

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE -
UNICENTRO-PR**

**COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E CRESCIMENTO DE
BRANQUILHO EM DIFERENTES CONDIÇÕES DA
FLORESTA OMBRÓFILA MISTA ALUVIAL**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

PAULO GABRIEL CALEFFI GUILHERMETI

IRATI-PR

2015

PAULO GABRIEL CALEFFI GUILHERMETI

**COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E CRESCIMENTO DE BRANQUILHO EM
DIFERENTES CONDIÇÕES DA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA ALUVIAL**

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 Florestal para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Luciano Farinha Watzlawick
Orientador (UNICENTRO)

Prof. Dr. Sidnei Osmar Jadoski
Co-orientador (UNICENTRO)

Prof. Dr. Cristiano André Pott
Co-orientador (UNICENTRO)

IRATI-PR

2015

Catálogo na Fonte
Biblioteca da UNICENTRO

G963c GUILHERMETI, Paulo Gabriel Caleffi
Composição florística e crescimento de branquilha em diferentes condições da Floresta Ombrófila Mista Aluvial / Paulo Gabriel Caleffi Guilhermeti. -- Irati, PR : [s.n], 2015.
97f.

Orientador: Prof. Dr. Luciano Farinha Watzlawick

Coorientador: Prof. Dr. Sidnei Osmar Jadoski

Coorientador: Prof. Dr. Cristiano André Pott

Dissertação (mestrado) – Pós-Graduação em Ciências Florestais, área de concentração em Manejo Florestal, da Universidade Estadual do Centro-Oeste, Paraná.

1. Dissertação – mestrado.
2. Engenharia Florestal.
3. Saturação hídrica.
4. Análise multivariada.
5. Dendrologia.
6. Dendrocronologia.
7. S. commersoniana. I. Watzlawick, Luciano Farinha. II. Jadoski, Sidnei Osmar. III. Pott, Cristiano André. IV. Universidade Estadual do Centro-Oeste, Paraná. V. Título.

CDD 20 ed. 634.9



Universidade Estadual do Centro-Oeste

Reconhecida pelo Decreto Estadual nº 3.444, de 8 de agosto de 1997

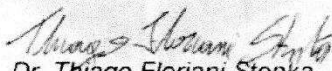
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

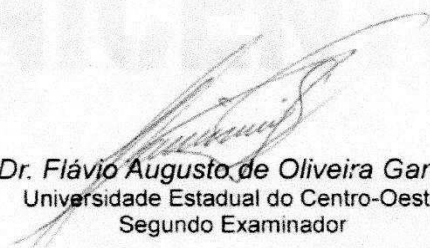
PARECER

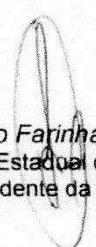
Defesa Nº 80

A Banca Examinadora instituída pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciências Florestais, do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais, da Universidade Estadual do Centro-Oeste, Campus de Irati, após arguir o mestrando **Paulo Gabriel Caleffi Guilhermeti** em relação ao seu trabalho de dissertação intitulado "**COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E CRESCIMENTO DE BRANQUILHO EM DIFERENTES CONDIÇÕES DA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA ALUVIAL**", é de parecer favorável à **APROVAÇÃO** do estudante, habilitando-o ao título de **Mestre em Ciências Florestais**, Área de Concentração em Manejo Sustentável de Recursos Florestais.

Curitiba-PR, 16 de julho de 2015.


Dr. Thiago Floriani Stepka
Universidade do Contestado
Primeiro Examinador


Dr. Flávio Augusto de Oliveira Garcia
Universidade Estadual do Centro-Oeste
Segundo Examinador


Dr. Luciano Farinha Watzlawick
Universidade Estadual do Centro-Oeste
Orientador e Presidente da Banca Examinadora

Home Page: <http://www.unicentro.br>

Campus Santa Cruz: Rua Pres. Zacarias 875 – Cx. Postal 3010 – Fone: (42) 3621-1000 – FAX: (42) 3621-1090 – CEP 85.015-430 – GUARAPUAVA – PR
Campus CEDETEG: Rua Simeão Camargo Varela de Sá, 03 – Fone/FAX: (42) 3629-8100 – CEP 85.040-080 – GUARAPUAVA – PR
Campus de Irati: PR 153 – Km 07 – Riozinho – Cx. Postal, 21 – Fone: (42) 3421-3000 – FAX: (42) 3421-3067 – CEP 84.500-000 – IRATI – PR

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus.

Aos meus pais Paulo Guilhermeti e Maria Estela Camargo Caleffi; e minha irmã Thais pelo incentivo e apoio emocional no decorrer deste trabalho.

Ao meu grande amigo e orientador Prof. Dr. Luciano Farinha Watzlawick pela confiança, generosidade e orientações decisivas que determinaram meu crescimento pessoal e intelectual durante esta etapa da minha formação.

Ao meu co-orientador Prof. Dr. Sidnei Osmar Jadoski pelas contribuições ao trabalho e a disponibilização do Laboratório de Irrigação.

Ao Professor Dr. Cristiano André Pott pelas sugestões decisivas que proporcionaram uma melhoria da versão final desta dissertação.

Ao Dr. Marcelo Galeazzi Caxambú da Universidade Tecnológica Federal do Paraná por despertar o interesse pela área florestal e as significativas lições no período de graduação.

Aos professores Dr. Flávio Augusto de Oliveira Garcia e Dr Tiago Floriani Stepka pelas sugestões e correções que melhoram este trabalho.

A minha namorada Tauane pela paciência, compreensão e ajuda nas coletas de campo.

Aos meus amigos da turma de 2013, do mestrado de Ciências Florestais: Murillo, Diego, Silvio, Júlio, Carlos e Karine pela amizade e troca de conhecimentos.

Aos meus amigos do Grupo de Estudos e do Laboratório de Florestais e Forrageiras: HUILQUER, FILEMON, VANESSA, LAIS, GABRIEL, LUIS, JOELMIR, FRANCIELE, WERNER, SAULO, EDSON GARDIN, LUIS GRANADOS e LUIZ CARLOS pela amizade e pela troca de experiências.

Aos Professores do Programa de Ciências Florestais pelas lições e conhecimentos compartilhados.

Aos Programas de Pós-graduação em Produção Vegetal e em Bioenergia pela oportunidade de inserção de disciplinas no meu currículo.

Aos meus amigos João Rodrigo, Jhonny, Rennan, Fernando, Rodrigo, Tiago e Cesar pelo apoio e amizade durante o decorrer do desenvolvimento deste trabalho.

A CAPES pelo apoio financeiro durante o desenvolvimento desta pesquisa.

MUITO OBRIGADO!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	8
LISTA DE TABELAS.....	9
RESUMO.....	10
ABSTRACT	11
1. ASPECTOS GERAIS DA PESQUISA	12
1.1 INTRODUÇÃO	12
1.2 OBJETIVOS	14
1.2.1 Objetivo Geral	14
1.2.2 Objetivos específicos.....	14
1.3 REVISÃO DE LITERATURA.....	15
1.3.1 Floresta Ombrófila Mista Aluvial.....	15
1.3.2 Variáveis ambientais.....	18
1.3.3 Utilização de Análise multivariada em estudos florestais	20
1.3.4 <i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B.Sm. & Downs.....	22
1.3.5 Dendrocronologia	24
1.4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	29
1.4.1 Localização da área de estudo	29
1.4.2 Bacia Hidrográfica.....	30
1.4.3 Clima	30
1.4.5 Solo.....	30
1.4.6 Caracterização e amostragem da vegetação	30
2. FLORÍSTICA, DIVERSIDADE E ESTRUTURA DA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA ALUVIAL EM DIFERENTES CONDIÇÕES HIDROLÓGICAS	33
RESUMO.....	33
ABSTRACT	34
2.1 INTRODUÇÃO	364
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	36
2.2.1 Fitossociologia, diversidade dominância e equabilidade	36
2.2.2 Variáveis ambientais	36

2.2.3	Análise multivariada dos dados	41
2.2.3.2	Análise de correspondência canônica.....	42
2.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
2.3.1	Caracterização do nível piezométrico e umidade do solo	43
2.3.2	Fitossociologia, diversidade, dominância e equabilidade	47
2.3.3	Análise de agrupamento – TWINSpan.....	49
2.3.4	Análise de Correspondência canônica.....	61
2.4	CONCLUSÃO.....	67
3.	ANÁLISE DO CRESCIMENTO DE <i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L. B. Smith & R. J. Downs EM DIFERENTES POSIÇÕES SOCIOLÓGICAS E CONDIÇÕES HÍDRICAS DO SOLO.....	68
	RESUMO.....	68
	ABSTRACT	69
3.1	INTRODUÇÃO	69
3.2	MATERIAL E MÉTODOS	71
3.2.1	Caracterização da área.....	71
3.2.2	Mensuração do nível piezométrico e posição sociológica das árvores	71
3.2.3	Coleta e preparação dos rolos de incremento	71
3.2.4	Estandarização e correlação dos dados de crescimento com variáveis climáticas	72
3.2.5	Comparação do crescimento em diferentes níveis piezométricos	73
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	74
3.3.1	Análises dendrocronológicas.....	74
3.3.2	Correlação do crescimento de <i>Sebastiania commersoniana</i> com variáveis climáticas.....	76
3.3.3	Crescimento de <i>Sebastiania commersoniana</i> em diferentes posições sociológicas e distintos níveis de saturação hídrica	79
3.4	CONCLUSÃO.....	84
	REFERÊNCIAS.....	85

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Localização geográfica da área de estudo em relação ao país, município e ao campus universitário da Universidade Estadual do Centro Oeste. Fonte: Adaptado de Atlas Geográfico 2004 e Rodrigues, 2012..... 29
- Figura 2.** Disposição dos corpos hídricos e da instalação das unidades amostrais em fragmento em fragmento de Floresta Ombrófila Mista Aluvial 31
- Figura 3.** Esquemática da avaliação do nível freático..... 37
- Figura 4.** Esquemática da avaliação da unidade do solo na área do experimento... 38
- Figura 5.** Esquema da determinação dos níveis piezométricos amostrados em fragmento da Floresta Ombrófila Mista Aluvial no município de Guarapuava –PR..... 39
- Figura 6.** Esquema dos pontos de coleta de dados para levantamento da resistência a penetração e coleta de solos para análises laboratoriais. 40
- Figura 7.** Média do nível piezométrico do período de Agosto de 2013 – julho de 2014 das unidades amostrais em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Aluvial no município de Guarapuava-PR..... 43
- Figura 8.** Valores de umidade mensurada através de tensiometria nas profundidades 30, 60 e 100 cm. I: Transecção “A”; II: Transecção “B”; III: Transecção C. 45
- Figura 9.** I: Valores de Resistência a penetração; II: Umidade do solo através de amostra deformadas. 46
- Figura 10.** Disposição das espécies nas unidades amostrais através da técnica TWINSpan em fragmento de Floresta Ombrófila Mista Aluvial, no município de Guarapuava-PR..... 51
- Figura 11.** Perfil da distribuição dos agrupamentos e topografia do gradiente hídrico em fragmento de Floresta Ombrófila Mista Aluvial no município de Guarapuava-PR. 54
- Figura 12.** Comparação do nível freático com as variáveis da vegetação: Shannon-Weaver, equabilidade de Pielou e dominância de Simpson 59
- Figura 13.** Representação gráfica da ordenação resultante da Análise de Correspondência Canônica, com dados de espécies e variáveis ambientais em fragmento de Floresta Ombrófila Mista Aluvial, Guarapuava-PR. 65
- Figura 14.** Índices de largura de anéis de crescimento para *Sebastiania commersoniana*, série *Master* e *Standard* amostrados em fragmento da Floresta Ombrófila Mista Aluvial, Guarapuava –PR. 76
- Figura 15.** Climatograma mensal de precipitação e temperatura para o período de 1984 a 2012 para o município de Guarapuava –PR. 78

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Relação das espécies, famílias e número de indivíduos amostrados em fragmento da Floresta Ombrófila Mista Aluvial no município de Guarapuava –PR..... 48
- Tabela 2.** Parâmetros Fitossociológicos amostrados em fragmento da Floresta Ombrófila Mista Aluvial, no município de Guarapuava –PR..... 56
- Tabela 3.** Coeficientes de correlações entre variáveis ambientais e de vegetação com os eixos de ordenação resultantes da análise de correspondência canônica em fragmento da Floresta Ombrófila Mista Aluvial no município de Guarapuava –PR. 62
- Tabela 4.** Resultados obtidos na avaliação das diferentes sincronias dos dados nas diferentes combinações de indivíduos *Sebastiania commersoniana* amostrados em fragmento da Floresta Ombrófila Mista Aluvial, no município de Guarapuava –PR. 75
- Tabela 5.** Correlações obtidas dos dados de crescimento de *Sebastiania commersoniana* com precipitação, temperatura média, mínima e máxima nas diferentes combinações em fragmento da Floresta Ombrófila Mista no município de Guarapuava –PR. 77
- Tabela 6.** Características diamétricas dos indivíduos de *Sebastiania commersoniana* amostrados em fragmento da Floresta Ombrófila Mista Aluvial no município de Guarapuava –PR..... 80
- Tabela 7.** Análise de variância de experimento em delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial para o incremento de *Sebastiania commersoniana* (1992-2012) amostrados em fragmento da Floresta Ombrófila Mista Aluvial no município de Guarapuava –PR. 81
- Tabela 8.** Médias de incremento para os fatores nível piezométrico e posição sociológica do experimento em delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial para o incremento de *Sebastiania commersoniana* (1992-2012) amostrados em fragmento da Floresta Ombrófila Mista Aluvial no município de Guarapuava –PR. 82

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a composição e distribuição florística arbórea e a influência de variáveis ambientais ao longo de um gradiente edáfico-hídrico por meio de técnicas multivariadas, bem como analisar e correlacionar o crescimento de *S. commersoniana* com variáveis climáticas em um fragmento da Floresta Ombrófila Mista Aluvial em Guarapuava - PR. Para o estudo foram utilizadas as unidades amostrais constituídas a partir três transecções (A, B e C), estas foram subdivididas em 42 subunidades amostrais, em parcelas de 10 x 10 metros. As árvores que apresentam DAP \geq 5 cm foram medidas e identificadas. Os dados da vegetação (abundância, diversidade e área basal) foram correlacionados através de técnicas multivariadas com diferentes variáveis ambientais (nível piezométrico, umidade do solo, resistência a penetração, umidade (amostras deformadas) e variáveis químicas e física do solo. Utilizou-se a técnica de agrupamento TWINPAN a qual apresentou sensibilidade em agrupar parcelas em funções de características semelhantes, enquanto a técnica de Correspondência Canônica evidenciou que *Sebastiania commersoniana*, *Ligustrum lucidum* e *Allophylus edulis* estão mais correlacionados com as variáveis pH, nível piezométrico saturação por base e área basal, enquanto que *Matayba elaeagnoides* e *Ocotea puberula* estão mais correlacionadas com solos bem drenados. As demais espécies apresentaram alta correlação com resistência a penetração e saturação por alumínio e solos moderadamente drenados. O crescimento de *S. commersoniana* foi avaliado por meio de análise de tronco parcial a partir de 116 árvores, e como critério de seleção das amostras, procurou-se abranger árvores localizadas em parcelas com diferentes níveis de saturação hídrica e posição sociológica. O método utilizado para a coleta das amostras foi o não destrutivo, através do trado de Pressler (5 mm de diâmetro) Os valores de incremento para *S. commersoniana* variaram de 1,20 mm/ano (sub-bosque e nível piezométrico baixo) para 1,99 mm/ano (Dossel e nível piezométrico alto). Estes dados foram correlacionados com dados de precipitação, temperatura média, mínima e máxima. Através das análises foi possível constatar que *S. commersoniana*, apresentou menor incremento quando estavam em posição sociológica dominada e em nível piezométrico alto. Ainda, foi possível verificar que o crescimento de *S. commersoniana* foi correlacionado negativamente com o somatório da precipitação anual para as árvores localizadas em nível piezométrico alto. Os resultados evidenciam que o excesso hídrico é um fator limitante para a distribuição da maioria das espécies da Floresta Ombrófila Mista Aluvial, e mesmo para espécies adaptadas a estes ambientes, como *S. commersoniana*, a elevada saturação hídrica traz efeitos adversos para o crescimento.

Palavras-chaves: Saturação hídrica; análise multivariada; dendrocronologia.

ABSTRACT

The objective of this paper was to evaluate the composition and floristic distribution, and the influence of environmental variables over the soil polyhydric gradient through multivariate techniques, and analyze and correlate the growth of *S. commersoniana* with climate variables in a fragment of the Mixed Rain Forest Alluvial in Guarapuava - PR. For the study the sample units were used constituted from three transects (A, B and C), these were subdivided into 42 sample subunits, with 10 x 10 meters parcels. The trees that have the Diameter at breast height (DBH) ≥ 5 cm were measured and identified. The data of vegetation (abundance, diversity and basal area) were correlated by multivariate techniques with different environmental variables (water level, soil moisture, penetration resistance, moisture (deformed samples) and chemical variables and soil physics). The TWINPAN clustering technique presented sensitivity in group terms in similar characteristic functions while and Canonical Correspondence technique showed that *Sebastiania commersoniana*, *Ligustrum lucidum* and *Allophylus edulis* are more correlated with pH variables. The water level base saturation and basal area, while *Matayba elaeagnoides* and *Ocotea puberula* are more correlated with well-drained soil. The other species were highly correlated with resistance to penetration and saturation of aluminum and moderately drained soils. The growth of *S. commersoniana* was evaluated by means of partial stem analysis from 116 trees, and as a criterion for selection of the samples, we tried to cover trees located in plots with different levels of water saturation and sociological position. The method used to collect the samples was non-destructive, through the auger Pressler (5 mm of diameter) the increment values for *S. commersoniana* ranged from 1.20 mm / year (undergrowth and low water level) to 1.99 mm / year (Canopy and high water level). These data were correlated with precipitation data, average temperature, minimum and maximum. Through the analysis it was found that *S. commersoniana*, showed lower growth when they were in a dominated sociological position and high water level. It was observed yet, that the growth of *S. commersoniana* was correlated negatively with the sum of precipitation for the trees located in high water level. The results show that the excess water is a limiting factor for the distribution of most species of Mixed Rain Forest Alluvial, and even for species adapted to these environments, such as *S. commersoniana*, high water saturation brings adverse effects on growth.

Keywords: Water saturation; multivariate analysis; dendrochronology.

1. ASPECTOS GERAIS DA PESQUISA

1.1 INTRODUÇÃO

A Floresta Ombrófila Mista (FOM), também conhecida popularmente como mata com *araucária* ou *pinheral*, é um tipo de vegetação do planalto meridional brasileiro (IBGE, 2012) e está inserida no bioma Mata Atlântica (RODERJAN et al., 2002). A concepção de FOM é derivada da ocorrência da mistura de floras de diferentes origens climáticas (LEITE e KLEIN, 1990). Neste ambiente, a *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (araucária) é a árvore dominante e caracteriza a paisagem da vegetação (MAACK, 2002). Outras espécies de grande importância neste ambiente são: *Ocotea porosa* (Nees) Barroso (imbúia); *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil (erva-mate); *Dicksonia sellowianna* Hook. (xaxim); e *Cedrela fissilis* Vell. (cedro).

A FOM apresenta quatro formações distintas de acordo com a variação altitudinal: Aluvial, Submontana, Montana e Altomontana. A primeira formação, denominada *Aluvial*, merece destaque. As florestas do tipo Ombrófila Mista Aluvial estão situadas em feições geomórficas planas até suave-ondulada e apresentam diferentes níveis de desenvolvimento. As formações pioneiras ocorrem em locais de grande hidromorfia dos solos (Neossolos Flúvicos e Gleissolos), dominadas por *Sebastiania commersoniana* (B.) L. B. Smith & R. J. Downs que é a espécie característica. As formações mais complexas trazem a *A. angustifolia* com participação expressiva na fisionomia (RODERJAN et al., 2002).

As formações aluviais exercem diversas funções para o ambiente como um todo. Do ponto de vista hidrológico, estas formações atuam na manutenção das bacias hidrográficas e contribuem para a dissipação de energia do escoamento superficial, estabilidade das margens, equilíbrio térmico das águas, diminuição dos picos de cheia, filtragem superficial de sedimentos, estabilidade na ciclagem geoquímica de nutrientes e contribuição com material orgânico como fonte de nutrientes para biota aquática (LIMA e ZAKIA, 2009).

A interação dos fatores (geologia, geomorfologia, clima e hidrologia) com a frequência e intensidade no tempo determina as características de um ambiente, cada qual com suas particularidades fisionômicas, florísticas e estruturais (RODRIGUES, 2009). Embora estes fatores sejam determinantes para distribuição das espécies, alguns autores consideram que o encharcamento do solo é o principal definidor da vegetação

(IVANAUSKAS et al., 1997; LOBO e JOLY, 2009). Outras variáveis tais como: a deposição de sedimentos, o soterramento, a retirada da serrapilheira e o banco de sementes atuam como elementos naturais que também limitam e selecionam espécies capazes de colonizar estes ambientes (RODRIGUES e SHEPHERD, 2009).

Nos inventários florestais da estrutura arborea, realizados na Floresta Ombrófila Mista, *Sebastiania commersoniana* (B.) L. B. Smith & R. J. Downs geralmente apresenta os maiores valores de importância (PASDIORA, 2003; BARDDAL et al., 2004a e 2004b; GRAF NETO, 2011; RODRIGUES, 2012; LIMA et al., 2012; MACHADO et al., 2013; CARVALHO et al., 2014). Em locais, onde os alagamentos são periódicos, a planta apresenta ampla dominância (BARDDAL et al., 2004b; SILVA et al., 2009; RODRIGUES, 2012), outros estudos apontam a sua capacidade e tolerância ao alagamento (JOLY, 1982; KOLB et al., 1998; LOBO e JOLY, 2009). Neste sentido, a utilização de *S. commersoniana* para estudos na Floresta Ombrófila Mista Aluvial é importante, uma vez que a espécie geralmente apresenta os maiores índices fitossociológicos nesta tipologia florestal.

Como poucos estudos foram realizados em áreas de Floresta Ombrófila Mista Aluvial, e do ponto de vista dessa formação ser importante para a conservação dos cursos de água é fundamental um maior conhecimento sobre os padrões de ocorrência das espécies destes ambientes, bem como o entendimento da influência de variáveis ambientais sobre estas espécies. Assim, esta pesquisa pode fornecer importantes para futuras atividades de recuperação e conservação destes ambientes.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar a composição florística arbórea e a influência de variáveis ambientais ao longo de um gradiente hídrico por meio de técnicas multivariadas, bem como analisar e correlacionar o crescimento de *S. commersoniana* com variáveis climáticas em um fragmento da Floresta Ombrófila Mista Aluvial.

1.2.2 Objetivos específicos

- Realizar o inventário florestal da estrutura arbórea;
- Efetuar a mensuração da umidade do solo e nível do lençol freático;
- Quantificar a Resistência a penetração do solo;
- Realizar a análise físico-química do solo;
- Mensurar parâmetros fitossociológicos da vegetação;
- Relacionar dados de abundância das espécies com variáveis ambientais;
- Determinar o crescimento de *S. commersoniana* em diferentes condições hídricas e sociológicas;
- Correlacionar com dados climáticos o incremento de *S. commersoniana* em diferentes posições sociológicas e variáveis condições de saturação hídrica do solo;

1.3 REVISÃO DE LITERATURA

1.3.1 Floresta Ombrófila Mista Aluvial

As formações aluviais podem ser entendidas como qualquer formação que ocorre ao longo dos cursos de água (RODRIGUES, 2009). De acordo com o novo código florestal brasileiro Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012 - que revogou a Lei nº 4.771/1965 (Antigo código florestal brasileiro) e a Lei nº 7.764/1989 (estabelecia medidas para proteção de florestas existentes em áreas de nascentes) - as vegetações ribeirinhas são enquadradas como áreas de preservação permanente (APP's) as quais são definidas na lei como: área protegida; coberta ou não por vegetação natural com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade; facilitar o fluxo gênico de fauna e flora; proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

A FOM apresenta seu limite de crescimento a partir de 500 metros de altitude (MAACK, 2002). Entretanto, esta formação raramente ocorre em altitudes inferiores a 500 metros e também em altitudes superiores a 1200 metros. Por isso, esta unidade fitogeográfica foi subdividida em quatro formações distintas de acordo com a variação altitudinal: A primeira formação, denominada *Aluvial*, ocorre em terraços antigos situados ao longo dos flúvios sem distinção de altitude. A segunda formação, denominada *Submontana*, ocorre de 50 até 400 metros de altitude. A terceira formação, denominada *Montana*, ocorre de 400 a 1000 metros de altitude. A quarta formação, denominada *Altomontana*, situa-se acima dos 1000 metros de altitude (IBGE, 2012).

Em estudos sobre planícies sedimentares, sujeitas a periódicas inundações, Leite e Klein (1990) relatam que a *A. angustifolia* geralmente está associada com *Sebastiania commersoniana* (Baill.) L. B. Sm. & Downs (Branquilho), *Syagrus ramanzoffiana* (Cham.) Glassman (Jerivá), *Blepharocolyx salicifolius* (Kunth) O.Berg (Murta), *Erythrina crista-galli* L. (Corticeira-do-brejo), *Vitex megapotamica* (Spreng.) Moldenke (Tarumã), *Luehea divaricata* Mart e Zucc (Açoita-Cavalo), *Salix humboldtiana* Wild (Salgueiro), *Schinus terebinthifolius* Raddi (Aroeira-vermelha) e diversas espécies da família Myrtaceae.

Leite (1994) comenta que algumas espécies de ocorrência na Floresta Ombrófila Mista Aluvial possuem capacidades adaptativas aos regimes de hidromorfia dos solos, tais como: *S. comersoniana*, *S. ramanzoffiana*, *B. salicifolius*, *E. crista-galli*,

V. megapotamica, *L. divaricata* e *S. humboldtiana*. Nos estratos inferiores são comuns a presença de *Calyptranthes concinna* DC., *Myrceugenia euosma* (O.Berg) D. Legrand e *S. terebinthifolius*. Nos últimos dez anos, algumas pesquisas foram feitas na Floresta Ombrófila Mista Aluvial, em diferentes estados brasileiros. Assim, Kersten e Silva (2002) realizaram um levantamento florístico do componente epifítico vascular nas margens do Rio Barigui no município de Araucária - PR. Neste estudo, os autores constaram que a diversidade levantada pode ser considerada baixa, provavelmente em função pelo fragmento florestal estar em estágio inicial de desenvolvimento. As famílias com maior representação neste estudo foram as seguintes: Orchidaceae, Polypodiaceae e Bromeliaceae.

Também no município de Araucária - PR, Barddal et al. (2004a) realizaram um análise fitossociológica do Sub-bosque de um fragmento da Floresta Ombrófila Mista Aluvial (DAP < 5 cm) e constataram que *Allophylus edulis* foi a principal espécie. Outras espécies que tiveram ocorrência destacadas no estudo foram: *Myciaria tenella* (DC.) O. Berg, *Daphnopsis racemosa* Griseb., *Sebastiania commersoniana*, *Guettarda uruguensis* Cham. & Schltl, *Eugenia uniflora* L. e *Myrrhimum atropurpureum* Schott. Os mesmos autores também avaliaram a florística e a fitossociologia do estrato arbóreo (DAP > 5 cm) e verificaram que *Sebastiania commersoniana* foi a espécie mais importante, seguida de *Allophylus edulis*. Constatou-se também que as áreas com menor influência hídrica proporcionaram um maior crescimento diamétrico da comunidade. *Sebastiania commersoniana*, espécie mais importante no estudo, apresentou nos locais de maior saturação hídrica grande número de indivíduos de diâmetros pequenos e, nos sítios menos influenciados pela água, apresentou densidade reduzida, mas com maior expansão diamétrica, o que permitiu posição de espécie mais importante em ambas as condições de saturação hídrica do solo (BARDDAL et al., 2004b).

No município de Pinhais – PR, Seger et al. (2005) avaliaram a Fitossociologia em diferentes tipos de solos (Cambissolos húmicos e Gleissolo Háplico) da Floresta Ombrófila Mista aluvial. Este estudo mostrou que houve baixa similaridade entre as duas áreas: diferença no porte e na quantidade de indivíduos. No Cambissolo Húmico, as árvores apresentaram maior tamanho e menor número de indivíduos por área; enquanto para Gleissolo Háplico as árvores eram de diâmetro menor, mas em maior número.

No município de Quatro Barras – PR, Curcio et al. (2006) realizaram um mapeamento topossequencial do solo e correlacionaram os dados de diversidade e

densidade das espécies. Com essa pesquisa foi possível constatar que, *Podocarpus lamberti* apresentou elevada adaptabilidade às diferentes condições de drenagem, enquanto que *Myrcia laruottena* Cambess apresentou relação estreita com solos hidricamente saturados.

Na Floresta Ombrófila Mista Aluvial, no município de Araucária-PR, foi avaliada a biomassa na tipologia florestal (SOCHER et al., 2008). Este estudo envolveu a biomassa da vegetação arbórea, a regeneração natural e a serapilheira. Os autores obtiveram os seguintes resultados: 195 t/ha com a vegetação arbórea que corresponde a 86,88% da biomassa da vegetação; seguida da regeneração natural 10,27% e serapilheira 2,23%.

