosociologia em um remanescente de floresta estacional decidual** / 2010. 74 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

ALVARENGA, M. I. N.; DAVIDE, A. C. Características físicas e químicas de um Latossolo Vermelho-Escuro e a sustentabilidade de agroecossistemas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, n.4, p.933-942, 1999.

BRAUN-BLANQUET, J. **Fitosociologia. Bases para el estudio de las comunidades vegetales**. Madrid: H. Blume Ediciones, 1979. 820p.

CALLEGARO, R. M. **Variação florística e estruturais de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista Montana e Nova Prata-RS**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria-RS. 2012. 96p.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – CQFS RS/SC. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Regional Sul, 2004. 400p.

CORDEIRO J. **Compartimentação pedológica-ambiental e sua influência sobre a florística e estrutura de um remanescente de floresta ombrófila mista na região centro-sul do Paraná**. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2010. 197p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa em Solos. Manual de descrição e coleta de solo no campo, por R.D. dos Santos e outros autores, Viçosa, Sociedade Brasileira de ciências do solo. 5ªEd. 2005. 100p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa em Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2ªEd. 2006. 316p.

FELFILI, J. M. et al. Análise Multivariada: princípios e métodos em estudos de vegetação. In: _____. **Fitosociologia no Brasil: métodos e estudos de casos**. Viçosa: Ed. UFV, v. 1, 2011. 556p.

FELFILI, J.M.; REZENDE, R.P. **Conceitos e Métodos em Fitosociologia**. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, 2003. 68 p. (Comunicacoes Tecnicas Florestais, 5).

GOMES J. F. **Classificação e crescimento de grupos ecológicos na floresta Ombrófila Mista da Iona de São Francisco de Paula, RS.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria RS. 2005. 89p.

HOLANDA, A. C. de. et al. Estrutura de espécies arbóreas sob efeito de borda em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual em Pernambuco. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 103-114, 2010.

KANIESKI, M. R. **Caracterização florística, diversidade e correlação ambiental na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS.** Dissertação – (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2010. 101 p.

KENT, M.; COKER, P. **Vegetation description analysis.** London: Behaven Press, 1992. 363p.

LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. **Developments in Environmental Modelling,** Elsevier, 1998. Disponível em: <[http://doi.dx.org/10.1016/S0167-8892\(98\)80063-8](http://doi.dx.org/10.1016/S0167-8892(98)80063-8)> Acesso em 5 dez. 2012.

LOPES, A.S.; SILVA, M.C.; GUILHERME, L.R.G. **Acidez do solo e calagem.** 3.ed. São Paulo: ANDA, 1991. 22p. (ANDA, Boletim Técnico, 1).

MALCHOW, E.; KOEHLER, A. B.; NETTO, S. P. Efeito de borda em um trecho da Floresta Ombrófila Mista, em Fazenda Rio Grande, PR. **Revista Acadêmica**, Curitiba, v. 4, n. 2, p. 85-94, 2006.

McCUNE, B.; MEFFORD, M. J. PC-ORD: Multivariate analysis of ecological data version 5.0. Oregon: MjM Software Design, 2006. 40 p.

MENDES, L.M.S. **Construção e interpretação de uma base de nacional de dados edafoclimáticos e sua relação com dados sócio-econômicos.** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2004. 226p. Tese (Doutorado em Agronomia).

RAIJ, B.V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** 2.ed.rev.atual. Campinas: Instituto Agrônomo/ Fundação IAC, 1997. 285p. (IAC. Boletim técnico, 100).

RIBAS C. Caracterização da fertilidade atual dos solos da região de Guarapuava – PR. Dissertação (Mestrado em Agronomia) UNICENTRO. Guarapuava, PR. 2010. 52p.

RORATO, D. G.: **Fitossociologia de espécies nativas de mata ciliar no entorno do Reservatório Divisa, São Francisco de Paula, RS**. Dissertação (mestrado) Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, RS, 2012, 109 p.

SFREDO, G.J.; BORKERT, C.M.; OLIVEIRA, M.C.N. de; WOBETO, C.; ALMEIDA, J. Determinação da relação ótima entre Ca, Mg e K para a cultura da soja em solos do Paraná. In: EMBRAPA SOJA. **Resultados de pesquisa de soja 1991/1992**. Londrina: Embrapa Soja, 1999. p.298. (Embrapa Soja. Documentos 138).

STATSOFT, Inc. STATISTICA (data analysis software system), version 10. www.statsoft.com. 2011.

TER BRAAK, C. CANOCO- a FORTRAN program of canonical community ordination by (partial) (detrended) (canonical) correspondence analysis, principal components analysis and redundancy analysis (version 2.1). Wageningen, Technical report: LWA-88-02, Statistics Department Wageningen. 1988.

TER BRAAK, C. J. E. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. **Ecology**, v. 67, p. 1167-1179, 1986.

TER BRAAK, C. J. F.; VERDONSCHOT, P. F. M. Canonical correspondence analysis and related multivariate methods in aquatic ecology. **Aquatic Sciences**, v. 57, n. 3, p. 255-289, 1995.

USDA, **Soil survey manual**. Washington, DC, USA, Soil Survey Division Staff, 1993. 437p.