No município de Araucária – PR, Carvalho et al. (2009) verificaram que a estrutura e a diversidade da floresta poderiam ser explicadas por fatores edáficos hídricos. Assim, os autores mensuraram o nível piezométrico e a análise do solo e correlacionaram com os dados vegetacionais. O estudo, ainda, constatou que a profundidade do lençol freático, a quantidade de matéria orgânica e os teores de alumínio tiveram relação com a distribuição das espécies. Assim, *Sebastiania brasiliensis* Spreng., *Xylosma pseudosalzmanii* Sleumer e *Luehea divaricata* Mart & Zucc são as espécies mais tolerantes ao alagamento; *Casearia decandra* Jacq, *Hovenia dulcis* Thunb e *Picramnia parvifolia* Engl foram consideradas espécies intolerantes; e *Podocarpus lamberti* foi considerado um espécie tolerante aos diferentes níveis de alumínio presentes no solo. Os autores concluíram, ainda que, a maioria das espécies estavam positivamente correlacionadas com os teores elevados de matéria orgânica.

No município de Palmeira – PR, Iurk et al. (2009) realizam um levantamento florístico em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Aluvial com duas áreas distintas e constataram que *S. commersoniana* foi a espécie mais dominante em ambas as áreas. As famílias que apresentaram os maiores números de espécies são: Myrtaceae (13), Asteraceae (13) e Solanaceae (9).

Em diferentes planícies de inundações do Rio Iguaçu e em vários município do Estado do Paraná, Bonnet et al. (2010) realizaram um estudo para diagnosticar as relações de Bromeliáceas epifíticas com fatores relacionados à inundação. Os autores concluíram que na Floresta Ombrófila Mista Aluvial há maior ocorrência de Bromélias que na Floresta Estacional Semidecidual. Isto ocorre devido a baixa disponibilidade hídrica da região na oeste do Estado, onde há uma maior incidência da Floresta Estacional Semidecidual. As superfícies de agradação da Floresta Ombrófila Mista

Aluvial, apresentam mais bromeliáceas epifíticas.

Em outro estudo, sobre a Floresta Ombrófila Mista Aluvial, Silva-Weber et al. (2012) identificaram a importância do banco de sementes para esta formação. Esta pesquisa, realizada em município de Araucária – PR, mostrou que o banco de sementes desta região foi maior que outros encontrados em diferentes ambientes florestais no Brasil. As espécies pioneiras tiveram ampla hegemonia no banco de sementes. Com isso foi possível concluir que estes ambientes possuem alta capacidade de regeneração, quando degradados.

Na Floresta Ombrófila Mista Aluvial, as pesquisas que avaliaram o crescimento e a dinâmica foram realizadas no município de Araucária e Guarapuava – PR, com a utilização de parcelar permanentes. No primeiro município, Graf Neto (2011) avaliou no período de 2001 a 2010 e obteve uma taxa anual média de crescimento em área basal por hectare de $0,62 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ e no segundo município, Rodrigues (2012) avaliou entre 2007 a 2011 e obteve uma taxa anual média de crescimento em área basal por hectare de $0,225 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$. Nas duas pesquisas *Sebastiania commersoniana* foi a espécie mais importante.

Embora, os citados anteriormente são do Estado do Paraná é importante mencionar que a Floresta Ombrófila Mista Aluvial também ocorre no Estado de Santa Catarina. Silva et al. (2013) avaliaram a estrutura florística da Floresta Ombrófila Mista Aluvial e propõem uma classificação de grupos ecológicos da vegetação arbórea ciliar da Região do vale do Itajaí - SC. No município de Lages - SC foi realizado um estudo que avaliou a partição de espécies em função de dados de solo e cobertura do dossel. Assim, concluiu-se que as variações ambientais, relacionadas à drenagem do solo, foram determinantes na heterogeneidade da comunidade vegetal arbórea (HIGUCHI et al., 2014).

1.3.2 Variáveis ambientais

A distribuição das florestas aluviais é resultante não só do desempenho diferencial da dinâmica sucessional, mas principalmente da heterogeneidade ambiental. Dentre estes fatores destacam-se: as variações edáficas e topográficas; o encharcamento do solo; as formações vegetacionais do entorno e as características hidrológicas da bacia do curso d'água. Estas características geralmente definem as condições ecológicas distintas de diferentes áreas aluviais (RODRIGUES, 1992; DURIGAN e LEITÃO

FILHO, 1995).

Alguns trabalhos mostram que a umidade e o encharcamento dos solos são fatores definidores do mosaico vegetacional. Estes fenômenos ocorrem tanto em função do extravasamento do leito do rio, quanto pelo afloramento do lençol freático (JOLY, 1991; OLIVEIRA FILHO et al.; 1994; FELFILI, 1998). As características geológicas, geomorfológicas e climáticas regionais também são apontadas como decisivas para definição da paisagem (RODRIGUES, 1992).

A literatura aponta que a dinâmica da água atua na definição das características edáficas e vegetacionais na faixa ciliar, seja na atuação integrada e dependente entre os fatores (RODRIGUES e SHEPHERD, 2009). Alguns autores consideram este fator de encharcamento como o principal definidor da vegetação (IVANAUSKAS et al., 1997; LOBO e JOLY, 2009).

Há trabalhos que mostram outros fatores determinantes na composição do mosaico vegetacional em áreas aluviais e, também, indicam que o encharcamento do solo não é o único e, muitas vezes, nem o mais importante fator definidor das características e dinâmicas das florestas aluviais. Vários estudos apontam a importância de outros fatores que atuam como definidores da vegetação ribeirinha, dentre os quais: variáveis topográficas, extravasamento do rio, soterramento de sedimentos, correnteza dos rios, bancos de sedimentos, chuva de sedimentos e dinâmica de colonização das clareiras (RODRIGUES e SHEPHERD, 2009). Durigan e Leitão-Filho (1995) consideram a influência da serapilheira na variabilidade destas florestas e na abundância das espécies; enquanto Junk (1993) indica a profundidade do alagamento como decisivo para a vegetação.

As condições de alagamento como a frequência e a duração constituem outros fatores que definem a distribuição espacial das espécies ao longo de um gradiente perpendicular ao rio (LOBO e JOLY, 2009). Pode-se considerar ainda, as plantas que estão distribuídas nestas áreas respondem por meio de adaptações morfológicas, anatômicas e fisiológicas (JUNK, 1993). Entre essas adaptações destacam-se: a hipertrofia de lenticelas; o desenvolvimento de raízes adventícias e a produção de aerênquimas na base do caule e nos rizomas (MEDRI et al., 2002).

O estabelecimento de relações entre variáveis ambientais e a distribuição florística são importantes para determinação dos fatores que definem as vegetações ciliares. Nos últimos anos, os principais estudos da área relacionam as características vegetacionais com o nível de saturação hídrica do solo (BUFREM, 1997; PASDIORA,

2003; BARDDAL et al., 2004a e 2004b, CARVALHO et al., 2009; HIGUCHI et al., 2014); as unidades geopedológicas (OLIVEIRA, 2001; CURCIO, 2006); as variáveis físicas e químicas do solo (GERHARDT et al., 2001; FLOSS, 2011; RODRIGUES, 2012; HIGUCHI et al., 2012; MARCUZZO et al., 2013) a deposição de sedimentos, a remoção e o soterramento da serapilheira pelo extravasamento do rio (RODRIGUES, 1992; FELFILI, 1998); o banco de sementes (CAVERS, 1995; SILVA-WEBER et al., 2012) e as variáveis topográficas (RODRIGUES, 1992; OLIVEIRA FILHO et al., 1994; FLOSS, 2011; MARCUZZO et al., 2013; HIGUCHI et al., 20124).

1.3.3 Utilização de Análise multivariada em estudos florestais

Os estudos florestais preconizam que é melhor utilizar um conjunto de n variáveis que optar por análises individuais. Assim, a multivariada que é a área da estatística, que estuda os fenômenos e suas diversas respostas simultaneamente, constitui um importante instrumento para compreensão de relações entre diferentes variáveis. Estes fenômenos são mensurados em mais de uma variável e, em geral, as análises são realizadas separadamente para cada uma delas. A estatística multivariada procura contemplar os dados de uma forma integrada e as inter-relações são exploradas com maior profundidade (FERREIRA, 2008).

De acordo com Joseph et al. (2009), a multivariada também pode ser entendida como um conjunto de técnicas estatísticas que simultaneamente analisa múltiplas medidas sobre indivíduos ou objetos da investigação. Na análise multivariada todas as variáveis devem ser aleatórias e inter-relacionadas de tal maneira que os diferentes efeitos não possam ser analisados separadamente (FERREIRA, 2008; JOSEPH et al., 2009).

Algumas técnicas fundamentam as análises multivariadas, dentre as quais se destacam: as técnicas exploratórias e de sintetização, na qual está inclusa a análise de agrupamento; a análise de componentes principais; a análise fatorial; a análise de correspondência canônica; a análise de discriminantes e as técnicas de inferência estatística, como métodos de estimação de parâmetros; o teste de hipóteses e a análise de variância, de covariância e de regressão (MINGOTI, 2005).

A análise de agrupamento junta objetos com características semelhantes em função dos dados das variáveis. Assim, os agrupamentos devem ter elevada homogeneidade interna e elevada heterogeneidade entre eles. Portanto, a técnica pode

ser muito útil minimizar muitos dados em pequenos grupos para facilitar a análise dos dados (JOSEPH et al., 2009).

Dentre as técnicas de agrupamento merece destaque o método TWINSpan - *Two-way Indicator Species Analysis* - que verifica o padrão de ocorrência da distribuição das espécies, associado às condições ambientais (HILL, 1979). O princípio básico do método é a dicotomia que realiza divisões baseadas em características semelhantes das amostras e espécies.

O método do TWINSpan é frequentemente utilizado em pesquisas que tem o objetivo de classificar, agrupar e hierarquizar espécies de comunidades vegetais. Alguns trabalhos da área florestal utilizaram esta metodologia. Araujo et al. (2004), por sua vez, estabeleceu três sub formações em função das características ambientais, em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Aluvial no município de Cachoeira do Sul – RS. Moreno e Cardoso (2005) delimitaram formações vegetacionais de Cerrado no município de Uberlândia – MG. Munhoz e Felfili (2006) constataram que o método foi eficiente para confirmar a similaridade de transecções e separar espécies em função de taxas de cobertura em fragmento de Cerrado em Brasília – DF. Ribeiro et al. (2007) concluiu que o método se mostrou eficiente para hierarquizar espécies em funções de características ambientais em fragmento de Floresta Ombrófila Mista no município de São Francisco de Paula – RS. A técnica de agrupamento se mostrou muito eficiente para a classificação de grupos em função dos diferentes estágios de sucessão no município de Ijuí (AVILA et al., 2011).

Outra metodologia multivariada é a Análise de Correspondência Canônica (CCA) que é utilizada para estabelecer a relação entre dois vetores. Este procedimento é feito através de correlações ou covariância de cada um dos pares de variáveis. A técnica pode ser utilizada para sumarizar informações em um conjunto menor de coeficientes de correlação entre dois vetores (FERREIRA, 2008).

Embora as técnicas de agrupamento sejam muito utilizadas em estudos florestais, nos últimos anos, a técnica de correspondência canônica foi a mais utilizada para estabelecer a relação entre variáveis ambientais e padrões de distribuição de espécies florestais. Geralmente, os estudos desta natureza comparam valores oriundos de análises físico-químicas do solo com padrões de abundância ou diversidade florística (SANTOS et al., 2000; FLOSS, 2011; RODRIGUES, 2012; HIGUCHI et al., 2012). Outros estudos utilizam a técnica de correspondência canônica para diferenciação de áreas florestais (BARETTA et al., 2008) e para identificação de grupos florísticos

(RODE et al., 2011; MARCUZZO et al., 2013).

1.3.4 *Sebastiania commersoniana* (Baill.) L.B.Sm. & Downs

Sebastiania commersoniana (Baill.) L.B. Sm. & Downs, popularmente conhecida como branquilha, pertence a família Euphorbiaceae. A planta ocorre no Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai. No Brasil, a espécie ocorre nos Estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (CARVALHO, 2003). Essa planta é considerada caducifólia, heliófita, seletiva, higrófila, pioneira e exclusiva das florestas aluviais (CARVALHO, 2003; EMBRAPA, 2011).

A planta possui espinhos com altura que varia de 10 a 15 metros e pode cregar até 50 cm de diâmetro a altura do peito. As flores são hermafroditas, apétalas e melíferas. As folhas são simples, alterno-espinaladas e elípticas-lanceoladas (CARVALHO, 2003). Os frutos do branquilha são cápsulas tricocas com deiscência explosiva, de coloração verde, quando imaturos e castanha ou marrom, quando maduros (CARVALHO, 1994; LONGHI, 1995). Normalmente, são encontradas três sementes por fruto, uma em cada coca (CARVALHO, 2003).

O fuste do “branquilha” apresenta-se de maneira tortuosa ou irregular; a casca externa possui coloração acinzentada que se desprendem em placas pequenas retangulares, enquanto que a casca interna é fina de coloração marrom que, ao ser seccionada, pode liberar látex (LORENZI, 2008).

A madeira é moderadamente pesada com uma densidade que varia de 0,63 a 0,77 g.cm⁻³; é ainda, compacta pouco elástica, macia e de baixa durabilidade quando exposta (BARBOSA e MACEDO, 1993; CARVALHO, 1994; LONGHI, 1995). A lenha e o carvão possuem alto poder calorífico. A madeira pode ser utilizada para caibros, cabos de ferramentas, lenha e carvão (CARVALHO, 2003). A planta é considerada ornamental, principalmente pela coloração azulada de sua folhagem, que permite sua utilização na arborização urbana. Ela também é indicada na composição de reflorestamentos destinados a recuperação de áreas degradadas ao longo de margens de rios e reservatórios, pois possui facilidade de estabelecimento em solos encharcados (LORENZI, 2008).

Ocorre geralmente em regiões de elevada altitude, como na Floresta Ombrófila Mista. Nesta região, a ocorrência da espécie pode formar populações quase puras em

função do hidromorfismo do solo (RODERJAN et al., 2002). Ela é uma planta que se desenvolve em ambientes abertos às margens de fragmentos florestais úmidos e brejosos, que raramente ocorre no interior de florestas primárias densas (CARVALHO, 2003).

A espécie tem expressiva participação nas séries primárias de sucessão, em unidades pedológicas instáveis (REITZ et al., 1983). Por isso, em solos temporariamente alagados, com lençol freático superficial, e em solos rasos com afloramento rochosos, pode ocorrer de 60 a 80% do estrato contínuo das florestas de galeria (EMBRAPA, 2011).

A espécie tem sido estudada por alguns autores sob o ponto de vista de sua capacidade de adaptação aos solos sujeitos à saturação hídrica plena. Kolb et al. (1998) estudaram a anatomia de plantas jovens de *S. commersoniana* submetidas ao alagamento. As conclusões desta pesquisa indicam que a espécie possui interações entre estratégias morfoanatômicas e metabólicas que permitem a sua sobrevivência durante períodos de inundação. Entre as adaptações morfoanatômicas da espécie estão: o aumento de lenticelas, o aumento de diâmetro das células das raízes, a formação de raízes adventícias e/ou raízes superficiais porosas e a diminuição do diâmetro dos elementos de vasos. A espécie apresenta, ainda, perfilhamento do caule, o que acarreta uma mortalidade maior de indivíduos (SILVA et al., 2012).

Lobo e Joly (2009) afirmam que a redução do crescimento, sem a perda de massa seca da planta, quando exposta ao alagamento, indica que a espécie é adaptada e tolerante ao excesso hídrico. Por meio de simulações de inundação dos propágulos e de plântulas, em diferentes condições temporais de saturação hídrica do solo, Barddal (2006) concluiu que alguns propágulos da espécie germinaram mesmo dentro da água e, ainda, que as plântulas suportaram o alagamento simulado no experimento (BARDDAL, 2006).

Outros estudos na Floresta Ombrófila Mista Aluvial analisam as estruturas anatômicas do xilema secundário e características funcionais da espécie, os aspectos ecológicos em diferentes áreas pedológicas (COSMO et al., 2010); a análise do crescimento e da dinâmica da espécie (GRAF NETO, 2011; RODRIGUES, 2012); a análise da dendroecologia da espécie e suas relações de crescimento com variáveis ambientais (LONGHI-SANTOS, 2013), tais como: incremento, dendroecologia e a análise dos vasos do lenho (KANIESKI, 2013).

1.3.5 Dendrocronologia

Há referências da dendrocronologia desde a Grécia Antiga. Mas os seus estudos se iniciaram no século XVI, com Leonardo da Vinci, que reconheceu os anéis de crescimento em árvores de *Pinnus* spp e relacionou os mesmos com o clima. A dendrocronologia consagrou-se como ciência, na Alemanha, com os estudos de Theodor e Robert Hartig. Nos Estados Unidos, a dendrocronologia foi apresentada, em 1901 pelo astrônomo Adrew A. Douglass. Em seus estudos, o cientista americano, investigou as flutuações da largura de anéis de crescimento em árvores de *Pinus ponderosa* Laws. A partir desta análise, ele acreditou que era possível estabelecer uma relação entre o padrão de largura do anel e o registro das variações climáticas (FRITTS, 1976).

A dendrocronologia é a ciência que estuda as camadas de crescimento anuais das árvores. Um dos princípios básicos desta ciência considera que, árvores crescidas em condições ambientais semelhantes, provavelmente, apresentam características também semelhantes no seu crescimento e coincidências no padrão de seus anéis de crescimento (STOKES e SMILEY, 1968).

Esta ciência é muito utilizada em regiões de climas temperados e áridos com aplicações na área da ecologia, climatologia, geologia e antropologia. Nas regiões tropicais, o crescimento dos anéis está diretamente relacionado com a sazonalidade das chuvas, enquanto nas regiões temperadas o crescimento é afetado pela temperatura (SCHWEINGRUBER, 1996).

Os anéis de crescimento estão diretamente ligados ao crescimento secundário das plantas arbóreas. Estes podem ser divididos em duas partes: lenho primaveril (inicial) e lenho outonal (estival). O lenho inicial representa o crescimento da espécie no início do período vegetativo, normalmente na primavera. Este crescimento corresponde a coloração mais clara na Anatro e, geralmente, apresenta maior tamanho; enquanto que a coloração escura corresponde ao crescimento após o período vegetativo (lenho outonal) e, geralmente, é menos espesso (FRITTS, 1976).

O crescimento pode ser determinado pela análise do tronco (Anatro). Esta técnica permite avaliar o crescimento em altura e em diâmetro da árvore que apresenta anéis de crescimento aparente (CAMPOS e LEITE, 2006). A Anatro é um método que permite determinar curvas de crescimento em altura e volume ao logo da idade. Estes estudos cronológicos permitem o registro de anéis de crescimento e aplicações na dendrocronologia e dendroecologia (FINGER, 2006).

Os métodos de Anatro podem ser realizados através de dois procedimentos: análise de tronco completa e análise de tronco parcial. A Anatro completa consiste na derrubada da árvore e na retirada de discos ao longo do tronco. Em cada fatia é realizada a análise do incremento anual. A análise parcial de tronco, por sua vez, não necessita da derruba da árvore, mas exige um maior número de amostras para minimizar os erros de medição. Neste método, são retiradas amostras cilíndricas na altura de 1,30m (DAP) por meio do trado de Pressler. Posteriormente, as amostras são secadas naturalmente e os cilindros são polidos para facilitar a análise do crescimento (FINGER, 2006).

O crescimento dos anéis está intimamente ligado aos fatores ambientais, tanto bióticos quanto abióticos, que estão por sua vez relacionados com as plantas. Entre estes fatores destacam-se: a competição, a posição sociológica, a disponibilidade hídrica, a luminosidade, a temperatura e as condições físicas e químicas do solo (SCHWEINGRUBER, 1996). Desta maneira, convém acrescentar que estas informações de crescimento podem constituir arquivos históricos das condições ambientais passadas.

As pesquisas de dendrocronologia enfocam a correlação do incremento anual com variáveis climáticas, embora existam pesquisas que correlacionam o crescimento com outras variáveis como: a ecologia (BAR et al., 2006); o efeito da poluição no crescimento das árvores (TOLUNAY, 2003) e a entomologia (ESPER et al., 2007).

Os estudos de crescimento, especificamente na Floresta Ombrófila Mista Aluvial, são escassos e de períodos de tempo curto. Stasiak et al. (2009) avaliaram a influência da invasão de *Guadua* spp sobre o crescimento diametral do tronco de *S. commersoniana* e concluíram que a espécie invasora interferiu na população da espécie nativa.

Outro estudo, realizado no município de Araucária – PR, avaliou o crescimento durante os anos de 2001 a 2010. *S. commersoniana* se manteve-se como a espécie mais importante durante a década. Os valores absolutos de aumento de área basal, no período foram de 42,5 para 48,11 m² ha⁻¹. As espécies que apresentaram as maiores médias de incremento corrente anual em diâmetro foram *L. lucidum* (1,49 cm ano⁻¹) e *H. dulcis* (0,88 cm ano⁻¹). Entre as nativas, *Luehea divaricata* foi a espécie que obteve os maiores valores de incremento diamétrico (0,66 cm ano⁻¹). Em todos os anos, *Sebastiania commersoniana* foi a espécie que teve mais incremento, que correspondeu a mais de 60 % de todo o incremento da floresta. Entretanto, o autor também não forneceu os dados de

incremento corrente anual da espécie (GRAF NETO, 2011).

Rodrigues (2012) avaliou a composição florística e a dinâmica florestal (2007-2011) de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Aluvial em Guarapuava - PR. No ano de 2007, *Sebastiania commersoniana* foi a espécie que apresentou a maior dominância com valores relativos de 22,58%. Esta espécie, juntamente com *Matayba elaeagnoides* Radlk, *Prunus myrtifolia* (L.) Urb, *Dicksonia sellowiana* Hook e *Ocotea pulchella* (Ness & Mart) Mez, foram as cinco espécies mais dominantes.

No município de Araucária – PR foi realizado um estudo do crescimento das plantas aluvias, em diferentes posições sociológicas, de cinco espécies nativas: *Allophylus edulis*; *Blepharocalyx salicifolius* (Kunth) O. Berg.; *Myrrhinium loranthoides* (Hook. & Arn.) Burret; *Schinus terebinthifolia* e *Sebastiania commersoniana*; e duas espécies exóticas invasoras: *Hovenia dulcis* e *Ligustrum lucidum* W.T. Aiton. Com os resultados, foi possível inferir que o crescimento das espécies exóticas invasoras podem demonstrar uma ameaça para a Floresta Ombrófila Mista Aluvial, uma vez que apresentaram as maiores taxas de crescimento. O crescimento de *S. commersoniana* e *H. dulcis*, localizado no estrato superior da floresta, foi positivamente correlacionados, com dados de temperatura média. Essa mesma variável também foi positivamente correlacionada com o incremento dos indivíduos de *L. lucidum*, *M. loranthoides* e *S. commersoniana* localizados no sub-bosque (KANIESKI et al., 2012).

Neste mesmo estudo, a taxa de incremento diamétrico das espécies foi medida através de cintas dendrométricas. O período de avaliação do experimento foi de um ano. Entre as espécies de dossel, as exóticas *H. dulcis* e *L. lucidum* apresentaram os maiores incrementos correntes anuais de 11,32 e 10,81 mm ano⁻¹, respectivamente. Entre as espécies nativas de dossel, aquelas que apresentaram o maior crescimento foram *B. salicifolius* (8,20 mm.ano⁻¹) e *S. terebinthifolia* (3,77 mm ano⁻¹) e as que apresentaram menor crescimento foram *S. commersoniana* (1,66 mm/ano) e *A. edulis* (0,76 mm ano⁻¹). As demais espécies nativas apresentaram incremento inferior ao das espécies exóticas invasoras, *M. loranthoides* (1,04 mm), *A. edulis* (0,72 mm), *S. commersoniana* (0,58 mm), *B. salicifolius* (0,06 mm) (KANIESKI et al., 2012).

O crescimento de *Blepharocalyx salicifolius* foi avaliado durante dois anos em um Fragmento de Floresta Ombrófila Mista Aluvial, no município de Araucária – PR, por meio de cintas dendrométricas. A taxa de incremento anual da espécie foi de 4,52 mm e variou de 0,38 mm para indivíduos de do sub-bosque e 9,07 mm para indivíduos

de dossel. O incremento mensal da espécie foi correlacionado com variáveis climáticas e demonstraram que o crescimento da espécie está positivamente correlacionado com estímulos ambientais de temperatura e de precipitação (KANIESKI et al., 2013).

Em outro estudo foi realizada a Anatro completa de *S. commersoniana*, por meio do método destrutivo. Longhi-Santos (2013) obteve uma média de incremento corrente anual em diâmetro para um período cronológico de 40 anos (1959-1999). Para indivíduos de dossel o incremento foi de 0,38 cm ano⁻¹ e para os indivíduos do sub-bosque foi de 0,28 cm ano⁻¹ (1975-1999) em um período de 24 anos. Nesta mesma pesquisa, obteve-se uma boa correlação positiva com os dados de temperatura com os índices de crescimento, o que pode ser determinante para o crescimento secundário da espécie.

O incremento corrente anual de *S. commersoniana* também foi avaliado em fragmento de Floresta Ombrófila Mista Aluvial em Araucária - PR, por meio de cintas dendrométricas, durante um período de 3 anos (2009-2011). Neste estudo, o incremento corrente anual em diâmetro dos indivíduos de dossel foi de 2,14 mm ano⁻¹, enquanto que para indivíduos do sub-bosque foi de 0,77 mm ano⁻¹. Estes dados de incremento apresentaram valores significativos de correlação com temperatura e precipitação, com exceção dos indivíduos do sub-bosque que não apresentaram a mesma correção significativa nas mesmas condições (KANIESKI, 2013).

Trabalhos realizados na Floresta Ombrófila Mista ou que utilizaram espécies da tipologia florestal são relevantes para o estudo. Spathelf et al. (2000) realizaram a análise dendrocronológica de *Ocotea pulchella* e correlacionaram o incremento radial com algumas variáveis climáticas. Os autores não conseguiram obter uma correlação alta de dados climáticos com o crescimento. Nutto e Watzlawick (2002) correlacionaram o crescimento de *Zanthoxylum rhoifolia* Lam. e *Zanthoxylum hyemale* St. Hil. com o balanço hídrico, temperatura, precipitação e índice de evapotranspiração. Os autores obtiveram uma correlação significativa do crescimento das duas espécies com o balanço hídrico.

Watzlawick et al. (2005) analisaram anéis de crescimento por meio do método destrutivo de *Myrsine umbellata* Mart., na Floresta Ombrófila Mista no município de General Carneiro – PR. Por meio do estudo foi possível verificar o potencial de crescimento da espécie. O estudo realizado por Mattos et al. (2007a), avaliaram a dendrocronologia de diversas espécies da Floresta Ombrófila Mista, inclusive de *S. commersoniana*, no município de Candói – PR. Mattos et al. (2007b) avaliaram o

crescimento de *Araucaria angustifolia* em Caçador – SC. Spathelf et al. (2010) avaliaram o crescimento de *Ocotea puchella* e *Nectandra megapotamica* no município de Santa Maria – RS. Mattos et al. (2010) avaliaram o crescimento de *Araucaria angustifolia*, *Ilex paraguariensis*, *Ocotea porosa*, *Ocotea pulchella*, *Ocotea porosa* Ness Barroso, *Ocotea puberulla* e *Cedrela fissilis* no município de Caçador -SC. Stepka (2012) avaliou o crescimento de *Araucaria angustifolia*, *Cedrela fissilis* e *Ocotea porosa* no município de Irati-PR, São João do Triunfo-PR, Três Barras-SC, Caçador-SC, Chapecó-SC e São Francisco de Paula-RS.

1.4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

1.4.1 Localização da área de estudo

A área de estudo está localizada no *campus* CEDETEG da Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO, no município de Guarapuava, Estado do Paraná. A altitude da área é de aproximadamente 1020 metros em relação ao nível do mar e está inserida no terceiro planalto paranaense. A área de estudo é um fragmento da Floresta Ombrófila Mista Aluvial, com aproximadamente 11,5 ha, localizada entre as coordenadas geográficas 25° 23' 00" S – 51° 30' 00" W e 25° 22' 47" S – 51° 29' 43" W (Figura 1).

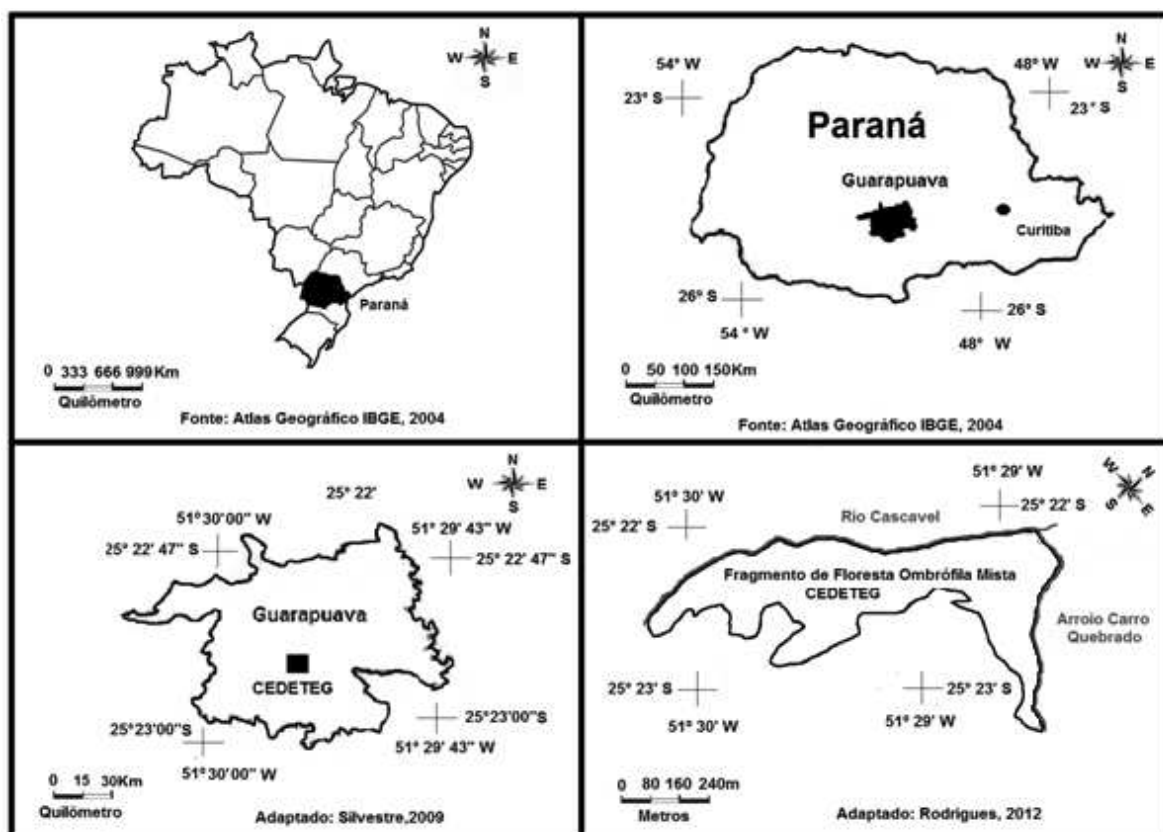


Figura 1. Localização geográfica da área de estudo em relação ao país, município e ao campus universitário da Universidade Estadual do Centro Oeste. Fonte: Adaptado de Atlas Geográfico 2004 e Rodrigues, 2012.

1.4.2 Bacia Hidrográfica

A área de estudo faz parte da bacia hidrográfica do Rio Cascavel (BHRC). O fragmento florestal do estudo é margeado, na porção norte pelo Arroio Carro Quebrado e na porção oeste pelo Rio Cascavelzinho. O arroio Carro Quebrado é afluente do Rio Cascavelzinho (Figura 2). A BHRC tem uma área de aproximadamente 81,03 Km²; deste total 11,54 Km² pertence a sub-bacia hidrográfica do Arroio Carro Quebrado. O Rio Cascavelzinho junta-se ao Arroio do Engenho que forma o rio Cascavel que, por sua vez, deságua no Rio Jordão, o qual deságua no Rio Iguaçu (DIAS-OLIVEIRA, 2011).

1.4.3 Clima

Segundo a classificação Climática de Köppen-Geiger, o clima é do tipo *Cfb*, com temperatura média, nos três meses mais frios entre -3 °C e 18 °C. O clima é sempre úmido com chuvas bem distribuídas e a temperatura média, nos meses mais quentes é inferior a 22 °C. A média do somatório anual da precipitação dos últimos 29 anos (1984-2013) é de 1905 mm/ano.

1.4.5 Solo

O terceiro planalto faz parte da formação geológica da bacia do Rio Paraná, denominada de Serra Geral ou derrame de *Trapp*. O vulcanismo que ocorreu na região deu origem às rochas basálticas em sua grande maioria. Dentre os tipos de solo destacam-se: Latossolo Bruno, Nitossolo Bruno, Hidromórficos, Cambissolos e Neossolos Litólicos (EMBRAPA, 2013).

Os solos hidromórficos (localizados nas subunidades próximas ao rio), que estão presentes na área, geralmente, são Organossolos (EMBRAPA, 2013). Estes solos são essencialmente constituídos de matéria orgânica, provenientes do depósito de restos vegetais em grau variado de decomposição.

1.4.6 Caracterização e amostragem da vegetação

A tipologia vegetal da área de estudo é classificada como Floresta Ombrófila Mista Aluvial (VELOSO et al.; 1991; IBGE, 2012). A vegetação natural da área de

estudo está inserida numa região de solos úmidos, em função da presença de corpos hídricos no entorno da área que influenciam a distribuição natural da vegetação. Este tipo de vegetação desenvolve-se às margens de rios que percorrem terrenos de geomorfologia plana até suave ondulado e, frequentemente, fazem limites com várzeas (RODERJAN et al.; 2002). A área de estudo está bastante alterada, principalmente pelos processos antrópicos nas regiões do entorno.

As primeiras pesquisas nesta área foram realizadas no ano de 2007, ao serem instaladas 30 parcelas permanentes de 10 x 10 m, que tiveram como objeto de estudos a dinâmica florestal (RODRIGUES, 2012). Nesta área, em 2011 foram instaladas mais 42 parcelas permanentes, divididas em três transecções.

A presente pesquisa utilizou estas três transecções instaladas (parcelas permanentes) para estimativa dos parâmetros de vegetação. Estas transecções foram instaladas de maneira aleatória. Assim, a instalação das transecções partiu do rio (a região mais baixa e plana) em direção à borda do fragmento (a região mais alta e inclinada), as quais foram denominados de transecção “A”, “B” e “C”. As transecções foram divididas em subunidades de 10x10m. A transecção A foi dividida em 15 subunidades, o B em 13 subunidades e o C em 14 subunidades (Figura 2).

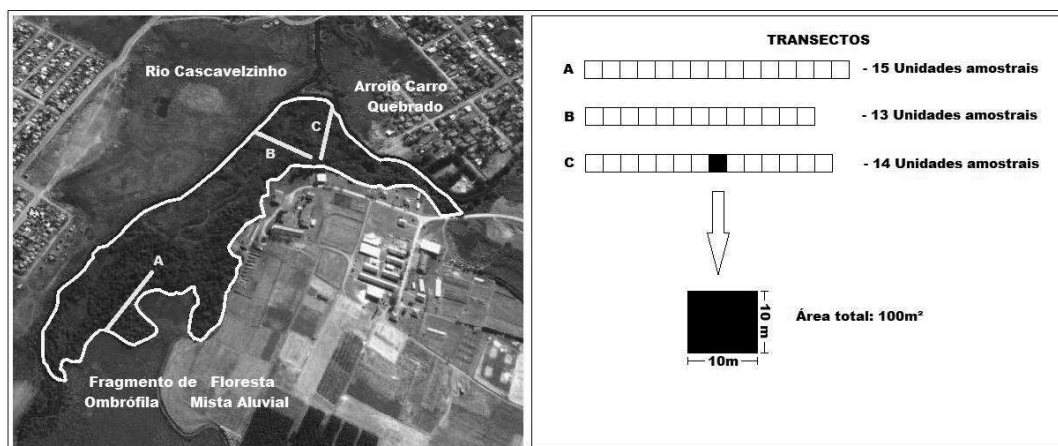


Figura 2. Disposição dos corpos hídricos e da instalação das unidades amostrais em fragmento em fragmento de Floresta Ombrófila Mista Aluvial

Em cada unidade amostral, todas as árvores com DAP (diâmetro à altura do peito) maiores ou iguais a 5 cm foram numeradas por meio de placas de metal na altura de 1,20 m do solo. Posteriormente, as árvores foram medidas e identificadas. As árvores que apresentaram bifurcação também foram medidas e contabilizadas como um único indivíduo.

As nomenclaturas adotadas para famílias e gêneros botânicos seguiu o padrão sugerido pelo *Angiosperm Phylogeny Group* III (APG III, 2009), enquanto que para a identificação das espécies a nomenclatura segue a Lista da Flora do Brasil (2015) e *The International Plant Names Index* (2015). A identificação botânica (taxonômica) foi realizada no local (*in loco*) com auxílio da literatura especializada. As plantas não identificadas foram posteriormente identificadas em herbários por especialistas, a partir de amostras coletadas no local.

2. FLORÍSTICA, DIVERSIDADE E ESTRUTURA DA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA ALUVIAL EM DIFERENTES CONDIÇÕES HIDROLÓGICAS

RESUMO

O objetivo deste capítulo foi realizar o inventário florestal da estrutura arbórea, quantificar diferentes variáveis ambientais e estabelecer correlação através de técnicas multivariadas dos padrões analisados com o intuito de diagnosticar quais são os principais fatores que influenciam a distribuição das espécies em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Aluvial. O levantamento florístico foi realizado em três transecções (“A”, “B” e “C”), o critério de instalação foi de abranger um gradiente hídrico transversalmente ao leito do rio, estas transecções foram subdivididas em 42 subunidades amostrais. As árvores que apresentam $DAP \geq 5$ cm foram medidas e identificadas. Durante um período de um ano, em cada subunidade, foi levantado o nível piezométrico e a umidade do solo em 3 profundidades (30, 60 e 100 cm). Em cada subunidade foram coletados dados de resistência a penetração, umidade (amostras deformadas) e análise químicas e granulométrica do solo. Os dados de abundância das espécies foram processados através da técnica multivariada TWINSpan para formação de agrupamento com posterior análise fitossociológica e as variáveis ambientais foram correlacionadas com dados de abundância das espécies. Os resultados demonstraram que a técnica de agrupamento apresentou uma sensibilidade alta em separar as subunidades e as espécies em função de características ambientais. Os valores fitossociológicos demonstraram que aumentam em função do gradiente hídrico, subunidades sobre maior influência hídrica apresentaram os menores valores de diversidade e maiores valores de dominância. Enquanto que subunidades em níveis intermediários de drenagem apresentam os melhores valores fitossociológicos. A análise de correspondência canônica evidenciou que a distribuição de *Sebastiania commersoniana*, *Ligustrum lucidum* e *Allophylus edulis* estão relacionadas a saturação hídrica do solo. Enquanto que a distribuição de *Matayba elaeagnoides* e *Ocotea puberula* está correlacionada com solos bem drenados. As demais espécies apresentaram preferência por solos moderadamente drenados.

Palavras-chaves: florestas aluviais; Gradiente-hídrico; Fitossociologia e Estatística multivariada;

ABSTRACT

The objective of this chapter is to create a forest inventory of the tree structure, quantify different environmental variables and establish a correlation through multivariate techniques of the analyzed standards, in order to diagnose the main factors that influence the distribution of species in a fragment of Rain Forest Alluvial Mixed. The floristic survey was conducted in three transects ("A", "B" and "C"), the test installation was to cover a water gradient across the riverbed, these transects were subdivided into a 42 subunits sample. The trees that have a Diameter at Breast Height (DBH) ≥ 5 cm were measured and identified. During a period of one year in each subunit, the water level and soil moisture was measured in three depths (30, 60 and 100 cm). In each subunit were collected penetration resistance data, moisture (deformed samples) chemical analysis and particle size of the soil. Species abundance data were processed by TWINSpan multivariate technique for grouping formation with subsequent phytosociological analysis and environmental variables were correlated with species abundance data. The results demonstrated that the clustering technique showed high sensitivity in separate subunits and species due to environmental characteristics. The phytosociological values showed that increase with the water gradient, subunits of higher water influence had the lowest values of diversity and greater dominance values. While subunits in intermediate drainage levels present the best Phytosociological values. The canonical correspondence analysis showed that the distribution of *Sebastiania commersoniana*, *Ligustrum lucidum* and *Allophylus edulis* are related to soil water saturation. While the distribution of *Matayba elaeagnoides* and *Ocotea puberula* is correlated with well-drained soil. The remaining species showed preference for moderately drained soils.

Keywords: alluvial forests; Gradient-water; Phytosociology and multivariate statistics;

2.1 INTRODUÇÃO

A floresta Ombrófila Mista Aluvial é caracterizada por uma pequena quantidade de espécies seletivas e adaptadas que se desenvolvem nos solos aluviais altamente higromórficos e estão sujeitos às periódicas enchentes que ocorrem ao longo dos rios do planalto sul-brasileiro (KLEIN, 1984). A dinâmica de água no solo é o principal fator que define a vegetação de um hábitat (IVANAUSKAS et al., 1997; LOBO e JOLY, 2009; RODRIGUES e SHEPHERD, 2009).

Alguns trabalhos evidenciam a umidade do solo e o encharcamento como os principais fatores definidores do mosaico vegetacional (BUFREM, 1997; PASDIORA 2003; BARDDAL et al., 2004a e b). As condições de alagamento, como a frequência e a duração constituem um dos fatores que acabam por definir a distribuição espacial das espécies ao longo de um gradiente perpendicular ao rio (JUNK, 1993; LOBO e JOLY, 2009). Contudo a topografia, variáveis relacionadas aos corpos de água, extrasavamento e correnteza do rio, soterramento de sedimentos, banco de sementes, sua dispersão também são importantes para a formação da vegetação ribeirinha (RODRIGUES E SHEPHERD, 2009).

Na Floresta Ombrófila Mista Aluvial poucos estudos exploraram as variáveis ambientais, os estudos compararam as características da vegetação com os atributos pedológicos e, principalmente com o nível de saturação hídrica (BUFREM, 1997;; PASDIORA 2003; BARDDAL et al., 2004a e b). Enquanto que, Oliveira (2001) e Curcio (2006) estabelecem relações com unidades geopedológicas.

Neste sentido, entender a relação do padrão de distribuição das espécies em funções das variáveis ambientais ao longo de um gradiente edáfico podem forcenecer subsídios para que se possa promover a restauração destes ambientes, uma vez que estes exercem diferentes funções, tais como: proteção do solo, manter a qualidade da água, ciclagem de nutrientes, estabilidade térmica, escoamento de águas pluviais.

Como as espécies apresentam um intervalo de tolerância para os fatores ambientais, as quais se desenvolvem em função das condições ambientais, o conhecimento desta relação entre ambiente e vegetação tornam indispensáveis para os estudos da Floresta Ombrófila Mista Aluvial.

O objetivo deste capítulo foi realizar o inventário florestal da estrutura arbórea, quantificar diferentes variáveis ambientais e verificar o padrão de distribuição das espécies através de técnicas multivariadas.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Fitossociologia, diversidade dominância e equabilidade

A caracterização da área de estudo e a amostragem da vegetação estão descritas no primeiro capítulo deste trabalho.

Segundo a metodologia de Mueller-Dumbois e Ellenberg (1974), para a análise da estrutura horizontal da vegetação foram estimados os parâmetros fitossociológicos utilizados na maioria dos estudos, dentre os quais: Densidade, Dominância e Frequência em valores absolutos e relativos, Valor de Cobertura (VC) e Valor de Importância (VI).

O Índice de Shannon-Weaver (H'), considera mesmo peso entre as espécies raras e abundantes (MAGURRAGAN, 1989). Desta forma, quanto maior o valor de H' , maior será a diversidade florística da população em estudo. O índice de equabilidade de Pielou varia de 0 a 1, quando os valores forem iguais à 0. Isso significa que todas as árvores pertencem a uma única espécie. Quando o valor é igual a 1 significa que todas as espécies estão igualmente representadas.

O Índice de dominância de Simpson (C) mensura a probabilidade de dois indivíduos, sorteados ao acaso na amostra, pertencerem à mesma espécie. O valor de C varia de 0 a 1. Quando o valor é mais próximo de um indica menor diversidade e maior dominância das espécies (BROWER e ZARR, 1984). Optou-se pela utilização destes índices por serem os mais utilizados em estudos florestais.

2.2.2 Variáveis ambientais

Além dos dados oriundos do inventário florestal foram mensuradas diferentes variáveis ambientais com a intenção de avaliar as características hídricas e edáficas de cada unidade amostral. Assim, as variáveis hídricas mensuradas foram: nível de elevação do lençol freático e umidade do solo através de tensiometria. Enquanto que as variáveis edáficas foram constituídas através das análises de resistência a penetração do solo e diferentes variáveis oriundas dos dados de análises físico-químicas do solo.

2.2.2.1 Variáveis hídricas.

A variação do nível do lençol freático foi mensurada para monitorar a oscilação vertical da água no solo. Assim, foi realizada a instalação de piezômetros de poli cloreto de vinil (PVC) de 32 mm nas intersecções das unidades amostrais. Na transecção “A” foram instalados 16 piezômetros, enquanto na “B” e na “C” foram instalados 14 e 15 piezômetros respectivamente.

O piezômetro é constituído de um cano de PVC de 32 mm com 2,10 metros de comprimento. Deste, 2,00 m ficaram abaixo da superfície do solo e o restante (10 cm) ficou acima do solo. Na extremidade superior foi acoplada uma tampa de PVC também de 32 mm para impedir a entrada de sujeira no tubo. Ainda, na parte inferior do tubo, os primeiros 30 cm foram furados de maneira aleatória para facilitar a entrada de água. Os furos foram feitos com auxílio de uma furadeira na espessura de 2 mm para cada furo (Figura 3).

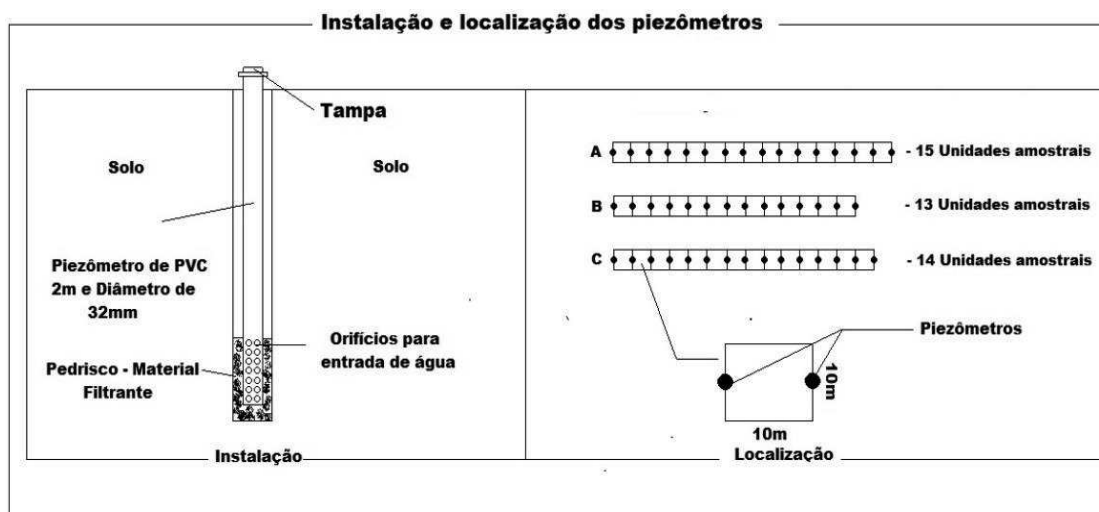


Figura 3. Esquematização da avaliação do nível freático.

Na instalação dos piezômetros foi feita uma abertura de um buraco de aproximadamente 50 mm de diâmetro e aproximadamente 2,10m de profundidade, com auxílio de um trado tipo holandês com capacidade de furo de até 5 metros. O diâmetro e a altura um pouco maior que a do piezômetro permitiu que comportasse 10 cm de pedra brita no fundo do buraco e uma camada de 30 cm de pedra brita em volta do tubo. A camada de pedra brita número zero teve a finalidade de filtrar a água para que os buracos não fossem obstruídos. Enquanto o restante do espaço foi preenchido com a própria terra retirada do local.

As leituras foram realizadas por um período de um ano a partir do mês de agosto de 2013 até julho de 2014, quinzenalmente. O nível do lençol freático foi medido por

meio de uma régua de madeira graduada em centímetros de até 2,10m. A determinação do nível piezométrico para cada unidade amostral foi realizada através da composição de uma média dos valores de cada extremidade.

A umidade do solo, em cada unidade amostral, foi aferida indiretamente através de tensiômetros. Esse aparelho é capaz de medir a tensão de retenção de água nas partículas de solo. Os tensiômetros foram instalados ao lado dos piezômetros, enquanto estes ficaram distantes um dos outros por 10 metros. Os tensiômetros, por sua vez, ficaram distantes 20 m um dos outros (Figura 4). Em cada local foram instalados os tensiômetros na profundidade de 30, 60 e 100 cm. As leituras foram feitas através de um nanômetro digital, juntamente com a mensuração dos piezômetros. Após cada leitura os tensiômetros eram completados com água. A instalação procedeu de acordo com a metodologia proposta pela Embrapa (1999), que dispõe dos procedimentos metodológicos para instalação destes equipamentos.

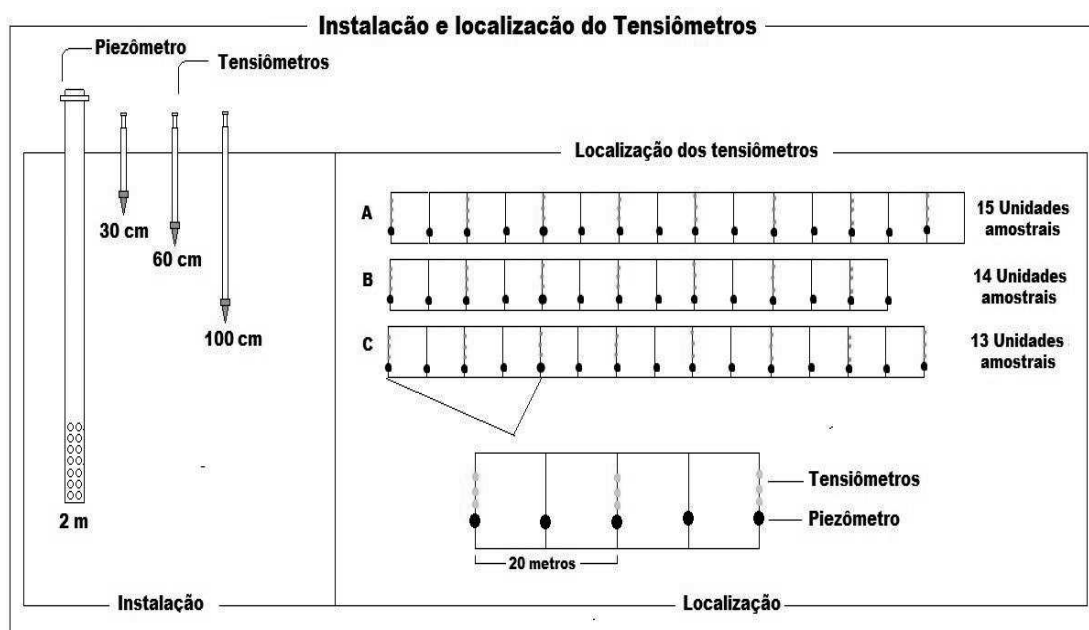


Figura 4. Esquemática da avaliação da umidade do solo na área do experimento.

Assim, quando se conhece a relação de água no solo e a tensão é possível estabelecer o teor de água no solo de maneira indireta a partir de leituras dos tensiômetros. Para determinar esta relação entre tensão da água no solo e o volume foram determinadas curvas de retenção de água no solo para diferentes pontos e profundidades nas transecções, através da câmara de pressão de Richards.

Como a área de estudo apresentou diferentes condições de infiltração de água no solo ao longo do gradiente edáfico, foi necessário estabelecer uma estratificação em

função do nível de água no solo por meio das medições dos piezômetros (Figura 5). Em função dos dados piezométricos anuais foram estabelecida três classes de drenagem de solo. Como não existe um referencial, optou-se em parametrizar estas classes de maneira equidistantes. Classe 1: Nível piezométrico alto (lençol freático aparente distante no máximo 66,6 cm da superfície do solo – solo permanentemente saturado); Classe 2: Nível piezométrico médio: (lençol freático aparente distante entre 66,66 e 133,33 cm da superfície do solo – solo moderadamente saturado); Classe 3: Nível piezométrico baixo (lençol freático aparente abaixo de 133,33 cm da superfície ou ausente – solo bem drenado).



Figura 5. Esquema da determinação dos níveis piezométricos amostrados em fragmento da Floresta Ombrófila Mista Aluvial no município de Guarapuava –PR.

Para a construção das curvas de retenção, em cada nível, foi necessário abrir uma trincheira de aproximadamente 1m² e 1,20 m de profundidade para possibilitar a coleta dos anéis cilíndricos nas profundidades que foram instalado os tensiômetros. Estes anéis de volume de 67,7 cm³ foram retirados de cada trincheira com três repetições para cada profundidade (30, 60, 100 cm) o que totalizaram vinte e sete amostras. Os anéis foram coletados de maneira que não afetasse a estrutura do solo dentro da amostra para não ultrapassar o volume do anel. Posteriormente, a parte inferior do anel foi envolvida com um pano poroso (TNT) e uma liga elástica.

As amostras foram colocadas em uma bandeja com água destilada até a metade da altura do cilindro para ocorrer à saturação do meio por um período de 24 horas. Na sequência, foi realizada a pesagem do nível de saturação hídrica e levadas à câmara de pressão de Richards. Nesta câmara, as amostras foram submetidas sequencialmente as

pressões de 0,06, 0,3, 0,5, 1, 3, 5, 10 e 15 Bar. A cada tensão aplicada as amostras eram retiradas a partir do momento que cessasse toda a água. Assim, o procedimento foi repetido a cada tensão aplicada. As amostras ficaram na estufa durante 48 horas em temperatura de 105°C para determinar o peso de solo seco.

Ao final foram ajustadas curvas de retenção de água no solo para as diferentes profundidades e níveis de drenagem. Em cada potencial mátrico foram tomadas medidas de peso das amostras. Assim, foram geradas as curvas de retenção com os valores de umidade do solo nas diferentes tensões. Os valores de tensão oriundos dos tensiômetros foram aplicados nas respectivas curvas de retenção de água no solo, e assim foram os níveis de umidade do solo de maneira indireta.

2.2.2.2 Variáveis edáficas

A resistência à penetração foi realizada uma única vez no mês de março de 2014 em cada subunidade. A mensuração foi realizada com a utilização de um penetrômetro eletrônico de compactação do solo (PenetroLOG, modelo PLG 1020, Falker Automação Agrícola). Em cada unidade amostral foram distribuídos 5 pontos. Em cada ponto foi avaliada a resistência a penetração na profundidade de 0-20, 20-40 e 40-60 cm. Posteriormente, destes cinco pontos foi feita uma média para cada parcela (Figura 6 - I).

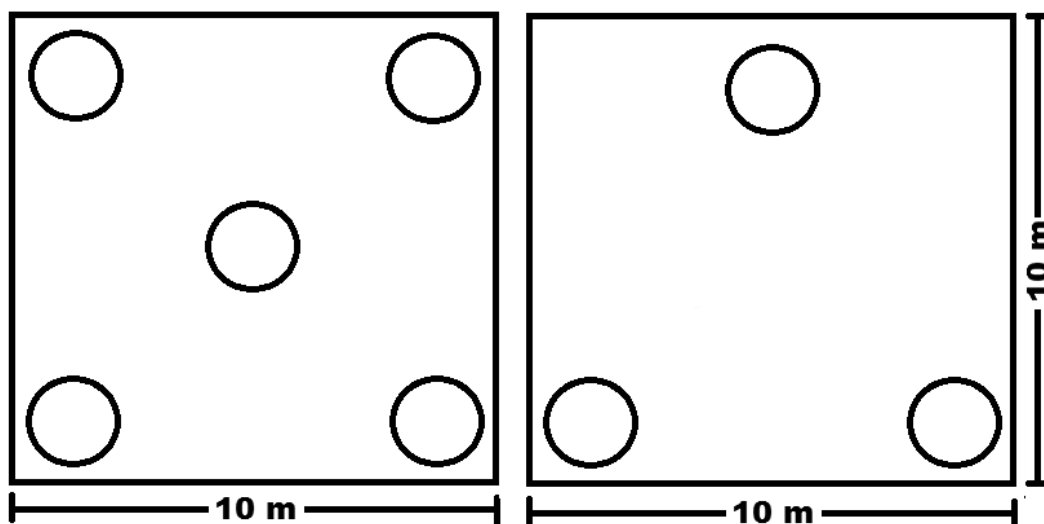


Figura 6. Esquema dos pontos de coleta de dados para levantamento da resistência a penetração e coleta de solos para análises laboratoriais.

Próximo a cada ponto de medição da resistência a penetração também foram retiradas amostras deformadas para determinação da umidade gravimétrica do solo,

conforme metodologia da Embrapa (1997). Essas amostras foram coletadas com auxílio de trado holandês na profundidade de 0-20, 20-40 e 40-60 cm e, também, com cinco repetições por unidade amostral. Estas amostras foram encaminhadas para o laboratório para pesagem e, posteriormente, foram secas em estufa com circulação mecânica de ar, em temperatura de 105 ° C, por 48 horas. A definição do grau de compactação foi feita conforme classificação da USDA (1993).

Em cada unidade amostral de todas as transecções foram realizadas 3 coletas de solos na profundidade de 0-20 cm com auxílio de um trado holandês (Figura 6). Estas amostras foram homogeneizadas para compor uma única amostra para cada parcela e encaminhadas para análise laboratorial para a 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, conforme Embrapa (1997).

Em função destes dados foram calculados a Capacidade de Troca Catiônica (CTC), Soma de Bases (SB), Saturação por bases (V%) e saturação por alumínio (m%). Ainda, foi determinada a classe textural do solo conforme a classificação simplificada da Embrapa (1979).

2.2.3 Análise multivariada dos dados

2.2.3.1 Técnica de agrupamentos - Twinspan

Logo após o processamento dos dados de inventário, a primeira análise realizada foi a técnica de agrupamento Twinspan - *Two-way Indicator Species Analysis* (HILL, 1979). A matriz de análise criada foi em função dos valores de densidade das espécies. Assim, a matriz de análise foi constituída com 42 parcelas (linhas) e 23 espécies (colunas). Os valores de densidade de cada espécie foram relacionados na respectiva unidade amostral. As espécies que apresentaram densidade inferior a cinco indivíduos foram desconsiderada da matriz, uma vez que espécies raras, por apresentar uma pequena quantidade de indivíduos dificulta a interpretação dos resultados.

Os níveis de corte utilizados para as *pseudoespécies*, que é uma nomenclatura adota pelo Twinspan para classificação das espécies, foram 0, 2, 5, 10, e 20. Assim, cada espécie se divide em uma série de espécies (*pseudoespécies* 1, 2, 3, 4, 5). Os níveis de corte indicam: *pseudoespécie* 1 apresenta 1 indivíduo nas unidades amostrais;

pseudoespécie 2 apresenta de 2 a 4 indivíduos; *pseudoespécie* 3 apresenta de 5 a 9 indivíduos; *pseudoespécie* 4, apresenta de 10 a 19 indivíduos; e *pseudoespécie* 5 apresenta 20 ou mais indivíduos. As análises foram realizadas no programa *Pc Ord for Windows*, versão 5.0 (MCCUNE e MEFFORD, 2006)

Os resultados oriundos das análises matemáticas foram confrontados com os conhecimentos obtidos em campo (*in loco*), com o intuito de comprovar a presença do agrupamento. Desta maneira, o número de subdivisões além de depender de valores de autovalores iguais ou superiores a 0,30, também dependeram do tamanho e das características dos conjuntos de dados que realmente apresentaram uma importância ecológica observada em campo (KENT e COKER, 1992).

2.2.3.2 Análise de correspondência canônica

Anterior à utilização da análise de correspondência canônica, as variáveis ambientais foram selecionadas previamente para que variáveis altamente correlacionadas não interferissem nas análises. Assim, foram selecionadas as 10 variáveis ambientais que apresentaram os maiores valores de associação através da matriz de correlação e os eixos principais.

Após a seleção das principais variáveis foi realizada a análise de correspondência canônica. A matriz principal foi constituída pelos valores de abundância das espécies nas respectivas unidades amostrais. Como as espécies raras são pouco representativas neste tipo de análise, foi necessário retirar as amostras que apresentaram valores de densidade inferior a 9 indivíduos, enquanto que as variáveis ambientais compuseram a segunda matriz de dados, que conforme descrito anteriormente passaram por uma seleção prévia para evitar problemas de multicolineariedade (auto-correlação entre si). Além disso, foi tomado o cuidado de não remover muitas variáveis para não provocar redução significativa nos autovalores finais.

Após a análise de correspondência canônica, foi aplicado o teste de permutação de Monte Carlo que, através de autovalores permite estabelecer relações entre variáveis ambientais e eixos de ordenação. A análise de correspondência canônica foi realizada com auxílio do *software Pc Ord for Windows*, versão 5.0 (MCCUNE E MEFFORD, 2006).

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1 Caracterização do nível piezométrico e umidade do solo

O nível do lençol freático teve variação entre as profundidades de solos aferidas. Em termos médios quanto maior a profundidade do solo maior era o volume de água segundo a leitura dos piezômetros. As unidades amostrais do transecto “A” (1, 6, 7, 8 e 9), apresentaram uma média anual de nível piezométrico de 60 cm distante da superfície do solo. O fato das unidades amostrais apresentarem alto nível de saturação hídrica devido estas serem margeadas por uma área de várzea, que neste caso apresentam as menores cotas e estão sujeitas aos maiores níveis de saturação hídrica.

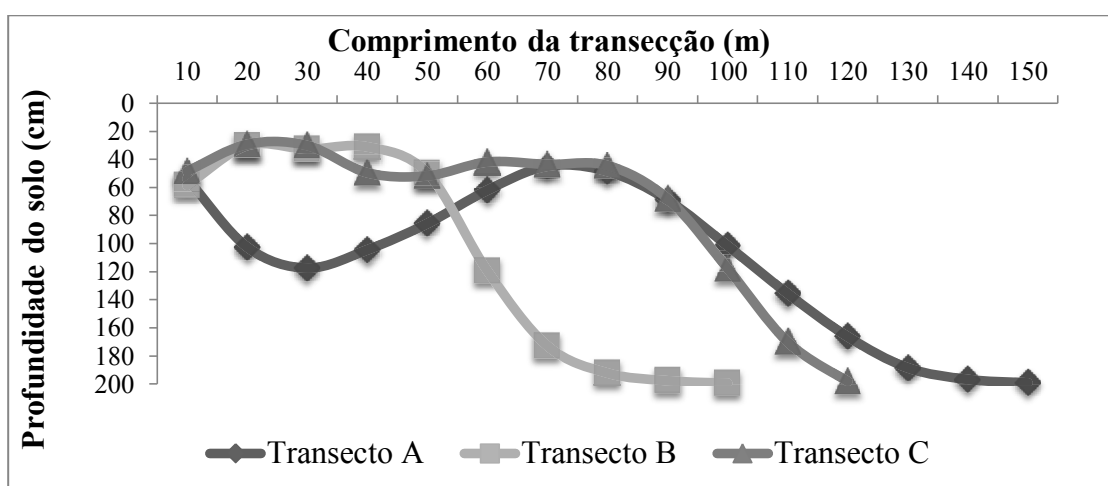


Figura 7. Média do nível piezométrico do período de Agosto de 2013 – julho de 2014 das unidades amostrais em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Aluvial no município de Guarapuava-PR.

Em relação aos transectos “B” e “C”, as quais foram alocadas em um gradiente hídrico perpendicular ao rio, constatou-se que as primeiras unidades amostrais (localizadas mais próximas do rio), apresentaram maior nível piezométrico. As unidades amostrais de 1 a 5 da transecção “B” obtiveram uma média anual do nível piezométrico em torno de 40 cm em relação à superfície do solo. A transecção “C”, por sua vez, apresentou uma média anual para as oito primeiras unidades amostrais (sentido rio-borda) em torno de 50 cm.

Em algumas unidades amostrais não apresentaram a mensuração do nível piezométrico, como por exemplo, as unidades amostrais mais afastadas do leito do rio da transecção “B” e “C”. Estas por estarem localizadas em cotas mais elevadas não foi

possível mensurar o lençol freático, que estava abaixo dos 2 metros de profundidade do solo. Poucos são os estudos na Floresta Ombrófila Mista Aluvial que exploraram a elevação do lençol freático por meio de medições piezométricas. No município de Araucária – PR, Barddal et al., (2004b) avaliaram o nível do lençol freático durante um período de 4 meses e com 120 cm de profundidade. A amplitude de variação da profundidade do lençol variou de 20 a 90 cm em relação ao nível do solo. Estes períodos curtos de análise não contemplam períodos chuvosos e secos.

A média anual de umidade do solo em algumas unidades amostrais apresentou valores próximos a 70 % de umidade na profundidade de 60 cm. Isto é comprovado nas unidades amostrais 6, 7 e 8 da transecção “A”, nas unidades amostrais 1, 2, 3 e 4 da transecção “B” e nas unidades amostrais de 2 á 8 da transecção “C”. Este dado surpreendeu visto que na profundidade de 100 cm, que teoricamente deveria apresentar maior valor por estar mais suscetível à ascensão do lençol freático, apresentou um valor máximo de 60 % de umidade. Provavelmente existe uma camada de impedimento entre 60 e 100 cm de profundidade que dificulta a entrada de água nas camadas mais profundas do solo (Figura 8).

A umidade, em cada unidade amostral, apresentou uma dinâmica de variação muito semelhante aos piezômetros. Os maiores valores de umidade foram registrados nas unidades amostrais próximas ao rio e os menores valores nas áreas de melhor drenagem próximas das bordas. Nas unidades amostrais com melhores condições de drenagem, a média anual da umidade do solo ficou em torno de 60 % para as três profundidades, enquanto que unidades amostrais situadas próximas ao rio o valor foi próximo a 70%. Quando se trata de análises de umidade, através de tensiômetros em estudos florestais, não foram encontrados trabalhos para estabelecer comparações. Entretanto, convém acrescentar que os valores de umidade encontrados podem ser considerados altos, visto que a média anual variou de 35 a 70 % de umidade.

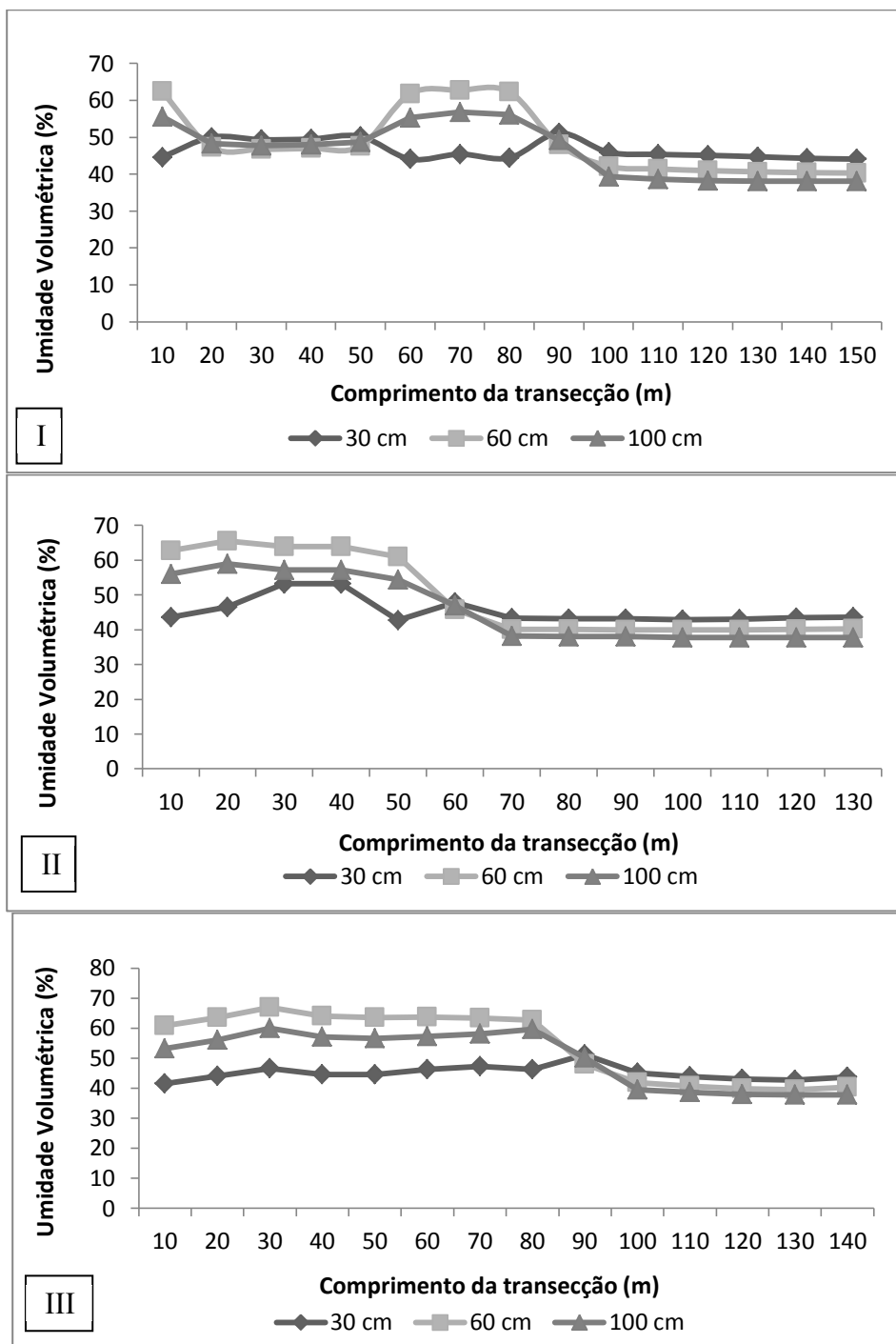


Figura 8. Valores de umidade mensurada através de tensiômetria nas profundidades 30, 60 e 100 cm. I: Transecção "A"; II: Transecção "B"; III: Transecção C.

A resistência a penetração do solo, que foi estimada através do penetrômetro, obteve uma variação de 0,295 a 1,09 MPa, nas 42 subunidades. Em termos médios a transecção "A" obteve a maior média com valor de 0,826 MPa, seguida da transecção "B" que obteve valor médio de 0,680 e a transecção "C" com valor de 0,623. Conforme a classificação de USDA (1993), os valores estão na classe intermediária baixa (0,1 – 1

MPa), o que indica pouca compactação do solos (Figura 9).

Valores elevados de resistência a penetração (RP) interferem nos atributos físicos do solo e podem prejudicar o desenvolvimento do sistema radicular de plantas (TORMENA e ROLOFF, 1996). Como os valores de resistência a penetração são considerados baixos este fator não pode ser considerado limitante nesta pesquisa para o desenvolvimento das árvores. As características físicas destes solos consequentemente apresentam boas condições de porosidade e densidade que contribuem para uma boa aeração e retenção de água no solo, conforme descrito anteriormente.

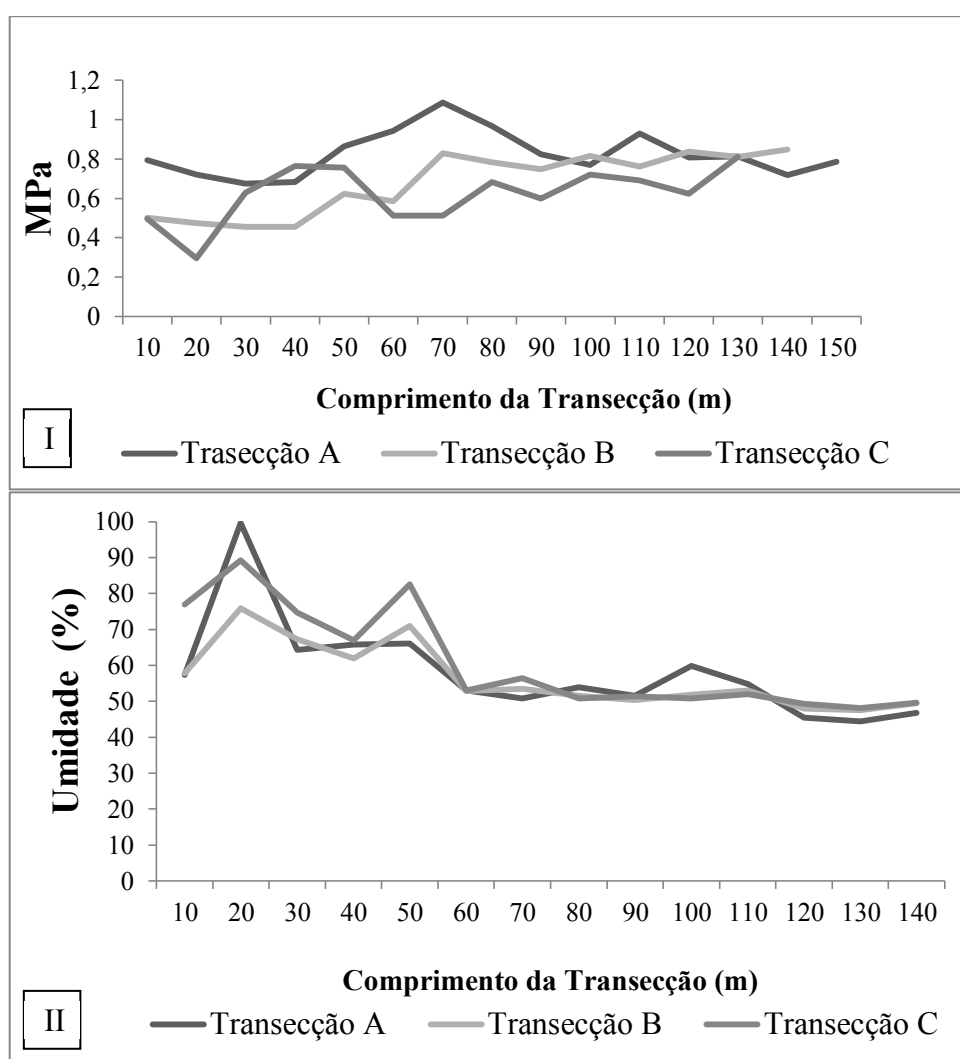


Figura 9. I: Valores de Resistência a penetração; II: Umidade do solo através de amostra deformadas.

Em um estudo realizado na mesma área a resistência a penetração variou de 0,176 a 1,172 MPa (RODRIGUES, 2012), que são valores nominais próximos aos

observados no presente estudo. Contudo o autor não realizou a análise da umidade do solo o que impede maiores comparações. Na Floresta Ombrófila Mista, em Sistema de Faxinal, a resistência a penetração variou de 0,1 a 2 Mpa. Isso indica um grau maior de compactação, que possivelmente foi influenciado pelo pisoteio animal, uma vez que em sistema de faxinal é comum haver pastoreio animal dentro da vegetação nativa (ALBUQUERQUE, 2009).

A resistência à penetração é um parâmetro que não deve ser analisado isoladamente, pois ela é altamente dependente do conteúdo de água. Essas pequenas alterações no conteúdo de água determinam grandes variações desta variável (SILVEIRA et al., 2010). Ela é inversamente proporcional à umidade gravimétrica (IMHOFF et al., 2010) e pode ser influenciada pelas características do solo como a densidade das partículas e a textura (CARDOSO et al., 2010).

2.3.2 Fitossociologia, diversidade, dominância e equabilidade

No inventário foram amostrados 904 indivíduos (DAP > 5 cm) nas três transecções (“A”, “B” e “C”). Observou-se a 21 famílias, 29 gêneros e 34 espécies. Dentre as famílias botânicas que apresentaram maior quantidade de indivíduos estão: Euphorbiaceae (44,55%), Sapindaceae (14,73%), Rosaceae (9,41%), Aquifoliaceae (6,44%), Salicaceae (4,83%), Rutaceae (4,58%), Oleaceae (2,72%), Lauraceae (2,35%) Bignoniaceae (2,23%) e Canellaceae (2,23%). Entretanto, as famílias que apresentaram as maiores quantidades de espécies foram: Myrtaceae (4), seguida por Lauraceae (3), Sapindaceae (3) e Bignoneaceae (3) as demais apresentaram número de espécies inferior a 2 indivíduos (Tabela 1).

Os dados levantados se assemelham muito com outros levantamentos florísticos realizados na Floresta Ombrófila Mista Aluvial. Geralmente, as famílias Sapindaceae, Euphorbiaceae, Myrtaceae e Lauraceae são frequentemente representadas e apresentam a família Myrtaceae como a de maior número de espécies (RODERJAN et al., 2002; BARDDAL et al., 2004b; LIMA et al., 2012 CARVALHO et al., 2014), assim como os dados encontrados na presente pesquisa.

Tabela 1. Relação das espécies, famílias e número de indivíduos amostrados em fragmento da Floresta Ombrófila Mista Aluvial no município de Guarapuava –PR.

.Família/Espécie	Nome Popular	N
Anacardiaceae		12
<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	Aroeira-branca	2
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	Aroeira vermelha	10
Aquifoliaceae		52
<i>Ilex dumosa</i> Reissek	Orelha-de-mico	22
<i>Ilex theezans</i> Mart. Ex Reissek	Caúna	30
Araucariaceae		2
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	Pinheiro do Paraná	2
Bignoniaceae		18
<i>Bignonia</i> sp.	Bignonia	8
<i>Cybistax antisyphilitica</i> (Mart.) Mart.	Ipê-verde	5
<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	Caroba	5
Canellaceae		21
<i>Cinnamodendron dinisii</i> Schwanke	Pimenteira	21
Celastraceae		1
<i>Maytenus aquifolia</i> Mart.	Espinheira-santa	1
Clethraceae		3
<i>Clethra scabra</i> Pers.	Carne-de-vaca	3
Dicksoniaceae		8
<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook	Xaxim	8
Erythroxylaceae		1
<i>Erythroxylum deciduum</i> A. St.-Hil.	Marmeleiro	1
Euphorbiaceae		395
<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax	Leiteiro	3
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs	Branquilha	392
Fabaceae		2
<i>Mimosa scabrella</i> Benth	Bracatinga	2
Lamiaceae		14
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	Tarumã	14
Lauraceae		21
<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	Canela-pimenta	2
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	Canela-guaicá	18
<i>Ocotea pulchella</i> (Nees & Mart.) Mez	Canela-lageana	1
Malvaceae		3
<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.	Açoita-cavalo	3
Myrtaceae		4
<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O.Berg.	Sete-capote	1
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O.Berg	Guabiroba	1
<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess	Uvaia	1
<i>Eugenia uniflora</i> L.	Pitanga	1
Oleaceae		25
<i>Ligustrum lucidum</i> W. T. Aiton	Alfeneiro	25
Rosaceae		84
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	Pessegueiro-bravo	84
Rutaceae		40
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Mamica-de-cadela	40
Salicaceae		42
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	Guaçatunga	32
<i>Xylosma pseudosalzmanii</i> Sleumer	Sucará	10
Sapindaceae		126

Continua...

		Continua...
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk.)	Vacum	24
<i>Cupania vernalis</i> Cambess	Cuvatã	1
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk	Miguel-pintado	101
Solacaceae		3
<i>Solanum</i> sp.	Solanum	3
Mortas	-	27
Total Geral		904

Onde: N= número de indivíduos.

Dentre as espécies as que apresentaram as maiores quantidade de indivíduos estão: *Sebastiania commersoniana* (392), *Matayba elaeagnoides* (101), *Prunus myrtifolia* (84), *Zanthoxylum rhoifolium* (40), *Casearia decandra* (32), *Ilex theezans* (30), *Ligustrum lucidum* (25), *Allophylus edulis* (24), *Ilex dumosa* (22) e *Cinnamodendron dinisii* (21). A ampla hegemonia na quantidade de número de indivíduos de *S. commersoniana* frequentemente é registrada nas pesquisas em Floresta Ombrófila Mista Aluvial (PASDIORA, 2003; BARDDAL et al., 2004a e 2004b; GRAF NETO, 2011; RODRIGUES, 2012; LIMA et al., 2012; MACHADO et al., 2013; CARVALHO et al., 2014).

Em menores quantidades, as demais espécies, também foram registras na Floresta Ombrófila Mista Aluvial, como por exemplo: *M. elaeagnoides* (CORDEIRO et al., 2011; IURK et al., 2009; MACHADO et al., 2013; SILVA et al., 2013; GUIDINI et al., 2014), *P. myrtifolia* (BARDDAL et al., 2004b; CARVALHO et al., 2009; SILVA et al., 2013). *Z. rhoifolium* na grande maioria dos inventários foi encontrado em fragmentos que não são de características aluviais (VALÉRIO et al., 2008; WATZLAWICK et al., 2011). Dentre as outras espécies, *Allophylus edulis* merece destaque, pois frequentemente é encontrada nos levantamentos florísticos na Floresta Ombrófila Mista Aluvial (BARDDAL et al., 2004a e 2004b; GRAF NETO, 2011; RODRIGUES, 2012; LIMA et al., 2012; MACHADO et al., 2013; CARVALHO et al., 2014).

2.3.3 Análise de agrupamento – TWINSPAN

A partir dos dados de abundância de cada espécie na respectiva unidades amostras, foi aplicada a técnica multivariada de agrupamento (TWINSPAN). Este procedimento possibilitou verificar o padrão de distribuição das espécies em função do gradiente hídrico e, ainda, identificar quais espécies são preferencias ou indicadores de determinados ambientes.

O método TWINSpan dividiu o fragmento em quatro agrupamentos. A primeira divisão apresentou autovalor de 0,4197. Como este valor é superior a 0,30, aceita-se esta divisão, então os dois agrupamentos formados novamente são divididos. Esses resultados embora não tenham definido nenhum agrupamento, separou as unidades amostrais em função de características distintas. O lado esquerdo da divisão foi representado pelas unidades amostrais da transecção “A” juntamente com as unidades amostrais mais próximas a borda do fragmento das transecções “B” e “C”. Enquanto o lado direito foi representado somente pelas unidades amostrais altamente influenciadas pela saturação hídrica do solo.

As unidades amostrais localizadas em condições de melhor drenagem apresentaram como espécies indicadoras *Matayba elaeagnoides*, *Casearia decandra*, *Prunus myrtifolia*, *Ilex theezans*, *Ocotea puberula*, *Cinnamodendron dinisii*, *Ilex dumosa* e *Schinus terebinthifolia*. Estas espécies que ocorrem em solos com boas condições de drenagem. As unidades amostrais altamente influenciáveis pela dinâmica da água apresentaram *Sebastiania commersoniana*, *Ligustrum lucidum* e *Allophylus edulis*, as quais geralmente ocorrem em solos úmidos ao longo de deflúvios (REITZ et al., 1983).

Os quatro agrupamentos foram formados pela segunda e terceira divisões com autovalores de 0,3164 e 0,3157, respectivamente. A segunda divisão deu origem aos dois primeiros agrupamentos. O primeiro agrupamento foi constituído por unidades amostrais localizadas nas parcelas mais altas e com melhores condições de drenagem de solo. As unidades amostrais, deste agrupamento, apresentaram uma média piezométrica de 175 cm, com a menor saturação hídrica, quando comparado com os demais agrupamentos. Este grupo apresentou como espécies indicadoras *Matayba elaeagnoides* e *Dicksonia sellowiana*. Em relação as espécies preferenciais, verificou-se que apenas a espécie *Bignonia sp.*, e árvores mortas apresentam preferência pelo o agrupamento 1. *M. elaeagnoides* possui sua ocorrência habitual em florestas de solos bem drenados como a Floresta Ombrófila Mista (DURIGAN, 1999), o que justifica sua ocorrência em solos com maior capacidade de drenagem. Já *D. sellowiana*, popularmente conhecido como Xaxim, têm sua ocorrência registrada em estruturas conservadas, com sombreamento e umidade, em área de baixadas e úmidas (MANTOVANI, 2004). Características típicas das áreas em que a espécie foi encontrada no presente estudo. *D. sellowiana* foi registrada nas áreas de baixadas próximas as várzeas com boa capacidade de drenagem dos solos (Figura 10).

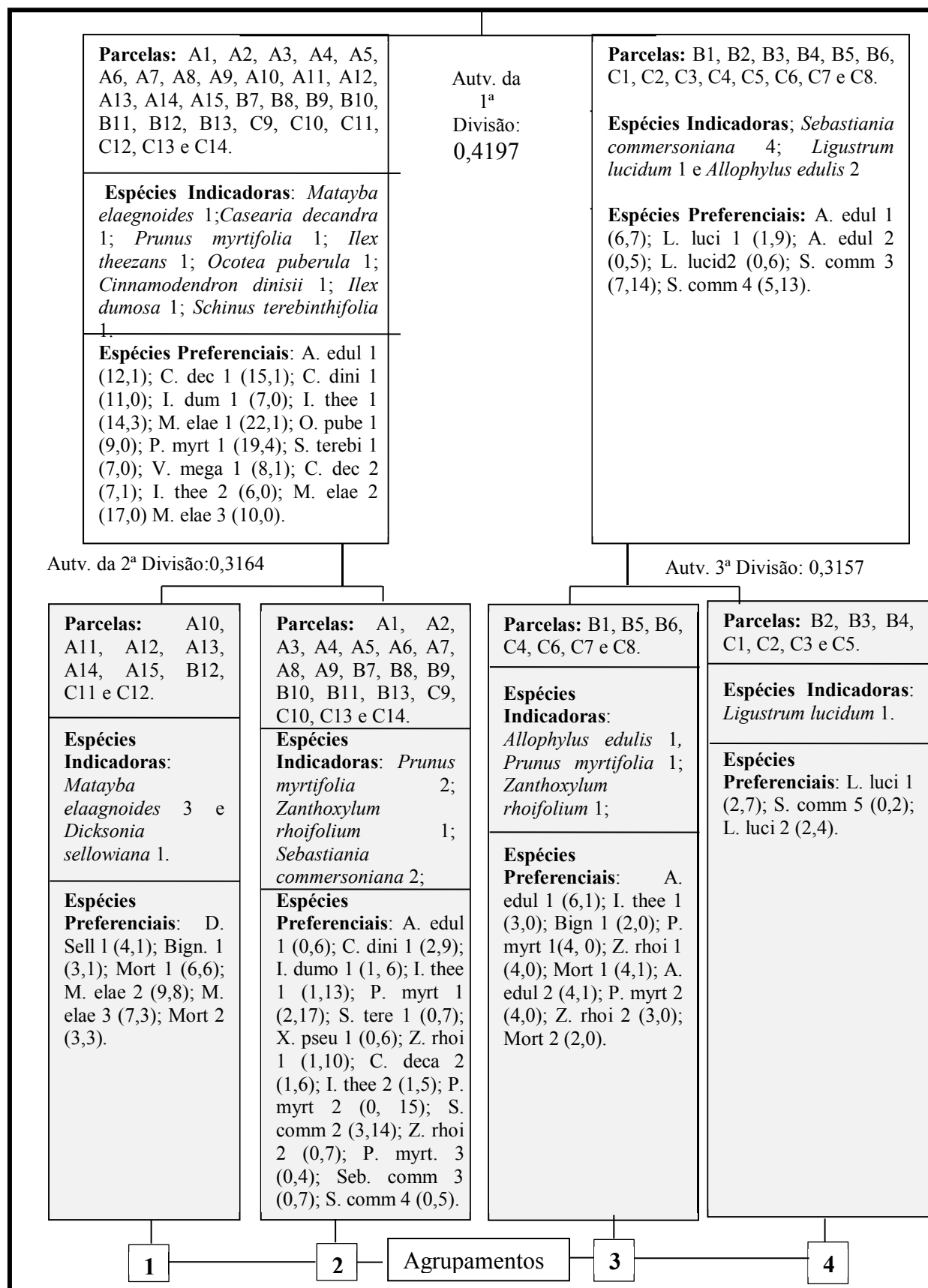


Figura 10. Disposição das espécies nas unidades amostrais através da técnica TWINSpan em fragmento de Floresta Ombrófila Mista Aluvial, no município de

Guarapuava-PR.

Observações: O número depois da abreviatura se refere à pseudoespécie (nível de corte). O número entre parênteses se refere às parcelas onde estão contidas as pseudoespécies.

O agrupamento 2 foi constituído por parcelas com solos moderadamente drenados e com características intermediária das demais grupos, que apresentou as maiores quantidades de espécies. Este agrupamento apresentou as seguintes espécies indicadoras: *Sebastiania commersoniana*, *Prunus myrtifolia* e *Zanthoxylum rhoifolium*. Este agrupamento também apresentou o maior número de espécies preferenciais, entre as quais destacam: *Allophylus edulis*, *Ilex dumosa*, *Cinnamodendron dinisi*, *Ilex theezans*, *Schinus terebinthifolia*, *Xylosma pseudosalzmanii*, *Casearia decandra*, *Sebastiania commersoniana*.

O agrupamento 2 apresentou uma média piezométrica de 140 cm, com o lençol freático mais próximo a superfície do solo. Esta condição hídrica apresentou mais propícia ao desenvolvimento das espécies, uma vez que apresentou uma maior diversidade. Com o aumento da umidade já houve uma maior ocorrência de *S. commersoniana*, seguida de *P. myrtifolia* e *Z. rhoifolium*. *S. commersoniana* é descrita como pioneira e higrófita (REITZ et al., 1983) e, enquanto *P. myrtifolia* que é uma espécie, em termos de sucessão, secundária inicial e tardia (HIGUCHI et al., 2006), ocorre em áreas com inundação temporária (MARTINS, 2007) e *Z. rhoifolium* espécies heliófita, xerófita até mesófila, ocorre em regiões de clareiras e em estágios de sucessão secundária, em solos de rápida drenagem (LORENZI, 2008), estas informações corroboram que as unidades amostrais do agrupamento 2, que possuem características de rápida drenagem, podem permitir melhores condições de desenvolvimento para as espécies.

A terceira divisão deu origem ao agrupamento 3 e 4, que são totalmente opostos dos agrupamento 1 e 2 em termos de drenagem. Os solos das parcelas destes agrupamentos apresentam dificuldade de drenagem, pois são localizados nas partes mais baixas e com maiores índices de umidade do solo. O agrupamento 3 apresentou como espécies indicadoras: *Prunus myrtifolia*, *Zanthoxylum rhoifolium* e *Allophylus edulis*. Isto evidencia a plasticidade de desenvolvimento de *P. myrtifolia* e *Z. rhoifolium* em solos com uma menor drenagem. De acordo com Reitz (1980) estas espécies ocorrem em solos aluviais às margens de rios ou e em áreas levemente drenadas (MARTINS, 2007), como é o caso das unidades amostrais deste agrupamento. Entre as espécies

preferencias do agrupamento 3 estão: *Bignonia sp*, *Sebastiania commersoniana* e árvores mortas.

O agrupamento 4 apresentou como espécies indicadora *Ligustrum lucidum* e como preferencial somente *Sebastiania commersoniana*. A presença exclusiva das duas espécies é sem dúvida, devido às condições adversas da saturação hídrica. A ocorrência de *L. lucidum*, especialmente na área de estudo, é devida a disseminação de sementes através de águas pluviais por indivíduos da espécie que foram abundantemente inseridos de forma inadequada na arborização urbana do município de Guarapuava –PR. Quando ocorrem precipitações elevadas o arroio Carro Quebrado, que margeia a área acaba extravasando, e as sementes que são carregadas pelas águas pluviais, são disseminadas na área de estudo. Já *S. commersoniana* é características de ambientes aluviais com elevada saturação hídrica, especialmente na Floresta Ombrófila Mista Aluvial (KLEIN e HATSCHBACH, 1962; REITZ, 1965) em função das características de adaptação que permitem o seu desenvolvimento nestes ambientes (KOLB et al., 1998), assim na podem compor população praticamente puras ao longo dos rios da Floresta Ombrófila Mista Aluvial (RODERJAN et al., 2002).

A metodologia multivariada de agrupamento (TWINSPAN) apresenta uma elevada sensibilidade para formação de agrupamentos conforme constatado. Além disso, é frequentemente utilizada para classificações de vegetação. No município de Cachoeira do Sul – RS, em fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Aluvial, o método mostrou-se muito eficiente e teve a sensibilidade de separar as unidades em função de uma variação longitudinal e transversal em relação ao rio (ARAÚJO et al., 2004).

Em outro estudo no município de São Francisco de Paula – RS, em fragmento de Floresta Ombrófila Mista, através do TWINSPAN foi possível determinar agrupamentos. O método dividiu o fragmento florestal também em três grupos. O primeiro grupo formado foi com associação *Araucaria*, em parcelas mais altas com boas condições de drenagem. O segundo grupo foi associação *Podocarpus* em parcelas intermediárias aos outros dois grupos e o terceiro foi formado pela associação *Sebastiania* em parcelas com maior influência hídrica (RIBEIRO et al., 2007).

Com o intuito de facilitar o entendimento da disposição dos grupos, foi feito um desenho demonstrativo de como ficou o arranjo das parcelas em funções dos agrupamentos. É evidente que os grupos formados estão diretamente relacionados às condições de disponibilidade de água no solo. O agrupamento 4 está localizado em

subunidades que apresentaram solos permanentemente saturados, enquanto que ao agrupamento 3 foi compostos por parcelas próximas às condições de elevada saturação hídrica. Já o agrupamento 1 foi localizados em áreas bem drenadas. E o agrupamento 2 foi localizado em condições intermediárias aos demais grupos (Figura 11). A existência dos quatro agrupamentos foi confirmada em campo pelas respectivas estruturas e composição florística o que caracteriza diferentes condições em função da saturação hídrica.

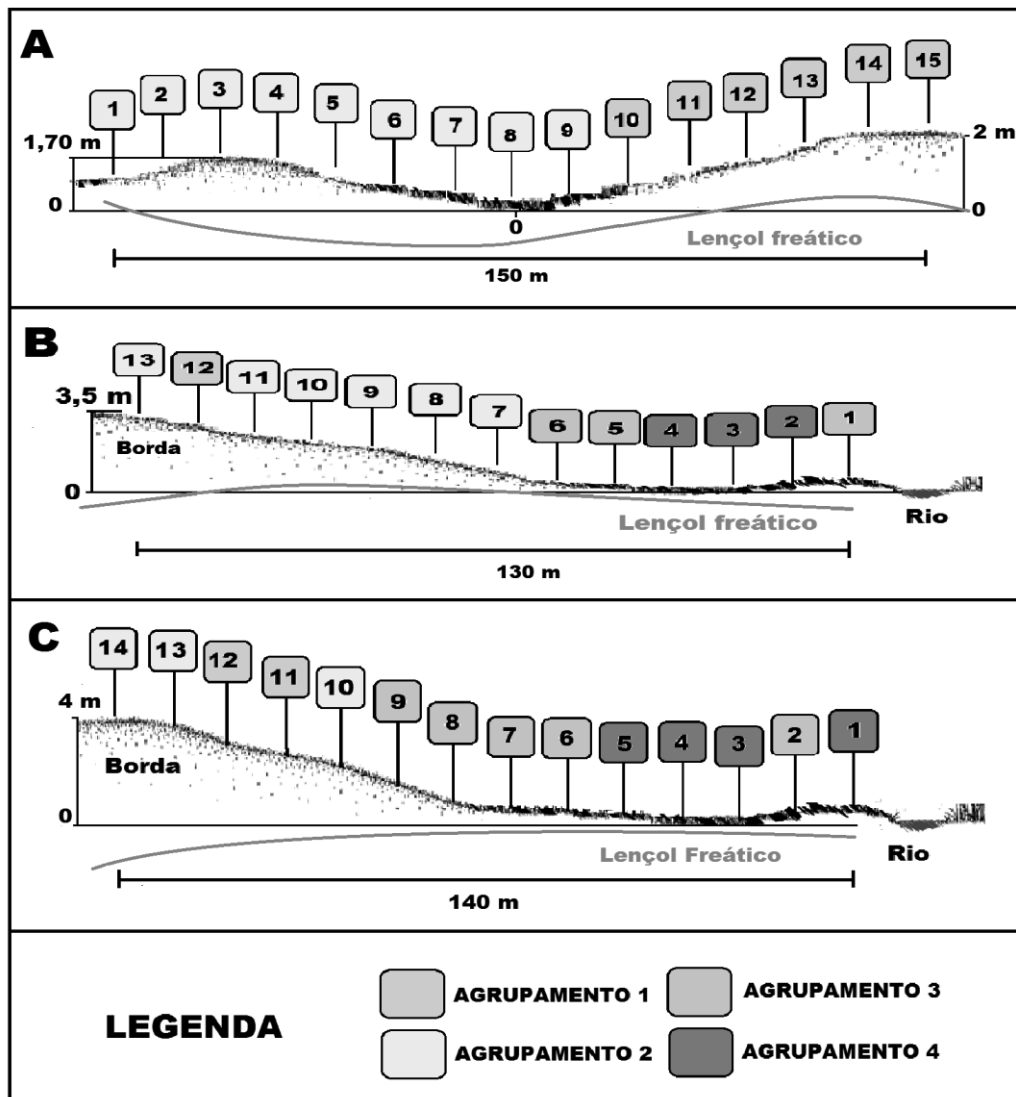


Figura 11. Perfil da distribuição dos agrupamentos e topografia do gradiente hídrico em fragmento de Floresta Ombrófila Mista Aluvial no município de Guarapuava-PR.

Sebastiania commersoniana se mostrou a espécie mais importante do agrupamento 2, 3 e 4. Entretanto, no agrupamento 2, ela apresentou uma distribuição mais equitativa em relação as demais espécies com um valor de importância de 21,81%.

Ao contrário do que acontece nos agrupamentos 3 e 4, onde a espécie dobra o seu valor de importância para o agrupamento 3 (47,88%) e triplica para a agrupamento 4 (65,92). Ao analisar a média anual dos níveis piezométricos dos agrupamentos, a partir do aumento dos níveis piezométricos a espécie apresenta características de dominância nos ambientes com maior saturação hídrica (Tabela 2).

No agrupamento 3 e 4, *Sebastiania commersoniana* apresentou ampla hegemonia em função das condições elevadas de saturação hídrica do solo. As unidades amostrais destes dois agrupamentos sofrem maior influência da elevação do lençol freático que acaba selecionando espécies que possuem adaptações específicas para o desenvolvimento. Segundo Reitz (1965) é comum a espécie ser a mais característica nas planícies aluviais e pode compor 60 a 80% da vegetação arbórea dessa formação. Cabe destacar que diversas pesquisas evidenciam que *S. commersoniana* como a espécie mais característica deste tipo de vegetação com elevada saturação hídrica para a Floresta Ombrófila Mista (KLEIN e HATSCHBACH, 1962; OLIVEIRA, 2001; PASDIORA, 2003; BARDDAL et al., 2004a e b; CARVALHO et al., 2009; LIMA et al., 2012).

Em relação à abundância e à dominância da floresta entre os agrupamentos, nota-se que do agrupamento 1 para o 4, há um aumento nos dois índices. A maior quantidade de indivíduos (2615,8 ind/ha) e maior dominância (42,69 m²/ha) é registrada no agrupamento 4; enquanto que a menor quantidade de indivíduos (1333,2 ind/ha) e de dominância (21 m²/ha) é registrada no agrupamento 1. O mesmo acontece com a média de nível piezométrico para as unidades amostrais que também aumentam do primeiro para o segundo agrupamento.

Este mesmo padrão de aumento é observado para os índices fitossociológicos de *Sebastiania commersoniana*, que aumentam com a elevação do nível piezométrico. Assim, podemos considerar que os maiores valores de área basal, nas unidades amostrais com maior influência hídrica, estão diretamente reacionadas a maior quantidade de indivíduos de *S. commersoniana*, principalmente porque a espécie apresenta plasticidade em colonizar estes ambientes sobre alta influência hídrica (REITZ et al., 1983; RODERJAN et al., 2002), e ainda apresenta grande número de bifurcações, que aumenta a ocupação em termos de área basal. Este padrão de aumento dos índices fitossociológicos de *S. commersoniana* com a elevação dos níveis hídricos, também foi registrado em Araucária – PR na mesma tipologia florestal, considerando o mesmo DAP de inclusão (BARDDAL et al., 2004b).

Tabela 2. Parâmetros Fitossociológicos amostrados em fragmento da Floresta Ombrófila Mista Aluvial, no município de Guarapuava –PR.

ESPÉCIES	N	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VI	VC
<i>Matayba elaeagnoides</i>	58	644,44	48,3	100	18	11,57	56,92	41,09	52,63
<i>Dicksonia sellowiana</i>	5	55,6	4,17	44,44	8	2,76	13,59	8,60	8,88
<i>Sebastiania commersoniana</i>	12	133,3	10	66,67	12	0,69	3,37	7,80	6,69
<i>Ocotea puberula</i>	5	55,6	4,17	33,33	6	1,87	9,19	6,45	6,63
Morta	8	88,9	6,67	44,44	8	0,41	2,03	5,57	4,35
<i>Casearia decandra</i>	5	55,6	4,17	44,44	8	0,21	1,04	4,40	2,61
<i>Prunus myrtifolia</i>	4	44,4	3,33	44,44	8	0,37	1,81	4,38	2,57
<i>Cinnamodendron dinisi</i>	5	55,6	4,17	22,22	4	0,68	3,35	3,84	3,76
<i>Ligustrum lucidum</i>	3	33,3	2,5	33,33	6	0,25	1,24	3,25	1,87
<i>Vitex megapotamica</i>	4	44,4	3,33	22,22	4	0,4	1,97	3,10	2,65
<i>Bignonia</i> sp	3	33,3	2,5	33,33	6	0,16	0,79	3,10	1,65
<i>Cybistax antisyphilitica</i>	2	22,2	1,67	11,11	2	0,4	1,98	1,88	1,82
<i>Ilex theezans</i>	2	22,2	1,67	11,11	2	0,8	0,41	1,36	1,04
<i>Solanum</i> sp.	1	11,1	0,83	11,11	2	0,15	0,73	1,19	0,78
<i>Ilex dumosa</i>	1	11,1	0,83	11,11	2	0,14	0,68	1,17	0,76
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	1	11,1	0,83	11,11	2	0,11	0,56	1,13	0,70
<i>Sapium glandulatum</i>	1	11,1	0,83	11,11	2	0,06	0,32	1,05	0,58
Total Agrupamento 1	120	1333,2	100,0	555,5	100	21,0	100	100	100
ESPÉCIES	N	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VI	VC
<i>Sebastiania commersoniana</i>	126	663,2	29,1	100	11,73	5,73	24,61	21,81	26,86
<i>Prunus myrtifolia</i>	67	352,6	15,47	89,47	10,49	2,49	10,68	12,21	13,08
<i>Matayba elaeagnoides</i>	41	215,8	9,47	68,42	8,02	2,87	12,34	9,94	10,91
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	26	136,8	6	52,63	6,17	1,86	7,99	6,72	7,00
<i>Ocotea puberula</i>	13	68,4	3	36,84	4,32	2,17	9,3	5,54	6,15
<i>Ilex theezans</i>	25	131,6	5,77	68,42	8,02	0,49	2,1	5,30	3,94
<i>Casearia decandra</i>	24	126,3	5,54	57,89	6,79	0,58	2,48	4,94	4,01
<i>Cinnamodendron dinisii</i>	16	84,2	3,7	47,37	5,56	1,06	4,56	4,60	4,13
<i>Ilex dumosa</i>	21	110,5	4,85	31,58	3,7	0,52	2,25	3,60	3,55
<i>Jacaranda micrantha</i>	5	26,3	1,15	15,79	1,85	1,39	5,95	2,98	3,55
<i>Vitex megapotamica</i>	9	47,4	2,08	36,84	4,32	0,34	1,45	2,61	1,76
<i>Schinus terebinthifolia</i>	10	52,6	2,31	36,84	4,32	0,24	1,05	2,56	1,68
<i>Xylosma pseudosalzmanii</i>	8	42,1	1,85	31,58	3,7	0,32	1,36	2,30	1,60
Morta	11	57,9	2,54	23,32	3,09	0,26	1,13	2,25	1,84
<i>Allophylus edulis</i>	6	31,6	10,39	31,58	3,7	0,13	0,56	1,88	0,98
<i>Solanum</i> sp.	2	10,5	0,46	10,53	1,23	0,75	3,21	1,63	1,84
<i>Araucaria angustifolia</i>	1	5,3	0,23	5,26	0,62	0,76	3,26	1,37	1,75
<i>Luehea divaricata</i>	3	15,8	0,69	15,79	1,85	0,23	1	1,18	0,85
<i>Clethra scabra</i>	3	15,8	0,69	10,53	1,23	0,22	0,93	0,95	0,81
<i>Sapium glandulatum</i>	2	10,5	0,46	10,53	1,23	0,16	0,67	0,79	0,57
<i>Lithraea molleoides</i>	2	10,5	0,46	10,53	1,23	0,14	0,6	0,76	0,53

Continua...

Continua...

<i>Ocotea pulchella</i>	1	5,3	0,23	5,26	0,62	0,15	0,64	0,49	0,44
<i>Erythroxylum deciduum</i>	1	5,3	0,23	5,26	0,62	0,12	0,53	0,46	0,38
<i>Dicksonia sellowiana</i>	1	5,3	0,23	5,26	0,62	0,12	0,52	0,46	0,38
<i>Ocotea diospyrifolia</i>	2	10,5	0,46	5,26	0,62	0,004	0,18	0,42	0,32
<i>Maytenus aquifolia</i>	1	5,3	0,23	5,26	0,62	0,05	0,22	0,36	0,23
<i>Campomanesia guazumifolia</i>	1	5,3	0,23	5,26	0,62	0,03	0,15	0,33	0,19
<i>Bignonia</i> sp	1	5,3	0,23	5,26	0,62	0,02	0,08	0,31	0,16
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	1	5,3	0,23	5,26	0,62	0,02	0,07	0,31	0,15
<i>Eugenia uniflora</i>	1	5,3	0,23	5,26	0,62	0,01	0,06	0,30	0,15
<i>Ligustrum lucidum</i>	1	5,3	0,23	5,26	0,62	0,01	0,05	0,30	0,14
<i>Cupania vernalis</i>	1	5,3	0,23	5,26	0,62	0,01	0,05	0,30	0,14
Total Agrupamento 2	433	2279,2	109	849,6	100	23,254	100	100	100
ESPÉCIES	N	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VI	VC
<i>Sebastiania commersoniana</i>	103	1471,4	60,59	100	18,42	21,03	64,63	47,88	62,61
<i>Prunus myrtifolia</i>	13	185,7	7,65	57,14	10,53	3,33	10,02	9,47	8,94
<i>Allophylus edulis</i>	14	200	8,24	85,71	15,79	0,96	2,96	9,00	5,60
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	12	171,4	7,06	57,14	10,53	2,6	7,98	8,52	7,52
Morta	7	100	4,12	57,14	10,53	0,77	2,36	5,67	3,24
<i>Ligustrum lucidum</i>	5	71,4	2,94	28,527	5,26	2,13	6,56	4,92	4,75
<i>Ilex theezans</i>	3	42,9	1,76	42,86	7,89	0,13	0,39	3,35	1,08
<i>Bignonia</i> sp	4	57,1	2,35	28,57	5,26	0,17	0,53	2,72	1,45
<i>Dicksonia sellowiana</i>	2	28,6	1,18	14,29	2,63	0,54	1,67	1,82	1,42
<i>Mimosa scabrella</i>	2	28,6	1,18	14,29	2,63	0,24	0,75	1,52	0,97
<i>Matayba elaeagnoides</i>	2	28,6	1,18	14,29	2,63	0,09	0,27	1,36	0,73
<i>Vitex megapotamica</i>	1	14,3	0,59	14,29	2,63	0,24	0,74	1,32	0,67
<i>Eugenia pyriformis</i>	1	14,3	0,59	14,29	2,63	0,23	0,69	1,30	0,64
<i>Xylosma pseudosalzmanii</i>	1	14,3	0,59	14,29	2,63	0,08	0,24	1,15	0,41
Total Agrupamento 3	170	2428,6	100	542,83	100	32,54	100	100	100
ESPÉCIES	N	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VI	VC
<i>Sebastiania commersoniana</i>	151	2187,1	83,43	100	33,33	34,57	80,99	65,92	82,21
<i>Ligustrum lucidum</i>	16	228,6	8,84	100	33,33	4,4	10,31	17,49	9,575
<i>Araucaria angustifolia</i>	1	14,3	0,55	14,29	4,76	1,83	4,28	3,20	2,42
<i>Cybistax antisiphilitica</i>	3	42,9	1,66	14,29	4,76	1,31	3,08	3,16	2,365
<i>Allophylus edulis</i>	4	57,1	2,21	14,29	4,76	0,13	0,31	2,43	1,26
<i>Casearia decandra</i>	3	42,9	1,66	14,29	4,76	0,15	0,35	2,26	1,005
<i>Xylosma pseudosalzmanii</i>	1	14,3	0,55	14,29	4,76	0,16	0,36	1,89	0,46
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	1	14,3	0,55	14,29	4,76	0,07	0,16	1,83	0,355
Morta	1	14,3	0,55	14,29	4,76	0,07	0,15	1,82	0,355
Total Agrupamento 4	181	2615,8	100	300,03	100	42,69	100	100	100

Onde: N= número de indivíduos (unidade); DA= densidade absoluta (ind./há); DR= densidade relativa (%); FA= frequência absoluta (%); FR= frequência relativa (%); Doa= dominância absoluta (m².ha⁻¹); DoR= dominância relativa (%); VI= valor de importância; VC= valor de cobertura.

Matayba elaeagnoides apresenta um padrão de distribuição diferente de *S. commersoniana*, com relação ao aumento dos níveis piezométricos. Os índices da

espécie tende a diminuir, o que permite concluir que a mesma é extremamente restritiva aos ambientes com elevada saturação hídrica, tendo preferência por solos bem drenados. Em inventários da Floresta Ombrófila Mista, onde os solos comumente apresentam boa capacidade de drenagem, a espécie é frequentemente registrada (IURK et al., 2009; MACHADO et al., 2013; SILVA et al., 2013; GUIDINI et al., 2014).

A espécie exótica, *Ligustrum lucidum*, apresentou o segundo maior valor de importância para o agrupamento 4 (17,49 %) é considerada uma espécie exótica invasora no estado do Paraná (KRANZ, 2004; IAP, 2007). Na Floresta Ombrófila Mista Aluvial, especialmente na área de estudo, esta ocorrência é devida a disseminação de sementes através de águas pluviais por indivíduos da espécie que foram abundantemente inseridos de forma inadequada na arborização urbana do município de Guarapuava –PR.

Ainda, em diversos inventários florestais da Floresta Ombrófila Mista, já foi registrado a ocorrência de espécies do gênero *Ligustrum* (BARDDAL et al., 2004b; CORDEIRO e RODRIGUES, 2007; CARVALHO et al., 2009; CORDEIRO et al., 2011; KANIESKI et al., 2012; RODRIGUES, 2012; MACHADO et al., 2013; CARVALHO et al., 2014; GUIDINI et al., 2014; CORDEIRO et al., 2014). Devido à expressiva quantidade de trabalhos que mostram a ocorrência da espécie, é possível considerar que a espécie pode causar problemas ecológicos para a Floresta Ombrófila Mista Aluvial. O crescimento acelerado (ARAGÓN e GROOM, 2003), a dispersão pelas aves (MONTALDO, 1993) e a capacidade de desenvolvimento em ambientes sombreados (ARAGÓN e GROOM, 2003) são os principais fatores que facilitam a colonização e a invasão de *L. lucidum* em fragmentos florestais.

Prunus myrtifolia, *Zanthoxylum rhoifolium* e *Allophylus edulis* apresentaram os melhores índices fitossociológicas em áreas intermediárias de drenagem (não muito alagadas e não muito drenadas). Esse fenômeno parece permitir o melhor desenvolvimento para as espécies da Floresta Ombrófila Mista Aluvial. Um dado importante é que somente *M. elaeagnoides* e *D. sellowiana* apresentaram as maiores densidade em solos bem drenados (Grupo 1). Quase todas as espécies apresentam os maiores valores de densidade no agrupamento 2. Neste caso, a média piezométrica anual para o agrupamento 2 (melhores índices fitossociológicos) foi de 140 cm da superfície do solo.

Em estudos fitossociológicos, na Floresta Ombrófila Mista Aluvial e com DAP \geq 5 cm, diversos são valores encontrados de densidade e área basal. No município de

Araucária - PR, os valores encontrados para a área basal foi de $42,64 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$ e para a densidade de 2553 indha^{-1} . *S. commersoniana* foi a espécie mais importante do inventário (BARDDAL et al., 2004b). Estes dados se assemelham aos encontrados para o agrupamento 4. No município de São José dos Pinhais - PR, a área basal foi de $26,61 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$ com densidade de 2460 ind.ha^{-1} para *Myrsine umbellata* Mart., (SEGER et al., 2005). Estes dados são muito semelhantes aos encontrados para o agrupamento 2. No município de Guarapuava – PR, a densidade foi de $1586,36 \text{ indha}^{-1}$ e área basal de $38,48 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$, para *S. commersoniana* como espécies mais importantes (LIMA et al., 2012). Os dados de densidade se equivalem aos encontrados para o grupo 1 e a área basal está entre os valores encontrados para o agrupamento 3 e 4.

O agrupamento 2 apresentou o maior valor de diversidade de Shannon ($2,51 \text{ nats.ind}^{-1}$) seguido do agrupamento 1 ($1,99 \text{ nats.ind}^{-1}$), do agrupamento 3 ($1,54 \text{ nats.ind}^{-1}$) e do agrupamento 4 ($0,70 \text{ nats/ind}^{-1}$). A equabilidade apresentou o mesmo padrão de distribuição da diversidade com a diminuição da equabilidade dos primeiros agrupamentos para os últimos. Ao contrário da diversidade e da equabilidade a dominância aumentou do agrupamento 1 e 2 para o agrupamento 3 e 4. As unidades amostrais do agrupamento 2 parecem fornecer melhores condições de desenvolvimentos para as espécies, visto que apresentou o maior diversidade, menor dominância e melhor distribuição entre as espécies (Figura 12).

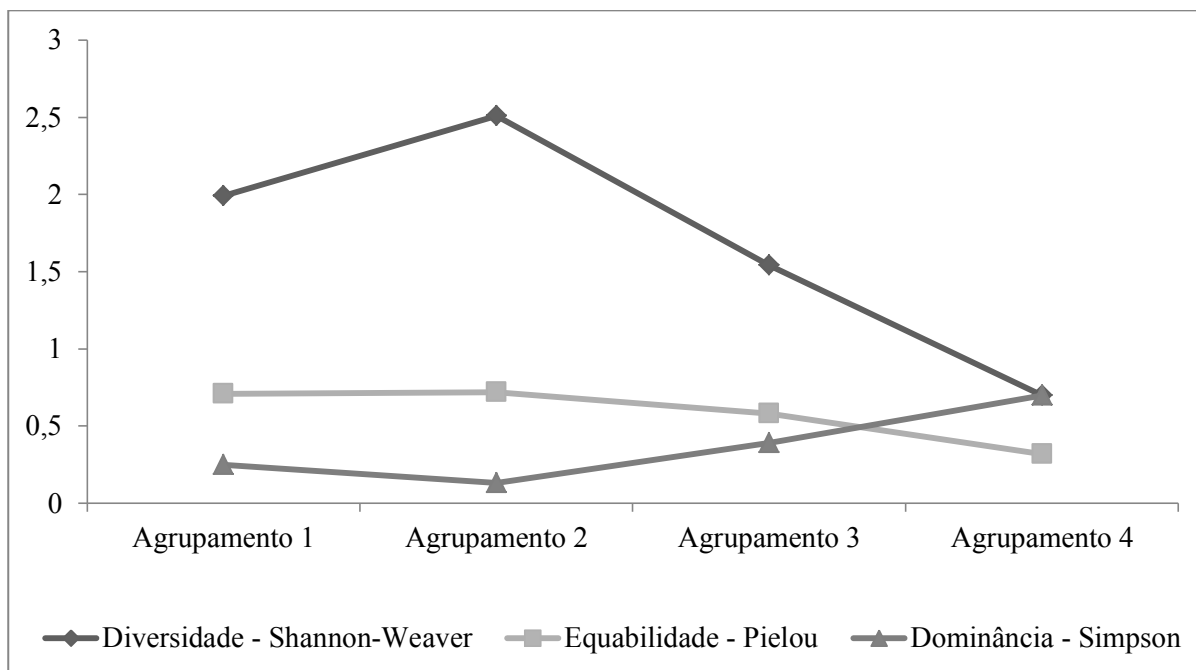


Figura 12. Comparação do nível freático com as variáveis da vegetação: Shannon-Weaver, equabilidade de Pielou e dominância de Simpson.

Quando os solos apresentam melhores condições de drenagem (Agrupamento 1), há uma leve diminuição da diversidade e aumento da equabilidade e da dominância. Quando o nível piezométrico aumenta, a diversidade e a equabilidade diminuem drasticamente e a dominância, por sua vez, aumenta consideravelmente (Grupo 3 e 4). Estes dados provavelmente são explicados pela dinâmica da água na área de estudo. Em locais com maior saturação hídrica existe um menor número de espécies, enquanto que em locais de boa drenagem há um maior número de espécies. A saturação hídrica do solo em excesso permite o desenvolvimento de espécies adaptadas a estes ambientes.

O índice de equabilidade de Pielou (J) resultou em um valor relativamente baixo para unidades amostrais com maior saturação hídrica (Grupo 3 e 4) e se assemelharam com os valores encontrados por Barddal et al., (2004b), que foi de 0,474, em estudo realizado no município de Araucária - PR, em condições semelhantes de drenagem. Entretanto, nas unidades amostrais com melhores condições de drenagem (Grupo 1 e 2), o índice de equabilidade se assemelhou aos valores encontrados em fragmento de Floresta Ombrófila Mista no município de Rebouças - PR, com melhores condições de drenagem que foi de 0,62 (WATZLAWICK et al., 2011). Estes resultados indicam que, em áreas mais alagadas a equabilidade das espécies diminui e acarreta uma maior dominância de espécies capazes de se desenvolverem nestes ambientes.

Ao comparar os dados obtidos de diversidade com outras pesquisas na mesma tipológica florestal, em solos com grande influência hídrica, os valores dos índice de diversidade de Shannon foi de 1,595 nats/ind⁻¹. Estes valores se assemelham muito aos encontrados para o agrupamento 3. No município de São José dos Pinhais – PR, em solos com melhores condições de drenagem, o valor do índice de Shannon foi 2,19 nats/ind⁻¹ (SEGER et al., 2005), e equivale aos valores encontrados para o agrupamento 2.

O índice de diversidade de Shannon-Weaver, mesmo em áreas de boa drenagem, pode ser considerado muito baixo para este fragmento de Floresta Ombrófila Mista Aluvial. Em outros estudos na mesma tipologia, os índices também se mostram baixos. Bufren (1997) encontrou em São José dos Pinhais – PR o valor de 1,88 e em Curitiba – PR o valor encontrado foi de 2,23 (CARVALHO et al., 2014). Florestas situadas em áreas aluviais tendem a apresentar valores menores de diversidade, se comparadas com florestas com boas condições de drenagem (NEBEL et al., 2001). As condições resultantes da saturação hídrica do solo geralmente levam a dominância de uma única espécie (BIANCHINI et al., 2003). Além disso, as formações aluviais possuem baixa

diversidade devido a característica hidromórfica dos solos que é influenciada pelo regime hídrico imposto (CURCIO et al., 2006).

A baixa riqueza e a alta dominância de uma ou mais espécies tem sido relatada em diferentes estudos de florestas aluviais, como característica predominante destes ambientes (SILVA et al., 2012). Desta forma, a diversidade e o desenvolvimento de espécies arbóreas em áreas aluviais são altamente influenciados pela elevada saturação hídrica e altas taxas de sedimentação (JUNK, 1993).

2.3.4 Análise de Correspondência canônica

Antes de aplicar a técnica multivariada de Correspondência Canônica (CCA), os dados de vegetação e variáveis ambientais foram pré-selecionados através de uma ordenação de correlação entre variáveis. As variáveis ambientais foram selecionadas de maneira a contemplar uma maior diversidade de atributos ambientais e vegetacionais. Assim foram excluídas variáveis ambientais altamente correlacionadas. As variáveis cálcio, magnésio, potássio, fósforo e soma de bases foram retiradas das análises por estarem altamente correlacionadas entre si. Para representar estas variáveis foi utilizada a saturação por base (V%). As variáveis alumínio e hidrogênio + alumínio também foram retiradas da análise por serem altamente correlacionadas, e para explicar estas duas variáveis foi utilizada a variável saturação por alumínio (m%). As variáveis CTC, silte, areia e argila por apresentarem um padrão de distribuição praticamente igual ao longo do gradiente hídrico também foram desconsideradas da análise.

Assim, optou-se por utilizar oito variáveis do ambiente, dentre estas estão: pH, Matéria orgânica (MO), saturação por bases (V%), saturação por alumínio (m%), resistência a penetração (RP), umidade tomada junto com a RP (Umid Rp), Nível piezométrico (NP), umidade por tensiometria realizada pela média das três profundidades (Umid) e duas variáveis vegetacionais: índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') e área basal por hectares (G/ha). Assim, a matriz de espécies foi composta por 14 espécies e a matriz com características do ambiente e da vegetação foi composta por dez variáveis.

Após estes procedimentos, a CCA foi processada produzindo uma ordenação de dois eixos. Os autovalores para o eixo 1 foi de 0,444, para o eixo 2 foi de 0,208 e para o eixo 3 foi de 0,107. Estes três eixos representaram 22,2%, 10,4% e 5,4% da variância total dos dados. Esses dados evidenciam que as 10 variáveis ambientais explicam 38%

da variação da composição florística e da densidade deste fragmento florestal. As correlações de Pearson espécies-ambientes foram de 0,912 (eixo 1), 0,816 (eixo 2) e 0,633 (eixo 3). Isto evidencia uma forte relação entre as variáveis ambientais e os parâmetros da vegetação.

Na mesma área de estudo, Rodrigues (2012) correlacionando abundância com dados de solo, obteve uma representação de 25% da variação da composição da vegetação. Para esta análise foram utilizadas as variáveis mais significativas deste estudo, com o acréscimo da variável nível piezométrico, umidade do solo e diversidade da vegetação. Somente com estes ajustes, já foi possível explicar 38 % da variação da composição florística. Entretanto, há um total de 62% da variância total a ser explicada. Em ordenação de dados ecológicos é muito difícil uma variância ser explicada com percentual superior a 50 %, uma vez que existe uma interação complexa de fatores envolvidos na determinação da distribuição e composição florística (DALANESI et al., 2004).

Entre as variáveis do eixo 1, a que apresentou o menor valor de correlação foi a matéria orgânica. As variáveis pH, V%, Umid , Np, Umid e G/ha apresentaram alta correlações positivas com o eixo 1. As variáveis m (%), Rp e H' apresentaram alta correlação positiva com o eixo 1. Em relação ao eixo 2, a variável que mais se correlacionou foi H' negativamente (Tabela 3).

Tabela 3. Coeficientes de correlações entre variáveis ambientais e de vegetação com os eixos de ordenação resultantes da análise de correspondência canônica em fragmento da Floresta Ombrófila Mista Aluvial no município de Guarapuava –PR.

Variáveis	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
pH	0,731	0,036	-0,230
MO	-0,176	0,077	-0,062
V(%)	0,778	0,118	-0,236
m(%)	-0,795	-0,089	0,267
Rp	-0,551	-0,181	0,233
Umid Rp	0,535	-0,058	0,068
Np	0,758	-0,275	0,141
Umid	0,723	-0,150	-0,011
H'	-0,578	-0,511	0,088
G/ha	0,641	-0,006	-0,167

Onde: pH= potencial hidrogeniônico; MO= matéria orgânica; V(%)= saturação por bases; m(%)=saturação por alumínio; Rp= resistência a penetração; Umid Rp= Umidade tomada junto a resistência a penetração; Np= Nível piezométrico; Umid= média da umidade por tensiometria 30, 60 e 100 cm; H'= índice de diversidade de Shannon-Weaver; G/ha= área basal por hectares.

Os resultados evidenciam que as espécies *S. commersoniana*, *A. edulis* e *L. lucidum* apresentam altas correlações com o eixo 1. Além disso, as variáveis saturação por base, pH, área basal por hectare, umidade e nível piezométrico estão associadas positivamente à ocorrência destas espécies. As variáveis saturação por base e pH apresentam os maiores índices justamente porque estas espécies ocorrem com maior frequência nas unidades amostrais próximas à área de deflúvio. Conforme mencionado anteriormente, estas áreas ciliares recebem sedimentos de áreas adjacentes, que são transportados pela água da chuva, dos rios ou até mesmo do fluxo laminar do lençol freático (PAGANO e DURIGAN, 2009).

O fato da área basal apresentar forte correlação com o eixo 1 é fruto da expressiva quantidade de indivíduos de *S. commersoniana*. Além disso, a espécie e a área basal também estão fortemente correlacionadas com o alto nível piezométrico e a umidade do solo. Em ambientes aluviais com alta influência hídrica *S. commersoniana*, formam populações contínuas e praticamente exclusivas (RODERJAN et al., 2002). A ocorrência de *A. edulis*, apesar de estar mais correlacionada com nível de lençol freático, também apresenta distribuição em parcelas com menor incidência de água. Entretanto, em estudos na mesma tipologia florestal, no município de Araucária –PR, sobre alta influência hídrica, a espécie foi a segunda mais importante em termos de valor de importância e perdeu somente para *S. commersoniana* (BARDDAL et al., 2004b).

L. lucidum e *A. edulis* também apresentam correlações com estas variáveis citadas anteriormente. Entretanto, a quantidade de indivíduos das espécies é bem menor, se comparada a *S. commersoniana*. No caso da exótica invasora, a correlação da espécie está diretamente relacionada à quantidade nas unidades amostrais, uma vez que sua ocorrência se limita às unidades amostrais que apresentam maiores níveis piezométricos (Figura 14)

A maior quantidade de nutrientes está diretamente relacionada aos maiores valores de área basal, que também está positivamente correlacionada com altos índices piezométricos. A maioria das espécies não apresentaram relação com ambientes altamente alagáveis. Neste sentido, *S. commersoniana* por ser a única espécie com esta capacidade de adaptação a nestes ambientes, pode ter vantagens reprodutivas em função das melhores condições de acidez do solo e disponibilidade de nutrientes.

A variável Resistência a penetração está altamente relacionada com às variáveis

diversidade e saturação por alumínio, que estão inversamente representadas quando comparadas com as demais variáveis. No caso da Rp, este fator é obvio, pois quanto maiores os valores desta variável, menores serão os valores de umidade. O mesmo acontece com a saturação por alumínio que é inversamente proporcional à saturação por base e ao pH. A diversidade apresentou a maior correlação com o eixo 2, que está altamente correlacionada como o maior número de espécies (8).

A análise de correspondência canônica corroborou os resultados encontrados através da técnica de agrupamentos. As espécies *S. commersoniana*, *A. edulis* e *L. lucidum* apresentaram-se mais correlacionadas com as variáveis com maiores valores de saturação por bases (V%), pH, área basal ($G\cdot ha^{-1}$), umidade e nível piezométrico. Neste sentido, é possível inferir que estas três espécies possuem características capazes de se desenvolver em solos com elevada saturação hídrica. A relação da área basal com essas espécies é fruto da elevada densidade de indivíduos de *S. commersoniana* presente nessas unidades amostrais. Como mencionado anteriormente, a espécie possui adaptações morfoanatômicas que permitem seu desenvolvimento neste tipo de ambiente. A saturação por base é maior nessas unidades amostrais devido a maior deposição de sedimentos nessas áreas mais baixas, conseqüentemente o pH também é maior devido a água e a maior saturação por bases.

As espécies *S. terebenthifolius*, *I. thezzans*, *P. myrtifolia*, *C. dinisi*, *V. megapotamica* e *Z. rhoifolium* apresentaram forte relação com solos mais compactados, com valores elevados de resistência a penetração e maior diversidade de espécies. Já *M. elaeagnoides*, *Ocotea puberula* e árvores mortas apresentaram-se opostas as variáveis representadas no eixo 1. Assim, foi possível inferir que estas plantas preferem solos com menor saturação hídrica (Figura 13).

No município de Araucária - PR foram realizadas comparações entre abundância das espécies e variáveis ambientais. As espécies *Machaerium paraguariense* Hassl, *Inga marginata* Willd e *Scutia buxifolia* Reissek apresentaram relação com solos ricos em matéria orgânica, na presente a matéria orgânica não houve boa relação com nenhuma espécie, embora esteja mais relacionada com árvores mortas e *M. elaeagnoides*. Neste mesmo estudo citado anteriormente, *C. decandra* apresentou relação com solos bem drenados e com maiores valores de saturação por alumínio e *S. commersoniana* por sua vez apresentou alta correção com nível do lençol freático, dados estes que também se assemelham ao desta pesquisa (CARVALHO et al., 2009).

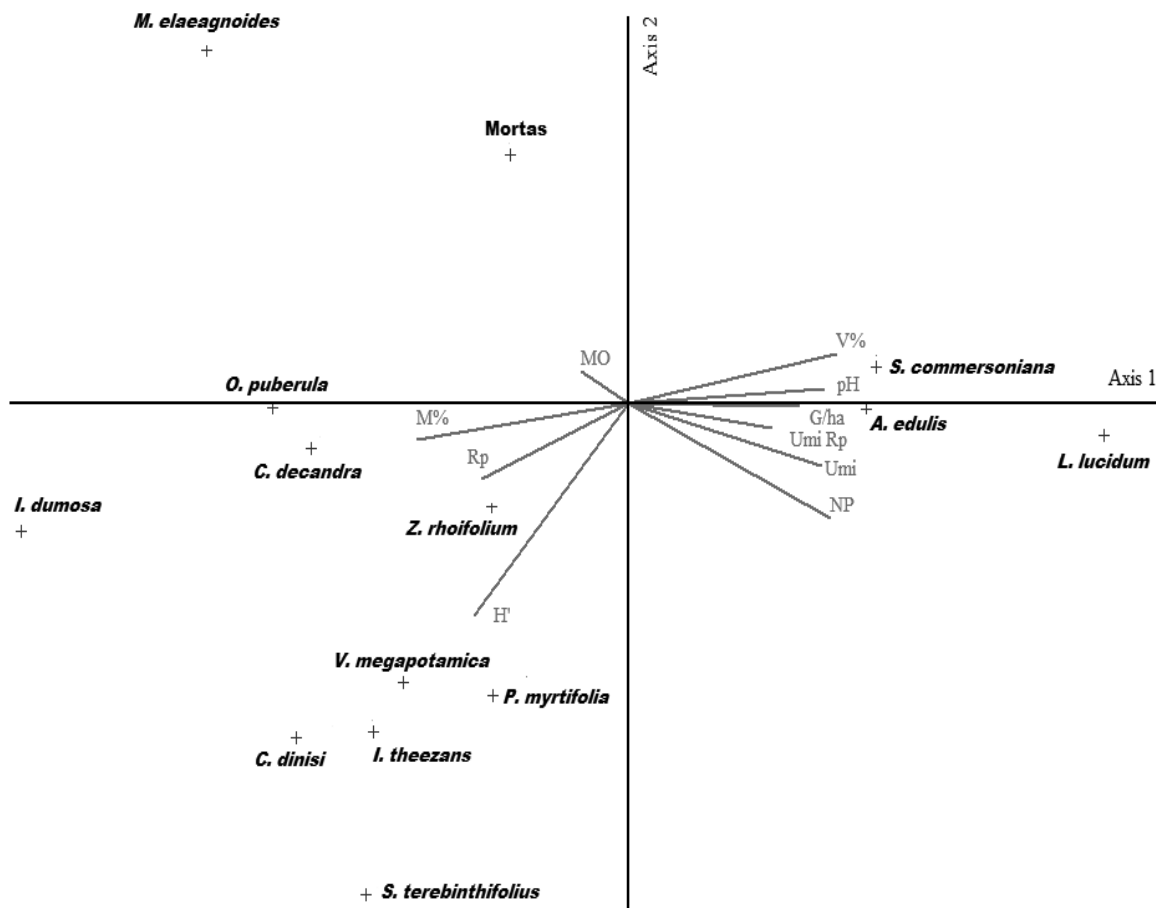


Figura 13. Representação gráfica da ordenação resultante da Análise de Correspondência Canônica, com dados de espécies e variáveis ambientais em fragmento de Floresta Ombrófila Mista Aluvial, Guarapuava-PR.

No município de Araucária - PR foram realizadas comparações entre abundância das espécies e variáveis ambientais. As espécies *Machaerium paraguariense* Hassl, *Inga marginata* Willd e *Scutia buxifolia* Reissek apresentaram relação com solos ricos em matéria orgânica, na presente a matéria orgânica não houve boa relação com nenhuma espécie, embora esteja mais relacionada com árvores mortas e *M. elaeagnoides*. Neste mesmo estudo citado anteriormente, *C. decandra* apresentou relação com solos bem drenados e com maiores valores de saturação por alumínio e *S. commersoniana* por sua vez apresentou alta correção com nível do lençol freático, dados estes que também se assemelham ao desta pesquisa (CARVALHO et al., 2009).

Em fragmento de floresta aluvial no estado de Minas Gerais, onde se utilizou a análise de correspondência canônica, *S. commersoniana* esteve presente em solos com boa capacidade de drenagem e em solos com elevada saturação hídrica. Outra espécie incomum com esta pesquisa foi *V. megapotamica* que se apresentou relacionado com

elevada saturação hídrica. (SILVA et al., 2009). Ao comparar com esta pesquisa, a plasticidade de *S. commersoniana* ocorrer em diferentes condições hídricas também foi registrado nesta pesquisa, embora a sua maior ocorrência seja em solos com maior saturação hídrica. Já com relação a *V. megapotamica* os resultados diferem, uma vez que na Floresta Ombrófila Mista Aluvial de Guarapuava – PR, a espécie foi registrada em condições intermediárias de drenagem.

A água, em níveis excessivos, é um fator limitante para o desenvolvimento da maioria de espécies na Floresta Ombrófila Mista Aluvial. Lençol freático pouco profundo restringe o desenvolvimento de espécies em ambientes aluviais (JOLY, 1991). A grande maioria dos trabalhos realizados em florestais aluviais apontam as condições de encharcamento do solo ou umidade excessiva como definidores do mosaico vegetacional em ambientes ribeirinhos (JOLY, 1991 e 1992; OLIVEIRA FILHO et al., 1994). O presente trabalho apresenta resultados que indicam a influência do gradiente de água no solo e a distribuição florística de um dado hábitat, no caso um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Aluvial. A continuidade das observações realizadas neste trabalho são importantes para demonstrar que mesmo sendo um ambiente com perturbação antrópica as características de diversidade e riqueza de espécies são autóctones do próprio meio.

2.4 CONCLUSÃO

A formação de diferentes agrupamentos no interior da Formação Ombrófila Mista Aluvial permite afirmar que, a mesma não deve ser tratada de maneira uniforme, é necessário considerar tais diferenças encontradas, principalmente aquelas relacionadas as condições hídricas ao longo do gradiente transversalmente ao rio.

A análise de agrupamento teve a sensibilidade de formar grupos em função das características ambientais a partir dos dados de densidade. *Sebastiania commersoniana*, *Ligustrum lucidum* e *Allophylus edulis* foram hierarquizados nas unidades amostrais com maior influencia hídrica. Enquanto *Matayba elaeagnoides* apresentou os maiores índices em unidades amostrais com melhores condições de drenagem. Os maiores índices de diversidade foram registrados em unidades amostrais com nível piezométrico intermediário em torno de 140 cm de profundidade.

A análise de correspondência canônica corroborou os resultados encontrados através dos agrupamentos. *Sebastiania commersoniana*, *Ligustrum lucidum* e *Allophylus edulis* estão altamente correlacionados com elevado nível piezométrico, maior umidade, maiores valores de pH, saturação de bases e área basal. Enquanto que *S. terebenthifolius*, *I. thezzans*, *P. myrtifolia* *C. dinisi*, *V. megapotamica* e *Z. rhoifolium* estão mais correlacionados com maiores valores de R_p e de diversidade e em níveis intermediários de saturação hídrica. Já *Matayba elaeagnoides* e *Ocotea puberula* estão mais correlacionadas s solos bem drenados.

**3. ANÁLISE DO CRESCIMENTO DE *Sebastiania commersoniana* (Baill.) L.
B. Smith & R. J. Downs EM DIFERENTES POSIÇÕES SOCIOLÓGICAS
E CONDIÇÕES HÍDRICAS DO SOLO**

RESUMO

O objetivo deste estudo foi determinar e correlacionar com dados climáticos o incremento de *Sebastiania commersoniana* em diferentes posições sociológicas e condições de saturação hídrica do solo. O método utilizado para a coleta das amostras foi o não destrutivo. As amostras foram coletadas de 116 árvores em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Aluvial com a utilização do trado de *Pressler* (5 mm de diâmetro). O material da amostragem foi fixado em canaletas e polido com lixas de diferentes gramaturas. Os dados de incremento foram medidos e correlacionados com variáveis climáticas e comparados com a utilização do delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial. O fator 1 foi considerado o três níveis piezométricos (alto, médio e baixo) e o fator 2 as duas posições sociológicas (dossel e sub-bosque). Os resultados da análise indicaram que o incremento para *S. commersoniana* variou de 1,20 mm.ano⁻¹ no sub-bosque, em nível piezométrico baixo, para 1,99 mm.ano⁻¹ no dossel, em nível piezométrico alto. Esses resultados foram correlacionados com dados de temperatura e precipitação e constatou-se que: o crescimento correlacionou-se negativamente com o somatório da precipitação para as árvores localizadas em nível piezométrico alto; e os menores valores de incremento foram registrados para as árvores que estavam localizadas em posição sociológica de sub-bosque e em nível piezométrico alto.

Palavras-chave: Dendrocronologia; nível piezométrico; posição sociológica; precipitação; temperatura.

ABSTRACT

The objective of this study was to determine and correlate with climate data the increase of *Sebastiania commersoniana* in different positions and sociological conditions of soil water saturation. The method used to collect the samples was not destructive. Samples were collected from 116 trees in a fragment of Mixed Rain Forest Alluvial using the auger Pressler (5 mm of diameter). The sample material was set in channels and polished with sandpaper of different weights. The data increment were measured and correlated with climatic variables and compared using the completely randomized design in a factorial arrangement, Factor 1 was considered the three piezometric levels (high, medium and low) and the factor 2 both sociological positions (canopy tree and undergrowth). Test results indicated that the increment for *S. commersoniana* ranged from 1,20 mm.year⁻¹ in the undergrowth in piezometric low level to 1,99 mm.year⁻¹ in the canopy tree, at high water level. These results were correlated with temperature and precipitation data, and have found that: growth is negatively when correlated with the sum of precipitation for the trees located in high water level; and the smallest increment values were registered for the trees that were located in sociological position of undergrowth and high water level.

Keywords: Dendrochronology; water level; sociological position; precipitation; temperature.

3.1 INTRODUÇÃO

Na Floresta Ombrófila Mista Aluvial *Sebastiania commersoniana* é a espécie mais recorrente (BARDDAL et al., 2004a e 2004b; LIMA et al., 2012; MACHADO et al., 2013; CARVALHO et al., 2014). Assim, esta espécie tem um papel importante para equilíbrio ecológico desta vegetação. Vários fatores podem explicar esta predominância, tais como: adaptação às diferentes condições hídricas do solo, pioneirismo e dispersão autocórica, entre outras.

Sebastiania commersoniana possui interações entre estratégias morfoanatômicas e metabólicas e, assim, consegue sobreviver durante longos períodos de inundação. Além disso, a espécie é melífera e seus frutos atraem a avi-fauna. Essas características tornam esta planta indispensável para recuperação de ambientes aluviais com elevada saturação hídrica do solo. No entanto, existem poucos estudos sobre a sua dinâmica ambiental, sobretudo análises entre as interações de posição sociológica e saturação hídrica do solo.

A posição sociológica é um fator determinante nos processos ecológicos e fisiológicos dos vegetais (DENSLOW et al., 1990; TURTON e FREIBURGER, 1997), pois definem a incidência de luminosidade que pode influenciar, positiva ou negativamente, o desenvolvimento e a estabelecimento das plântulas (ALVARENGA et al., 2003; LIMA JR. et al., 2006). Árvores dominadas são fortemente influenciadas pela baixa disponibilidade de luz que afeta diretamente o crescimento (WALTER, 1971).

A dinâmica da água no solo atua na definição das características edáficas e vegetacionais na faixa ciliar. A saturação hídrica do solo pode ser o principal definidor da vegetação. Quando os solos atingem níveis elevados de saturação hídrica não permitem o metabolismo aeróbico das plantas (IVANAUSKAS et al., 1997; LOBO e JOLY, 2009).

Diante disso, como as formações aluviais apresentam características exclusivas em função dos diferentes fatores ambientais, a determinação do crescimento de *S. commersoniana* pode evidenciar resultados relevantes da cronologia da espécie numa escala temporal. Aliar o crescimento da espécie com dados da oscilação vertical do lençol freático pode fornecer dados inovadores e exclusivos sobre o padrão de crescimento da espécie em diferentes níveis de saturação hídrica do solo.

O objetivo deste estudo foi determinar e correlacionar com dados climáticos o incremento de *Sebastiania commersoniana* em diferentes posições sociológicas e condições de saturação hídrica do solo.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Caracterização da área

A caracterização da área de estudo está descrita no capítulo 1.

3.2.2 Mensuração do nível piezométrico e posição sociológica das árvores

A escolha das árvores de *S. commersoniana* para serem realizadas, as tradagens contemplou indivíduos localizados em diferentes níveis piezométricos e distintas posições sociológicas, a escolha da espécie foi devido a mesma ser uma das espécies mais características da fisionomia em estudo e também, por ela apresentar plasticidade de colonizar ambientes com diferentes condições hídricas.

Os níveis piezométricos para análise foram definidos no capítulo 2 (Figura 5). Destas árvores foram tomadas as medidas decircunferência na altura do peito (1,30 m), por meio de fita métrica. A altura total foi mensurada com uma régua telescópica de 15 metros. As árvores que apresentaram a copa exposta diretamente ao sol foram consideradas árvores de dossel, enquanto as que apresentaram a totalidade da copa sombreada foram consideradas árvores do sub-bosque. As amostras dendrocronológicas foram retiradas a partir da tradagem, com trado de Pressler, de 116 árvores. A coleta foi aleatória para contemplar diferentes níveis piezométricos e distintas posições sociológicas.

A partir das duas posições sociológicas e dos três níveis piezométricos resultaram seis combinações: SBa= árvores do sub-bosque e nível piezométrico alto; SBm= árvores do sub-bosque e nível piezométrico médio; SBb= árvores do sub-bosque e nível piezométrico baixo; DSa= árvores do dossel e nível piezométrico alto; DSm= árvores do dossel e nível piezométrico médio; e DSb= árvores do dossel e nível piezométrico baixo. De maneira aleatória foram realizadas as coletas dendrocronológicas nas diferentes posições.

3.2.3 Coleta e preparação dos rolos de incremento

De um total de 116 árvores totalizaram 232 rolos de incremento. Os orifícios deixados pela coleta das amostras foram preenchidos com cera de abelha “*in natura*” para não prejudicar o desenvolvimento da árvore. As amostras retiradas foram

armazenadas em tubos plásticos e devidamente identificadas. Em seguida, as amostras foram fixadas com cola branca em um “porta rolo” de madeira para promover a secagem em temperatura ambiente por um período de quatro semanas. Na sequência as mesmas foram polidas com lixas para madeira de número 100, 180, 220, 320, 400 e 600 para facilitar a leitura dos anéis de crescimento.

As amostras foram marcadas na transversal do lenho para identificar o limite dos anéis de crescimento. Em seguida, elas foram digitalizadas ao lado de uma régua com um *scanner* de mesa de 1200 ppp (pontos por polegada) de resolução no Laboratório de Ciências Florestais e Forrageiras da Universidade Estadual do Centro Oeste – UNICENTRO, em Guarapuava - PR. As imagens obtidas foram visualizadas no *software Image toll 2.0*. A mensuração do incremento foi realizada com o auxílio da ferramenta de distância. Os dados obtidos foram exportados para *software* Microsoft Excel 2007 para realizar a datação cruzada. As duas medidas de incremento, oriundas de cada raio da árvore, foram comparadas lado a lado, por meio de gráficos de cada raio.

3.2.4 Estandarização e correlação dos dados de crescimento com variáveis climáticas

A verificação estatística das séries (controle inicial da largura dos anéis) foi realizada com *software Cofecha* (HOLMES, 1983). Este é exclusivo para análise dendrocronológicas e realiza um ajuste das séries para identificar amostras e segmentos que apresentam problemas de mensuração do crescimento. A sincronização das amostras foi realizada com um ajuste de uma função *spline* cúbica, que realiza a divisão de cada série pelo valor correspondente da curva *spline*. O *Cofecha* fornece uma cronologia chamada “*Master*”.

Pelo programa *Cofecha* foi obtida a correlação de cada cronologia com os segmentos da série *master*. O programa aponta a partir de uma correlação de *Pearson* os pontos que interferem na perda da mesma. Estas séries, que não apresentam ajustes significativos, foram desconsideradas das análises. No trabalho foram ajustadas seis séries *master* através das combinações dos níveis piezométricos e da posição sociológica.

O *software Arstan* possibilitou a remoção das tendências de crescimento de cada amostra com o ajuste de uma função exponencial negativa e da aplicação de uma função *spline* cúbica. Neste *software*, a série *master* é padronizada para eliminar as tendências

de crescimento e gerar uma série denominada *standard*.

Na sequência do processo de análise, os dados de crescimento de cada ano foram correlacionados com os índices de temperatura e precipitação, por meio do *software* Assistat 7.7 Beta. Os dados climáticos foram obtidos da estação meteorológica da Universidade Estadual do Centro Oeste, distante aproximadamente 100 metros da área de estudo. O período de análise foi do ano de 1984 até 2012. Os dados climáticos foram ajustados com o período de crescimento da planta. Assim, foi considerado o início do crescimento em agosto do ano anterior até julho do ano subsequente. Finalmente foi gerada uma tabela de correlação das diferentes combinações com as variáveis climatológicas.

3.2.5 Comparação do crescimento em diferentes níveis piezométricos

Os dados de incremento, oriundos das análises de crescimento, foram comparados estatisticamente em função das posições sociológicas e níveis piezométricos para verificar diferenças estatísticas de incremento nas distintas combinações. Os dados de diâmetros das amostras foram submetidos à análise de estatística descritiva para avaliar o desvio padrão e o coeficiente de variação das amostras.

Os valores de incremento de *S. commersoniana* foram submetidos a comparação por meio de um delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial (3x2) com 6 repetições. As repetições compreenderam as médias de incremento anual de 6 árvores para cada tratamento de um período de 20 anos (1992-2012). O fator 1 foi considerado os três níveis piezométricos (alto, médio e baixo) e o fator 2 as duas posições sociológicas (dossel e sub-bosque). Assim, os tratamentos foram gerados em função das combinações entre níveis piezômetros e posições sociológicas. Dessa maneira, o teste de Bartlett foi realizado para verificar a homogeneidade das variâncias. Na sequência foi realizada a análise de variância (ANOVA) e aplicado o teste de Duncan com probabilidade de confiança de 95%.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1 Análises dendrocronológicas

Apenas 48 amostra, de um total de 116, foram viáveis para a análise da leitura dos anéis de crescimento. A perda de 68 amostras ocorreu principalmente em função da detecção dos limites dos anéis de crescimento, pela presença de anéis falsos, pela dificuldade de leitura e por danos nas amostras durante o lixamento. Outros autores também encontraram a mesma dificuldade com a preparação das amostras desta espécie (MATTOS et al., 2007a; COSMO et al., 2010; LONGHI-SANTOS, 2013).

Com o programa *Cofecha* foi possível sincronizar, de maneira satisfatória, apenas 21 árvores e 27 séries de um total de 48 árvores e 96 séries. Os valores de intercorrelações obtidos na análise variaram de 0,248 a 0,522 nas diferentes combinações. As séries cronológicas apresentaram valores de intercorrelação abaixo do valor crítico e, provavelmente, contribuíram para perda da correlação.

A intercorrelação é o valor oriundo da comparação entre series anuais de crescimento através do software *Cofecha*. As árvores que estavam em unidades amostrais com menor incidência de água obtiveram as maiores intercorrelações, enquanto que as árvores de unidades amostrais que, periodicamente estavam alagadas apresentaram os menores valores.

Para Junk (1993) e Almeida et al. (2004), as espécies que se situam em áreas inundáveis, nos períodos de cheias, apresentam pouco crescimento ou até mesmo não incrementam e formam anéis de crescimento distintos no caule. Este fenômeno pode definir valores baixos de séries cronológicas localizadas em parcelas com alta influência hídrica. As menores intercorrelações de árvores localizadas em áreas alagadas, também podem estar relacionadas à frequência e a duração dos alagamentos. Estes podem influenciar o ciclo normal de crescimento da planta e gerar respostas diferentes nos anéis de crescimento como a presença de anéis falsos (COSMO et al., 2010).

As árvores do sub-bosque, com baixo nível piezométrico, obtiveram intercorrelação de 0,522 e as árvores de dossel e nível piezométrico baixo obtiveram o valor de 0,45 (Tabela 4). Para espécies que crescem em locais que permitem a delimitação dos períodos estivais e primaveris, quando a demarcação dos anéis de crescimento são nítidos os valores de intercorrelação acima de 0,5 são considerados desejáveis, mas em regiões tropicais, em função das demarcações não serem visíveis, valores menores que 0,5 podem ser considerados valores aceitáveis (GRISSINO-MAYER, 2001).

Tabela 4. Resultados obtidos na avaliação das diferentes sincronias dos dados nas diferentes combinações de indivíduos *Sebastiania commersoniana* amostrados em fragmento da Floresta Ombrófila Mista Aluvial, no município de Guarapuava –PR.

Parâmetros	Cronologias					
	SBa*	SBm*	SBb*	DSa*	DSm*	DSb*
Número de Séries	6	10	8	6	8	9
Período Considerado	1970	1981	1991	1964	1966	1977
	2012	2012	2012	2012	2012	2012
Número de Anéis	180	223	148	229	262	224
Intercorrelação (r)	0,303	0,288	0,522	0,301	0,248	0,450
Sensibilidade média	0,32	0,358	0,372	0,325	0,325	0,327

Onde: SBa= árvores do sub-bosque e nível piezométrico alto; SBm= árvores do sub-bosque e nível piezométrico médio; SBb= árvores do sub-bosque e nível piezométrico baixo; DSa= árvores do dossel e nível piezométrico alto; DSm= árvores do dossel e nível piezométrico médio; DSb= árvores do dossel e nível piezométrico baixo.

Em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Aluvial no município de Araucária – PR, os valores de intercorrelação entre as séries para indivíduos de *S. commersoniana* foram de 0,442 para árvores de dossel e de 0,497 para árvores do sub-bosque (LONGHI-SANTOS, 2013). Na mesma área de estudo e para a mesma espécie, os valores das intercorrelações foram de 0,515 para indivíduos localizados na condição de saturação hídrica temporária e 0,542 para indivíduos localizados em condição de saturação hídrica permanente (KANIESKI, 2013).

A sensibilidade média indica a variabilidade inter-anual entre largura dos anéis de crescimento. OS valores acima de 0,30 indicam alta sensibilidade às mudanças ambientais. (GRISSINO-MAYER, 2001). No presente trabalho, os valores de sensibilidade média foram sempre superiores a 0,32, ou seja, de alta sensibilidade. Para a mesma espécie, Longhi-Santos (2013) obteve valor médio de 0,387 e Kanieski (2013) obteve valor superior a 0,39.

Em relação à idade das árvores analisadas na pesquisa, constatou-se que a mais velha ingressou no ano de 1964 e a mais jovem no ano de 2002. A idade dos indivíduos analisados variaram de 10 a 48 anos. Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Longhi-Santos (2013), que tiveram variação de 16 a 43 anos, enquanto os encontrados por Kanieski (2013) foram de 25 a 48 anos. Se compararmos esses resultados com os dados de Stasiak et al. (2009), que também estudou a cronologia de *S. commersoniana*, essas árvores podem ser consideradas jovens, uma vez que, a idade das árvores variaram de 34 a 85 anos, entretanto os autores não forneceram em que condições de solos estas árvores estavam localizadas.

Os índices de crescimento para todos os indivíduos de *S. commersoniana*, independente das condições hídricas e posição sociológicas são apresentadas na Figura

14. Nos primeiros anos de 1964 a 1980 há uma oscilação muito grande do crescimento. Após este período, os índices tendem a ter um padrão mais homogêneo. Isto acontece devido ao pequeno número de amostras sincronizadas nos primeiros anos. A partir do momento que a análise envolve um conjunto maior de amostras, os dados tendem a ter um padrão mais regular. Em análises dendrocronologia este comportamento é frequente (LONGHI-SANTOS, 2013; KANIESKI, 2013).

A análise dos dados evidencia também que, a partir do ano de 1982, há uma elevação do índice de crescimento até o ano de 2001. A partir de 2002, a tendência do crescimento foi menor. Kanieski (2013), em experimento realizado no município de Araucária – PR, obteve os mesmo resultados, ou seja, que a espécie, teve uma diminuição do crescimento a partir do ano 2000, provavelmente afetado pelo derramamento de petróleo de um refinaria próxima a área de estudo. Entretanto, na presente pesquisa necessita-se de estudos mais aprofundados para verificar a razão exata da diminuição de crescimento das árvores a partir do ano 2000.

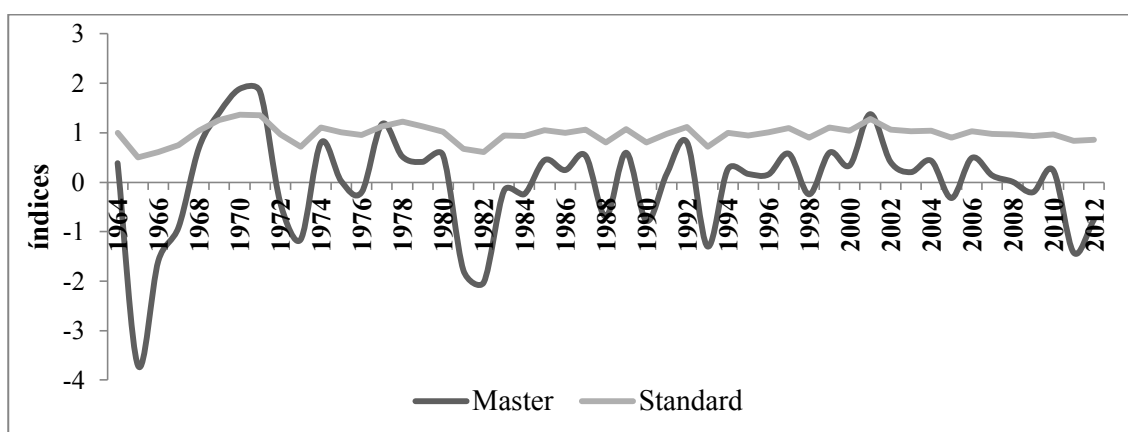


Figura 14. Índices de largura de anéis de crescimento para *Sebastiania commersoniana*, serie *Master* e *Standard* amostrados em fragmento da Floresta Ombrófila Mista Aluvial, Guarapuava –PR.

3.3.2 Correlação do crescimento de *Sebastiania commersoniana* com variáveis climáticas

Ao comparar os dados das séries de crescimento padronizadas pelo *Arstan* com as variáveis climáticas, constatou-se que as correlações significativas foram com os dados de precipitação. As demais variáveis temperatura mínima, média e máxima não apresentaram correlações significativas a 95 e 99% de probabilidade. Com 99% de probabilidade de confiança, as árvores de sub-bosque localizadas em nível piezométrico alto, apresentaram

valor de correlação de (-) 0,59 com a precipitação total. Com 95% de probabilidade de confiança, as árvores de dossel, em nível piezométrico alto e baixo, apresentaram valor de correlação de (-) 0,45 e (-) 0,40 respectivamente, com o somatório da precipitação. Estas correlações negativas de incremento e precipitação indicam que, o aumento das chuvas influencia negativamente o crescimento anual da espécie (Tabela 5).

Tabela 5. Correlações obtidas dos dados de crescimento de *Sebastiania commersoniana* com precipitação, temperatura média, mínima e máxima nas diferentes combinações em fragmento da Floresta Ombrófila Mista no município de Guarapuava –PR.

	SBa	SBm	SBb	DSa	DSm	DSb	Prec	Tméd	Tmín	Tmáx
SBa	1									
SBm	-0,18	1								
SBb	-0,32	0,03	1							
DSa	0,58**	-0,07	-0,38*	1						
DSm	-0,52**	0,35	0,30	-0,41*	1					
DSb	0,16	-0,03	0,15	0,31	-0,01	1				
Prec	-0,59**	0,15	0,001	-0,45*	0,21	-0,4*	1			
Tméd	-0,27	-0,12	0,20	-0,09	0,06	0,1	-0,07	1		
Tmín	-0,349	0,08	0,24	-0,33	0,19	-0,2	0,27	0,69**	1	
Tmáx	-0,06	-0,12	-0,022	0,16	-0,08	-0,22	-0,11	0,67**	0,34	1

Onde: SBa= árvores do sub-bosque e nível piezométrico alto; SBm= árvores do sub-bosque e nível piezométrico médio; SBb= árvores do sub-bosque e nível piezométrico baixo; DSa= árvores do dossel e nível piezométrico alto; DSm= árvores do dossel e nível piezométrico médio; DSb= árvores do dossel e nível piezométrico baixo; * significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); Prec: Média do Somatório da precipitação de Agosto-Julho (1984-2012); Tméd: Temperatura média; Tmín: Temperatura mínima (1984-2012).

O período mais favorável para o crescimento de *S. commersoniana* ou de qualquer árvore é o período que se estende do início da primavera até o término do verão, quando as árvores apresentam o crescimento primaveril ou lenho inicial que, geralmente, é o anel de maior tamanho na Anatro. A análise dos dados climáticos dos últimos 28 anos constatou que, nos meses de maior crescimento das árvores (primavera e verão) é o período onde ocorrem os maiores índices pluviométricos. Nesses meses, os índices de precipitação são sempre superiores a 160 mm e podem superar os 200 mm nos meses de janeiro e outubro. Desta maneira, esta análise é importante, pois permite inferir que neste período de melhor favorecimento para o crescimento, há uma elevada precipitação e uma maior saturação hídrica do solo que pode vir a dificultar o crescimento de *S. commersoniana* (Figura 15).

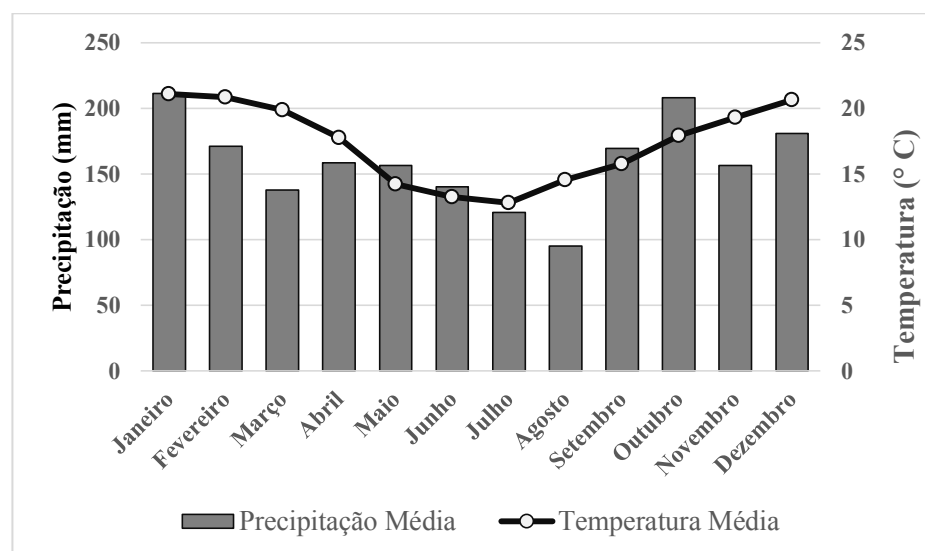


Figura 15. Climatograma mensal de precipitação e temperatura para o período de 1984 a 2012 para o município de Guarapuava –PR.

Aliado aos altos índices de precipitação, a localização da área de estudo também influenciou diretamente no processo de crescimento desta espécie. Esta é uma área de várzea ou fundo de vale que permanece a maior parte do ano com o solo saturado, em função do processo de antropização do entorno. Para Dias-Oliveira (2011), dentre os rios que contemplam a bacia do Rio Cascavel, o Arroio Carro Quebrado, que margeia a área é o que possui maiores densidades de área urbanizadas. Por isso, este rio recebe as maiores volumes de água, principalmente pelo escoamento superficial e pela falta de área de infiltração. Este fenômeno promove, muitas vezes, durante o ano, o afloramento do lençol freático e, eventualmente, o extravasamento do leito do rio.

Outro fator importante que contribuiu para a diminuição do crescimento de *S. commersoniana* é o tipo de solo. Nas subunidades da área de estudo, que apresentaram alto nível piezométrico, os solos são hidromórficos com grande quantidade de argila. Esta característica e a presença de substrato rochoso muito raso dificultam a drenagem do solo e favorecem o afloramento do lençol freático.

Diversos autores encontraram resultados diferentes ao correlacionar o crescimento com variáveis climáticas. Spathelf et al. (2000) estudaram o crescimento de *Ocotea pulchella* Ness et Mart. Ex Ness na cidade de Santa Maria – RS. Esta espécie da Floresta Ombrófila Mista Aluvial, obteve incremento de $4,4 \text{ mm.ano}^{-1}$. Os autores não obtiveram resultados significativos da correlação de crescimento com nenhuma variável climática; entretanto, os resultados indicam que o excesso hídrico é a variável mais importante.

Já com espécies nativas da Floresta Ombrófila Mista os resultados se assemelham

muito aos encontrados por esta pesquisa. No município de Irati – PR, foi encontrado uma correlação negativa com dados de precipitação com incremento de *Ocotea porosa*. No município de São João do Triunfo-PR, também para *O. porosa*, verificou uma correlação negativa e significativa da precipitação com o incremento. O autor também obteve uma correlação negativa e significativa de dados de incremento de *A. angustifolia* com precipitação no município de São Francisco de Paula - RS. Outra espécie que apresentou uma correlação significativa e negativa com precipitação foi *Cedrella fissilis* nos municípios de Caçador – SC e São João do Triunfo – PR (STEPKA, 2012).

Os dados de correlação entre variáveis climáticas e crescimento para as espécies da Floresta Ombrófila Mista Aluvial diferem dos resultados encontrados nesta pesquisa. No município de Araucária – PR, Longhi-Santos (2013) verificou que incremento de *S. commersoniana* estava positivamente correlacionado com a elevação da temperatura mínima. Em outro estudo, verificou-se que o crescimento foi influenciado positivamente pela temperatura média para as espécies: *Hovenia dulcis*, *S. commersoniana*, *Myrrrhinium loranthoides* (KANIESKI et al., 2012) e *Blepharocalyx salicifolius* (KANIESKI et al., 2013).

As divergências nos resultados são importantes, pois indicam padrões diferenciados de crescimento entre indivíduos de *S. commersoniana* em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista Aluvial. Estes resultados corroboram as constatações de vários autores, quando afirmam que as formações aluviais são diferentes entre si, mesmo entre áreas de relativa proximidade (FELFILI et al., 1994; DURIGAN e LEITÃO FILHO, 1995).

3.3.3 Crescimento de *Sebastiania commersoniana* em diferentes posições sociológicas e distintos níveis de saturação hídrica

Entre os 48 indivíduos de *S. commersoniana* analisados, a árvore de maior diâmetro foi de 18,86 cm, enquanto a de menor diâmetro foi de 5 cm. A média dos diâmetros de todas as árvores foi de 8,93 cm. No conjunto de todas as árvores, verificou-se que árvores localizadas no dossel apresentaram os maiores valores de diâmetros, quando comparadas com as árvores de sub-bosque. Os diâmetros das árvores de sub-bosque variaram de 5 a 14,01 cm e as árvores de dossel variaram de 6,33 a 18,86 cm (Tabela 6).

Tabela 6. Características diamétricas dos indivíduos de *Sebastiania commersoniana* amostrados em fragmento da Floresta Ombrófila Mista Aluvial no município de Guarapuava –PR.

PS*	C*	NP*	NA*	DAP com casca as árvores amostradas(cm)				CV%*
				Médio	Mínimo	Máximo	Desv. Pad	
DOSSEL	DSa	Alto	7	12,66	8,47	16,4	2,52	19.89
	DSm	Médio	7	13,06	7,96	18,86	3,44	26.35
	DSb	Baixo	9	8,84	6.33	11,78	1,66	18.79
SUB-BOSQUE	SBa	Alto	6	7,67	5,1	14,01	2,90	37.87
	SBm	Médio	9	6,24	5,00	7,32	0,79	12.60
	SBb	Baixo	10	6,71	5,25	8.75	1,10	16.38
Total			48	8,93	5	18,86	3,42	38,27

Onde: PS: Posição sociológica; C: combinação; NP: Nível piezométrico; NA: número de amostras coletadas; Desv. Pad: Desvio padrão para os diâmetro dos indivíduos de *S. commersoniana*; CV%: Coeficiente de variação em percentagem para os diâmetros dos indivíduos de *S. commersoniana*.

Ao comparar os dados diamétricos desta pesquisa com outros trabalhos constatou-se que, os valores se assemelham aos encontrados em Fragmento de Floresta Ombrófila Mista Aluvial, no município de Araucária - PR. Os valores médios de diâmetros para as árvores de sub-bosque foram de 5,36 cm, enquanto para as de dossel foi 11,52 cm (LONGHI-SANTOS, 2013). Para a presente pesquisa, os valores médios para as árvores de sub-bosque foram de 6,87 cm e para as de dossel foi de 11,52 cm.

As árvores localizadas no sub-bosque, em nível piezométrico alto, e as árvores do dossel, em nível piezométrico médio, apresentaram os maiores coeficiente de variação de 37,87% e 26,35%, respectivamente. Essa maior variação dos dados é resultado da amplitude diamétrica entre os indivíduos e o pequeno número de amostras analisadas.

Os dados da análise estatística evidenciam que existem diferenças entre as médias de incremento para os dois fatores: o nível piezométrico e a posição sociológica. Entretanto, não foi significativa a interação entre os dois fatores. (Tabela 7). Como a interação entre os dois fatores não foi significativa, isso indica que há uma independência entre os fatores analisados, ou seja, o nível piezométrico não interfere na posição sociológica e o contrário também é válido. A posição sociológica não interfere no nível piezométrico, que é diretamente afetado pelo regime hidrológico da área de estudo. O nível de água pode limitar o crescimento das árvores (JUNK, 1993; ALMEIDA et al., 2004), entretanto não determina a posição sociológica das árvores que, geralmente, são determinadas por um conjunto de fatores, tais como: competição,

características edáficas, características climáticas e características genéticas da planta (PRODAN et al., 1997).

Tabela 7. Análise de variância de experimento em delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial para o incremento de *Sebastiania commersoniana* (1992-2012) amostrados em fragmento da Floresta Ombrófila Mista Aluvial no município de Guarapuava –PR.

FV	GL	SQ	QM	F
Ft1 – Np	2	0,99691	0,49845	18,347 **
Ft2 – Ps	1	0,81000	0,81000	29,815**
Int – Np x Ps	2	0,13385	0,06693	2,463 ns
Resíduo	30	0,81503	0,02717	
Total	35	2,75579		

Onde: Ft1 – Np= Fator 1, nível piezométrico; Ft2 – Ps= Fator 2 – posição sociológica; Int – NpxPs= Interação entre nível piezométrico e posição sociológica; ** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$); ns= não significativo ($p \geq 0,05$).

A análise dos níveis piezométricos (Fator 1), demonstraram que os níveis alto e médio diferem estatisticamente do nível baixo e, ainda, que não existe diferença estatística entre as médias de incremento de *S. commersoniana* entre os níveis médio e o alto. Constatou-se também pelos dados que, o incremento em locais onde o nível piezométrico é mais baixo apresenta valores maiores de crescimento. O incremento médio das árvores do nível baixo foi de $1,68 \text{ mm.ano}^{-1}$, enquanto para o nível médio e alto foram de $1,32$ e $1,33 \text{ mm.ano}^{-1}$, respectivamente (Tabela 8).

Assim, o menor crescimento de *S. commersoniana*, em condições de elevada saturação hídrica, pode ser explicado pela elevação do nível freático que elimina os espaços de ar no solo e impede as trocas gasosas com ar, pois o oxigênio disponível em poucos minutos é consumido pelas raízes e microrganismos. Assim, o ambiente fica hipóxico ou anóxico e pode prejudicar o crescimento da planta (LOBO e JOLY, 2009).

Em relação a posição sociológica (Fator 2), foram constadas diferenças estatísticas entre as médias de crescimento de *S. commersoniana* localizadas no dossel e no sub-bosque. As árvores de dossel tiveram incremento médio de $1,59 \text{ mm.ano}^{-1}$, enquanto que as do sub-bosque incrementaram $1,29 \text{ mm.ano}^{-1}$. Em todos os estudos que levaram em consideração o crescimento em diferentes posições sociológicas na Floresta Ombrófila Mista Aluvial, as árvores de dossel apresentaram os maiores de crescimento, quando comparadas com árvores de sub-bosque (KANIESKI et al., 2012; KANIESKI et al., 2013; LONGHI-SANTOS, 2013; KANIESKI, 2013). A literatura afirma que a luminosidade é um fator determinante para

os processos ecológicos e fisiológicos para os vegetais e pode influenciar o estabelecimento e o desenvolvimento das plantas (ALVARENGA et., 2003; LIMA-JUNIOR et al., 2006).

Tabela 8. Médias de incremento para os fatores nível piezométrico e posição sociológica do experimento em delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial para o incremento de *Sebastiania commersoniana* (1992-2012) amostrados em fragmento da Floresta Ombrófila Mista Aluvial no município de Guarapuava –PR.

Ft1 – NP*	Médias
ALTO	1,33 b
MÉDIO	1,32 b
BAIXO	1,68 a
Ft2 – PS*	Médias
DOSSEL	1,59 a
SUB-BOSQUE	1,29 b

Onde:* Ft1 –Np=
Fator 1 – Nível
Piezométrico; Ft2-
Ps= Posição
sociológica;
Significativo a 95%
de probabilidade de
confiança.

Em fragmento de Floresta Ombrófila Mista no município de Araucária – PR, o crescimento de *S. commersoniana* foi avaliado através de cintas dendrométricas. Os valores encontrados para árvores de dossel foi de 1,66 mm.ano⁻¹ e para árvores do sub-bosque o valor foi de 0,58 mm.ano⁻¹ (KANIESKI et al., 2012), estes resultados se assemelham muito aos encontrados para esta pesquisa. Nesta mesma área de estudos, o crescimento de *S. commersoniana* foi avaliado através da Anatro completa do tronco. O crescimento para as árvores de dossel foi de 3,8 mm.ano⁻¹ e para as árvores de dossel o valor encontrado foi de 2,8 mm.ano⁻¹. Quando comparado com os resultados desta pesquisa, para as árvores de dossel os valores encontrados são duas vezes maiores e para as árvores de sub-bosque os valores são quatro vezes maiores.

Outros resultados encontrados no município de Araucária – PR, em fragmento de Floresta Ombrófila Mista Aluvial, também se assemelharam aos resultados desta pesquisa. As árvores de dossel apresentam incremento médio de 2,14 mm.ano⁻¹ e de sub-bosque de 0,77 mm.ano⁻¹ em um período cronológico de três anos (KANIESKI,

2013). A mesma autora estabeleceu a comparação do crescimento de *Sebastiania commersoniana*, em diferentes níveis de saturação hídrica do solo e constatou que não houve diferenças significativas de crescimento da espécie nestas condições. Estes resultados diferem daquele obtidos na presente pesquisa.

A água, a posição sociológica e o clima influenciam o crescimento de *S. commersoniana*. Entretanto, estes fenômenos não podem ser considerados como fatores exclusivos na determinação do incremento da espécie. Uma vez que as características da espécie, a interação com o ambiente (HUSH et al., 1982), os fatores pedológicos, topográficos e competição (PRODAN et al., 1997) também envolvem a dinâmica ecológica da floresta Ombrófila Mista Aluvial.

3.4 CONCLUSÃO

O potencial de *S. commersoniana* para estudos dendrocronológico foi comprovado pela presença de anéis anuais de crescimento. As árvores localizadas no dossel apresentaram maiores valores de incremento que as árvores de sub-bosque. Ainda, foi constatado que, em condições elevadas de saturação hídrica do solo, o crescimento *S. commersoniana* é menor, quando comparado com árvores localizadas em áreas de melhor drenagem de solo. O crescimento de *S. commersoniana* em locais com nível piezométrico alto foi correlacionado negativamente com índices pluviométricos.

Os dados resultados da pesquisa podem contribuir para outros estudos florestais, especialmente, para a Floresta Ombrófila Mista Aluvial. O crescimento de *S. commersoniana* em diferentes níveis de saturação hídrica, além de proporcionar novas informações, permite inferir que, a espécie pode ser recomenda para projetos de recuperação de áreas vegetais, pois a mesma possui capacidade de crescer em áreas alagadas. Os projetos de recuperação e conservação destes ambientes devem levar em consideração a dinâmica de água no solo, uma vez que, este fator é decisivo para o crescimento de *S. commersoniana* e também deve influenciar o desenvolvimento de outras espécies.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, J.M. **Florística, estrutura e aspectos físicos da Floresta Ombrófila Mista em sistema Faxinal no município de Rebouças, Paraná**. 2009. 104 f. Dissertação (mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Irati - PR.
- ALMEIDA, S. S.; AMARAL, D. D.; SILVA, A. S. L. Análise florística e estrutura de floresta de Várzea no estuário amazônico. **Acta Amazonica**, v.34, n.4, p. 513-524, 2004.
- ALVARENGA, A. A. et al. Effects of different light levels on the initial growth and photosynthesis of *Croton urucurana* Baill. In southeastern Brazil. **Revista Árvore**, v.27, n.1, p.53-57, 2003.
- APG III. ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP III. An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.161, p.105-121, 2009.
- ARAGÓN, R; GROOM, M. Invasion by *Ligustrum lucidum* (Oleaceae) in NW Argentina: early stage characteristics in different habitat types. **Revista de Biología Tropical**, v. 51, n. 1, p. 59-70, 2003.
- ARAUJO, M. M.; LONGHI, S. J.; BRENA, D. A.; BARROS, P. L. C. de.; FRANCO, S.; Análise de agrupamento da vegetação de um fragmento de floresta estacional semidecidual aluvial, cachoeira do sul, RS, Brasil. **Ciência Floresta**, v. 14, n. 1, p. 133-147, 2004.
- AVILA, A. L. de; ARAUJO, M. M.; LONGHI, S. J.; GASPARIN, E. Caracterização da vegetação e espécies para recuperação de matas ciliar, Ijuí, RS. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 2, p. 251-260, 2011.
- BAR, A.; BRAUNING, A.; LOFFLER, J. Dendroecology of dwarf shrubs in the high mountains of Norway: a methodological approach. **Dendrochronologia**, v. 24, p. 17-27, 2006.
- BARBOSA, J. M.; MACEDO, A. C. **Essências florestais nativas de ocorrência no Estado de São Paulo: informações técnicas sobre sementes, grupos ecológicos, fenologia e produção de mudas**. São Paulo: Instituto de Botânica e Fundação Florestal, 1993. 125p.
- BARDDAL, M. L.; RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; CURCIO, G. R. Caracterização Florística e Fitossociológica de um Trecho Sazonalmente Inundável de Floresta Aluvial, em Araucária, PR. **Ciência Florestal**, v.14, n.2, p.37-50, 2004b.
- BARDDAL, M. L.; RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; CURCIO, G. R. Fitossociologia do Sub-Bosque de uma Floresta Ombrófila Mista Aluvial, no Município de Araucária, PR. **Ciência Florestal**, v.14, n.1, p.35-45, 2004a.

BARDDAL, M. L. **A influência da saturação hídrica na distribuição de 8 espécies arbóreas da Floresta Ombrófila Mista aluvial do rio Iguaçu, PR, BR.** 2006. 114f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

BARETTA, D.; BARETTA, C. R. D. M.; CARDOSO, E. J. B. N. Análise multivariada de atributos microbiológicos e químicos do solo em florestas com *Araucaria angustifolia*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.22, p. 2683-2691, 2008.

BIANCHINI, E.; POPOLO, R. S.; DIAS, M. C.; PIMENTA, J. A. A. Diversidade e estrutura de espécies arbóreas em área alagável do município de Londrina, Sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.17, p. 405-419, 2003.

BONNET, A.; CURCIO, G. R.; LAVORANTI, O. J.; BARDDAL, M. L.; RODERJAN, C. V.; Relações de Bromeliáceas epifíticas, v. com fatores ambientais em planícies de inundação do rio Iguaçu, Paraná, Brasil. **Revista Floresta**, v. 40, n. 1, p. 193-198, 2010.

BRASIL. Lei nº. 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o código florestal. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 15 set. 1965.

BRASIL. Lei nº. 7.764, de 02 de maio de 1989. Baixa normas complementares para a execução do Programa de Estabilização Econômica de que trata a Lei nº 7.730, de 31 de janeiro de 1989, e dá outras providências.. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 02 mai. 1989.

BRASIL. Lei nº. 12.651, de 22 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 22 mai. 2012

BROWER, J. E.; ZAR, J. H. **Field & laboratory methods for general ecology**. 2.ed. Dubuque: Wm.C.Brow Publ, 1984.

BUFREM, A. M. **Caracterização fitossociológica de um remanescente da floresta ripária do rio Pequeno, São José dos Pinhais – PR.** 1997. 87f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. **Mensuração Florestal: Perguntas e respostas**. Viçosa: Ed. UFV, 2006. 470p.

CARDOSO, E. L.; SILVA, M. L. N.; FREITAS, D. A. F. de. Resistência do Solo à Penetração Sob Vegetação Nativa e Pastagem Cultivada no Pantanal Sul-Mato-Grossense. In: SIMPAN, 5, 2010, Corumbá-MS. **Anais...** Corumbá-MS, p. 1-4, 2010.

CARVALHO, J.; AUER A. M.; SCHORN, L. A.; GOMES, N. S. B.; FRICK, E. de C. de L. Florística de um remanescente urbano de Floresta Ombrófila Mista Aluvial, Curitiba, Paraná. **Revista Geografar**, v.9, n.1, p.142-158, 2014.

CARVALHO, J.; MARQUES, M. C. M.; RODERJAN, C. V.; BARDDAL, M.; SOUZA, S. G. A. Relações Entre a Distribuição das Estratos e as Característica do Solo Florestal Aluvial no Estado do Paraná, Brasil. **Revista Acta bot. Bras**, v.1, p. 1-9, 2009.

CARVALHO, P. E. R. *Sebastiania commersoniana* (Baillon) L.B. Smith & R.J. Downs. In: CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: Embrapa, 1994. p.481-483.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Colombo: Embrapa Florestas, 2003.

CAVERS, P. B. Seed banks: Memory in Soil. **Journal of Soil Science** 75, p.11-13, 1995.

CORDEIRO, J.; RODERJAN, C. V.; RODRIGUES, W, A. Plantas Lenhosas da Floresta Ombrófila Mista do Parque Municipal das Araucária-Guarapuava (PR). **Revista Ambientia**, v. 7, n. 3, p. 441-460, 2011.

CORDEIRO, J.; RODRIGUES, W. A.; ALBRECHT, L. P.; KRENCHINSHI, F. H. Contaminação Biológica Vegetal em Fragmento de Floresta Ombrófila Mista. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v. 7, n. 2, p. 455-473, 2014.

CORDEIRO, J; RODRIGUES W. A. Caracterização fitossociológica de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista em Guarapuava, PR. **Revista Árvore**, v. 31, n. 3, p.545-554, 2007.

COSMO, N. L.; KUNIYOSHI, Y. S.; BOTOSSO, P. C. Anatomia da madeira de *Sebastiania commersoniana* (Baillon) Smith & Downs (Euphorbiaceae): aspectos funcionais e ecológicos. **Acta Botanica Brasílica**, v. 24, n. 3, p. 747-755, 2010.

CURCIO, G. R.; BONNET, A.; PESTANA, D.; SOUZA, L.; SOCHER, L. G.; GALVÃO, F.; RODERJAN, C. V. Compartimentação Topossenquencial e Caracterização Fitossociológica de um Capão de Floresta Ombrófila Mista. **Revista Floresta**, v. 36, n. 3, p. 361-369, 2006.

CURCIO, G. R. **Caracterização geomorfológica, pedológica e vegetacional dos ambientes fluviais do rio Iguaçu - Paraná - Brasil**. 2006. 488 f. Tese (Doutorado em Conservação da Natureza) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR.

DALANESI, P.E.; OLIVEIRA-FILHO, A.T. DE; FONTES, M.A.L. Flora e estrutura do componente arbóreo da floresta do Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, Lavras, MG, e correlações entre a distribuição das espécies e variáveis ambientais. **Acta Botânica Brasílica**, v. 18, n.4, p.737-757. 2004.

DENSLOW, J. S. et al. Growth responses of tropical shrubs to treefall gap environments. **Ecology**, v.71, n.1, p.525-532, 1990.

DIAS-OLIVEIRA, E. **Impactos da urbanização na geometria hidráulica de canais fluviais da bacia hidrográfica do Rio Cascavel, Guarapuava/PR.** 2011. 158f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual do Centro Oeste, Guarapuava, PR.

DURIGAN, G.; LEITÃO FILHO, H.F. Florística e fitossociologia de matas ciliares do oeste paulista. **Revista do Instituto Florestal**, v. 7, n. 2, p.197-239, 1995.

DURIGAN, M. E. **Florística, dinâmica e análise protéica de uma floresta ombrófila mista em São João do Triunfo - PR.** 1999. 125f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solos.** 2 ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA **Monitoramento da fenologia vegetativa e reprodutivas de espécies nativas dos biomas brasileiro: Branquilha.** Colombo - PR, 2011

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Levantamento de reconhecimento dos solos do centro-sul do Estado do Paraná (área 9):** informe preliminar. Curitiba, p. 181, 1979.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 3 ed. rev. ampl.: Brasília, DF., 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Tensiômetro: dispositivo prático para o controle da irrigação.** 1ª edição. Planaltina – DF: EMBRAPA, 1999. 37p.

ESPER, J.; BUNGTEN, U.; FRANK, D. C.; NIEVERGELT, D.; LIEBHOLD, A. 1200 years of regular outbreaks in alpine insects. **Proceedings Royal Society Biological Sciences**, v. 274, n. 16, p. 671-679, 2007.

FELFILI, J. M. Determinação de padrões de espécies em uma mata de galeria no Brasil central com a utilização de técnicas de análise de multivariada. **Bol. Herb. Ezechias Paulo Heringer** 2: 35-48. 1998.

FELFILI, J. M.; SILVA-JUNIOR, M. C.; RESENDE, A. V.; MACHADO, J. M. B.; WALTER, B. M. T.; SILVA, P. E. N.; HAY, J. D. Vegetação Arbórea. In: FELFILI, J. M.; FILGUEIRAS, T. S.; HARISASAN, M.; SILVA-JUNIOR, M. C.; MENDONÇA, R.; RESENDE, A. V. (Eds). **Projeto biogeografia do bioma cerrado: vegetação e solos.** Rio de Janeiro. Caderno de Geociências do IBGE, 1994, p. 75-166.

FERREIRA, D. F. **Estatística Multivariada.** Lavras, MG: Editora UFLA. 2008. 662p.

FINGER, C. A. G. **Biometria Florestal.** Santa Maria, SP: Editora UFSM. 2006. 284p.

FLOS, A. F. **Aspectos ecológicos e fitossociológicos no entorno de nascentes em formações florestais do oeste de Santa Catarina**. 2011. 154f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS

FRITTS, H.C. **Tree Rings and Climate**. London: Academic Press, 1976. 567 p.

GERHARDT, E. J.; FINGER, C. A.G.; LONGHI, S. J.; SCHUMACHER, M. V. Contribuição da análise multivariada na classificação de sítios em povoamentos de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. Baseada nos fatores físicos e morfológicos do solo e no conteúdo de nutrientes da serapilheira. **Revista Ciência Florestal**, v. 11, n. 2, p. 41-57, 2001.

GRAF NETO, J. **Crescimento, recrutamento e mortalidade no período de 2001-2010 de uma Floresta Ombrófila Mista Aluvial, município de Araucária, Paraná**. 2011. 118f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

GRISSINO-MAYER, H. D. **Evaluating crossdating accuracy: A manual and tutorial for the computer program COFECH**. *Tree-Ring Research*, v. 57, n. 2, p. 205-221, 2001.

GUIDINI, A. L.; SILVA, A. C.; HIGUCHI, P.; ROSA, A. D.; SPIAZZI, F. R.; NEGRINI, M.; FERREIRA, T. de S.; SALAMANI, B.; MARCON, A. K.; BUZZI JUNIOR, F. Invasão por espécies arbóreas exóticas em remanescente florestais no Planalto Sul Catarinense. **Revista Árvore**, v.38, n.3, p. 469-478, 2014.

HIGUCHI, P.; REIS, M. G. G.; PINHEIRO, A. L.; SILVA, C. T.; OLIVEIRA, C. H. R. Composição florística da regeneração natural de espécies arbóreas ao longo de oito anos em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual, em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v.32, n. 3, p. 893-904, 2006.

HIGUCHI, P.; SILVA, A. C. da; AGUIAR, M. D. de.; MAFRA, A. L.; NEGRINI, M.; ZECH, D. F. Partição espacial de espécies arbóreas em função da drenagem do solo em fragmento de floresta com Araucária no sul do Brasil. **Revista Ciência Florestal**, v.24, n.2, p.421-429, 2014.

HIGUCHI, P.; SILVA, A. C. da.; FERREIRA, T. de S.; SOUZA, S. T. de.; GOMES, J. P.; SILVA, K. M. da.; SANTOS, K. F. dos S.; LINKE, C.; PAULINO, P. da S. Influência de variáveis ambientais sobre o padrão estrutural e florístico do componente arbóreo, em um fragmento de floresta ombrófila mista montana em Lages, SC. **Revista Ciência Florestal**, v.22, n.1, p.79-90, 2012.

HILL, M. O. **TWINSPAN: a FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two way table by classification of individual and attributes**. Ithaca: Cornell University, 1979. 60p.

HOLMES, L. R. Computer-assisted control in tree-ring dating and mensurement. **Tree-ring Bulletin**, v.43, p. 69-78, 1983.

HUSCH, B.; MILLER, C. I.; BEERS, T. W. **Forest mensuration**. 3ed. New York: John Wiley & Sons, 1982. 402p.

IMHOFF, S.; SILVA, A. P. da; TORMENA, C. A. Aplicações da Curva de Resistência no Controle da Qualidade Física de um Solo sob Pastagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 7, p. 1493-1500, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTAÍSTICA - IBGE. **Manual técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro, 2012. 275p.

IURK, C. I.; SANTOS, E. P.; DLUGOSZ, F. L.; TARDIVO, R. C. Levantamento florístico de um fragmento de floresta ombrófila mista aluvial do rio Iguaçú, município de Palmeira (PR). **Revista Floresta**, v. 39, n.3, p. 605-617, 2009.

IVANAUSKAS, N. M.; RODRIGUES, R. R.; NAVE, A. G. Aspectos ecológicos de um trecho de floresta em Ipatinga, SP: Florística, fitossociologia, e seletividade de espécies. **Revista Brasileira de Botânica**, v.20, n.2, p.139-153. 1997.

JOLY, C. A. Biodiversity of the gallery forest and its role in soil stability in the Jacaré-Pepira Water, Estate of São Paulo, Brazil. In: JESSEN, A. **Ecotones at the river Basin Scale Global Land/ Water interactions-proceedings of ecotones regional workshop**. Barmer: MAB/UNESCO, 1992, p. 40-66.

JOLY, C. A. Flooding tolerance in tropical trees. In: JACKSON, M. B.; DAVES, D. D.; LAMBERS, H. **Plant life under oxygen deprivation: ecology, physiology and biochemistry**. Netherlands: SPB Academic Publishing, 1991. p. 23-34.

JOLY, C. A. **Flooding tolerance mechanisms of some Brazilian trees**. 1982. PhD. University of St. Andrews, Scotland.

JOSEPH, F. H.; WILLIAM, C. B.; BARRY, J. B.; ROLPH, E. A.; RONALD, L. T. **Análise Multivariada de Dados**. Porto Alegre, RS: Editora Brookman, 2009. 688p.

JUNK, W. J. Wetlands of tropical South America. In: HEJNY, S.; DYKYJOVA, D. **Wetlands of the world I: Ecology and management**, v.15 n.2, p. 679-739. 1993.

KANIESKI, M. R. **Estudo dendroecológico de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) L.B.Sm. & R.J.Downs e de arbóreas invasoras em uma floresta ombrófila mista aluvial, sul do Brasil**. 2013. 127f. Tese. (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

KANIESKI, M. R.; SANTOS, T. L.; GRAF NETO; J.; SOUZA; T.; GALVÃO, F.; RODERJAN, C. V. Influência da precipitação e da temperatura no incremento diamétrico de Espécies Florestais Aluviais em Araucária-PR. **Revista Floresta e Ambiente**, v. 19, n.1, p. 17-25, 2012.

KANIESKI, M. R.; SANTOS, T. L.; MILANI, J. E. de F. MIRANDA, B. P.; GALVÃO, F.; BOTOSSO, P. C.; RODERJAN, C. V. Crescimento diamétrico de *Blepharocalyx salicifolius* em remanescente de Floresta Ombrófila Mista Aluvial, Paraná. **Revista Floresta e Ambiente**, v. 20, n.2, p. 197-206, 2013.

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

KERSTEN, R. A.; SILVA, S. M. Florística e estrutura do componente epifítico vascular em Floresta Ombrófila Mista aluvial do Rio Barigüi, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, p. 259-267, 2002.

KLEIN, R. M.; HATSCHBACH, G. Fitofisionomia e notas sobre a vegetação para acompanhar a planta fitogeográfica do município de Curitiba e arredores. Boletim da Universidade Federal do Paraná - **Geografia Física**, n.4, p. 1-30, 1962.

KLEIN, R. M. **Meliáceas**. In: R. Reitz (ed.), *Flora Ilustrada Catarinense* ¾ I Parte. Editora Itajaí. Itajaí, 1984. 138p.

KOLB, R. M.; MEDRI, M. E.; BIANCHINI, E.; PIMENTA, J. A.; GILONI, P. C.; CORREA, G. T. Anatomia ecológica de *Sebastiania commersoniana* (Bailon) Smith & Downs (Euphorbiaceae) submetida ao alagamento. **Revista Brasileira de Botânica**, v.21, n.3, p. 305-312, 1998.

KRANZ W. M. Plantas Invasoras no Paraná. In: PEDROSA-MACEDO, José H.; BREDW, Edgard A. (Org.). **Princípios e Rudimentos do controle Biológico de Plantas**: Coletânea. Curitiba: UFPR, 2004.

LEITE, P. F. **As diferentes unidades fitogeográficas da região sul do Brasil: proposta de classificação**. 1994. 160 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

LEITE, P. F.; KLEIN, R. M. Vegetação. In: IBGE. **Geografia do Brasil – Região Sul**. Rio de Janeiro: IBGE. v.2, 1990. p.113-150.

LIMA JR., E. C. et al. Aspectos fisioanatômicos de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, v.30, n.1, p.33-41, 2006.

LIMA, T. E. de O.; HOSOKAWA, R. T.; MACHADO, S. do A. Fitossociologia do componente arbóreo de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Aluvial no Município de Guarapuava, Paraná. **Revista Floresta**, v. 42, n. 3, p. 553-564, 2012.

LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B. Hidrologia de matas ciliares. In: RODRIGUES, R. R. e LEITÃO FILHO, H. de F. **Matas Ciliares: conservação e recuperação**. 2. ed. São Paulo: Edusp, 2009. p. 33-44.

LOBO, P. C.; JOLY, C. A. Aspectos ecofisiológicos da vegetação de mata ciliar do sudeste do Brasil. In: RODRIGUES, R. R. e LEITÃO FILHO, H. F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2. ed. São Paulo: Edusp, 2009. p. 91-99.

LONGHI, R. A. Branquilha. In: LONGHI, R. A. **Livro das árvores: árvores e arvoretas do sul**. 2. ed. Porto Alegre: L&PM, 1995. p. 29-30.

LONGHI-SANTOS, T. **Dendrocronologia de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) L.B.Sm. & Downs em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Aluvial.** 2013. 95f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** Nova Odessa, SP: Editora Plantarum, 2008, 352p.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná.** 3. ed. Curitiba: Imprensa Oficial, 2002. 440p.

MACHADO, S. do A.; ZANIN, N. T.; NASCIMENTO, R. G. M.; AUGUSTYNCZIK, A.L. D.; MENEGAZZO, C. S. Comparação dos parâmetros fitossociológicos entre três estratos de um fragmento de floresta ombrófila mista. **Revista Cerne**, v.19, n.3, p. 365-372, 2013.

MAGURRAN, A. E. **Diversidad Ecológica y su Medición.** Espanha: Ediciones Vedra, 1989. 199p.

MANTOVANI, M. **Caracterização de populações naturais de Xaxim (*Dicksonia sellowiana* (Presl.) Hooker), em diferentes condições edafo-climáticas no estado de Santa Catarina.** 2004. 105p. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais)-Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

MARCUZZO, S. B.; ARAÚJO, M. M.; SOLON J. L. Estrutura e relações ambientais de grupos florísticos em fragmento de floresta estacional subtropical. **Revista Árvore**, v.37, n.2, p.275-287, 2013.

MARTINS, S.V. **Recuperação de matas ciliares.** 2. ed. Viçosa: Aprenda fácil Editora, 2007. 255p

MATTEUCCI, S.D.; COLMA, A. **Metodologia para el estudio de la vegetacion.** Washington: The Genral Secretarial of the Organization of American States, 1982. 167p.

MATTOS, P. P.; SANTOS, A. T.; OLIVEIRA, Y. M. M.; ROSOT, M. A. D. Dendrocronologia de espécies da Floresta Ombrófila Mista no Município de Candói-PR. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n.54, p 153-156, 2007a.

MATTOS, P. P.; OLIVEIRA, M. F.; AGUSTINI, A. F.; BRAZ, E. M.; RIVERA, H.; OLIVEIRA, Y, M. M.; ROSOT, M. A. D.; GARRASTAZU, M.C. Aceleração do crescimento em diâmetro de espécies da Floresta Ombrófila Mista nos últimos 90 anos. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.30, n. 64, p. 319-326, 2010.

MATTOS, P. P.; SANTOS, A. T.; RIVERA, H.; OLIVEIRA, Y, M. M.; ROSOT, M. A. D.; GARRASTAZU, M. C. Crescimento de *Araucaria angustifolia* na Reserva Florestal Embrapa/Epagri, Caçador, SC. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 55, p. 107-114, 2007b.

MCCUNE, B.; MEFFORD, M. J. PC – ORD, version 5.0, **Multivariate analysis of**

- ecological data.** MjM Software Desing, Glaneden Beach, 2006. 40p.
- MEDRI, M. E.; BIANCHINI, E.; PIMENTA, J.A.; COLLI, S.; MÜLLER, C. Estudos sobre tolerância ao alagamento em espécies arbóreas nativas da bacia do rio Tibagi. In: MEDRI, M. E.; BIANCHINI, E.; SHIBATTA, O. A.; PIMENTA, J. A. **A bacia do rio Tibagi.** Londrina: Copyright, 2002. p.133-172.
- MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: MOTA, A. C. da. Comparação de duas metodologias multivariadas no estudo de similaridade entre fragmentos de floresta atlântica.** 2005. 62f. Dissertação (Mestrado em Biometria) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.
- MONTALDO, N. H. Dispersión por aves y éxito reproductivo de dos espécies de *Ligustrum* (Oleaceae) en um relicto de selva subtropical em Argentina. **Chile History Natural**, v. 66, p. 75-85, 1993.
- MORENO, M. I. C.; CARDOSO, E. Utilização do método TWINSPAN na delimitação de formações do cerrado. **Caminhos de Geografia**, v. 16, n. 156, p. 108-116, 2005.
- MUELLER-DUMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology.** New York: John Wiley e Sons, 1974.
- MUNHOZ, C. B. R.; FELFILI, J. M.; Fitossociologia do estrato herbáceo –subarbustivo de uma área de campo sujo do Distrito Federal, Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, v. 20, n. 3, p. 671-685, 2006.
- NEBEL, G.; KVIST, L. P. VANCLAY, J. K.; CRISTENSEN, H.; FREITAS, L.; RUIZ, J. Structure and floristic composition of flood plain forest in the Peruvian Amazon. I. Overstory. **Forest Ecology and Management**, v. 150, p. 27-57, 2001.
- NUTTO, L.; WATZLAWICK, L. F. Relações entre Fatores Climáticos e incremento em diâmetro de *Zanthoxylum rhoifolia* Lam. e *Zanthoxylum hyemale* St. Hil. na Região de Santa Maria, RS. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 45, p. 41-55, 2002.
- OLIVEIRA, E. A. **Caracterização florística, fitossociológica e pedológica de um remanescente conservado de floresta ripária nos campos gerais do Paraná.** 2001. 106f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.
- OLIVEIRA FILHO, A. T.; VILELA, E. A.; CARVALHO, D. A. Effects of soil and topography on the distribution of tree species in a tropical riverine forest in south-eastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v.10, p.483-508. 1994.
- PAGANO, S. N; DURIGAN, G. Aspectos da ciclagem de nutrientes em matas ciliares do oeste do estado de São Paulo, Brasil. Uma discussão nomenclatural das formações ciliares. In: RODRIGUES, R. R. e LEITÃO FILHO, H. F. **Matas ciliares: conservação e recuperação.** 2. ed. São Paulo: Edusp, 2009. p.109 -123.
- PARANÁ. Portaria IAP nº074, de 19 de abril de 2007. **Lista oficial de Espécies Exóticas invasoras do Estado do Paraná.** Diário Oficial do Estado do Paraná.

Curitiba, PR, 19 abr. 2007.

PASDIORA, A. L. **Florística e fitossociologia de um trecho de floresta ripária em dois compartimentos ambientais do rio Iguaçu, Paraná, Brasil**. 2003. 47f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

PRODAN, M.; PETERS, R.; COX, F.; REAL, P. Mensura Forestal. San José.: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) gMBh, 1997. 561p.

REITZ, R. **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1965. 149p.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Projeto Madeira do Rio Grande do Sul**. Itajaí, H.B.R., SUDESUL, DRNR, 1983. 525p.

REITZ, R. **Sapindáceas**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1980. 160 p.

RIBEIRO, S. B.; LONGHI, S. J.; BRENA, D. A.; NASCIMENTO, A. R. T. Diversidade e classificação da comunidade arbórea da Floresta Ombrófila Mista da flona de São Francisco de Paula Flona, RS. **Ciência Florestal**, v. 17, n. 2, p. 101-108, 2007.

RODE, R.; FIGUEIREDO-FILHO, A. F.; MACHADO, S. do A.; GALVAO, F. Grupos Florísticos e espécies discriminantes em povoamento de *Araucaria angustifolia* em Floresta Ombrófila Mista. **Revista Árvore**, Viçosa, v.35, n.2, p.319-327, 2011.

RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACH, G. G.. As unidades fitogeográficas do Estado do Paraná. **Revista Ciência e Ambiente**, v. 24, p. 75-92, 2002.

RODRIGUES, A. L. **Dinâmica e correlações ambientais em um remanescente de Floresta Ombrófila Mista Aluvial em Guarapuava, PR**. 2012. 118f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Estadual do Centro Oeste, Irati, PR.

RODRIGUES, R. R. **Análise de um remanescente de vegetação natural às margens do Rio Passa-Cinco, Ipeúna, SP**. 1992. 373f. Tese (Doutorado em Biologia) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

RODRIGUES, R. R. Florestas ciliares? Uma discussão nomenclatural das formações ciliares. In: RODRIGUES, R. R. e LEITÃO FILHO, H. F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2. ed. São Paulo: Edusp, 2009. p. 143-157.

RODRIGUES, R. R.; NAVE, A. G. Heterogeneidade florística das matas ciliares. In: RODRIGUES, R. R. e LEITÃO FILHO, H. de F. **Matas Ciliares: conservação e recuperação**. 2. ed. São Paulo: Edusp, 2009. p. 45-71.

RODRIGUES, R. R.; SHEPHERD, G. J. Fatores condicionantes da vegetação ciliar. In: RODRIGUES, R. R. e LEITÃO FILHO, H. F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2. ed. São Paulo: Edusp, 2009. p. 101-107.

SANTOS, M. dos; ROSADO, S. C. da S.; OLIVEIRA FILHO, A. T. de.; CARVALHO, D. de. Correlações entre variáveis do solo e espécies herbáceo-arbustivas de dunas em revegetação no litoral norte da Paraíba. **Revista Cerne**, v.6, n.1, p.19-29, 2000.

SCHWEINGRUBER, F. H. **Tree-rings and environment dendroecology**. Vienna: Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, 1996. 609p.

SEGER, C. D.; DLUGOSZ, F. L.; KURASZ, G.; MARTINEZ, D. T.; RONCONI, E.; NENES DE MELO, L. A.; BITTENCOURT, S. M. de; BRAND, M. A.; CARNIATTO, I.; GALVÃO, F.; RODERJAN, C. V. Levantamento florístico e análise fitossociológica de um remanescente de floresta ombrófila mista localizado no município de Pinhais, Paraná-Brasil. **Revista Floresta**, v.35, n.2, p. 291-302, 2005.

SILVA, A. C. da; HIGUCHI, P.; NEGRINI, M.; GRUNDTNER, A.; ZECH, D. F. Caracterização fitossociológica e fitogeográfica de um trecho de floresta ciliar em Alfredo Wagner, SC, como subsídio para restauração ecológica. **Revista Ciência Florestal**, v.23, n.4, p.579-593, 2013.

SILVA, A. C. da; HIGUCHI, P.; VAN DEN BERG, E.; NUNES, D. A. de.; CARVALHO, M. H. **Florestas inundáveis: Ecologia, Florística e Adaptações das espécies**. Lavras, Editora UFLA, 2012. 167 p.

SILVA, A. C. da; VAN DEN BERG, E.; HIGUCHI, P.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. de.; MARQUES, J. J. G. de Sá e M.; APPOLINARIO, V.; PIFANO, D. S.; OGUSUKI, L. M.; NUNES, M. Florística e estrutura da comunidade arbórea em fragmentos de floresta aluvial em São Sebastião da Bela Vista, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 32, n. 2, p. 283-297, 2009.

SILVA-WEBER, A. J. C.; NOGUEIRA, A. C.; CARPANEZZI, A. A.; GALVÃO, F.; WEBER, S. H.; Composição florística e distribuição sazonal do banco de sementes em Floresta Ombrófila Mista Aluvial, Araucária – PR. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 32, n. 70, p. 193-207, 2012.

SILVEIRA, D. C.; MELO FILHO, J. F.; SACRAMENTO, J. A. A. S. & SILVEIRA, E. C. P. Relação umidade versus resistência à penetração para um Argissolo Amarelo distrocoeso no Recôncavo da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 659-667, 2010.

SOCHER, L.G.; RODERJAN, C.V.; GALVÃO, F. Biomassa aérea de uma Floresta Ombrófila Mista Aluvial no município de Araucária (PR). **Floresta**, v.38, n.2, 2008.

SPATHELF, P.; FLEIG, F. D.; VACCARO, S.; ESBER, L. M. Análise dendrocronológica de *Ocotea pulchella* Ness et Mart. Ex Ness (Canela Lageana) na serra geral de Santa Maria, RS, Brasil. **Revista Ciência Florestal**, v.10, n.1, p. 95-108, 2000.

SPATHELF, P.; TOMAZELLO FILHO, M.; TONINI, H. Dendroecological analysis of *Ocotea pulchella* and *Nectandra megapotamica* on two sites near Santa Maria, Rio Grande do Sul (Brazil). **Revista Floresta**, v. 40, n. 4, p. 777-788, 2010.

STASIAK, P. M.; SOBANSKI, N; BOTOSSO, P. C. Influência de *Guaduaaff. Paraguayana* Döll (Poaceae) sobre o crescimento diametral do tronco de uma população de *S. commersoniana* (Baillon) Smith & Downs. In: EVENTO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA FLORESTAIS, 8., 2009, Colombo. **Anais....** Colombo: Embrapa Florestas, 2009. 1CD-ROM.

STEPKA, T. F. **Modelagem do crescimento e dendrocronologia em árvores nativas de *Araucaria angustifolia*, *Cedrela fissilis* e *Ocotea porosa* no sul do Brasil.** 2012. 186 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

STOKES, M.; SMILEY, T. **An introduction to tree-ring dating.** Chicago and London. The University of Chicago Press. USA. 1968.73p.

TOLUNAY, D. Air pollution effects on an annual ring widths of forest trees in mountainous land of Izmir (Turkey). **Water, Air, and Soil Pollution**, v.3, n. 5-6, p. 223-250, 2003.

TORMENA, C. A.; ROLOFF, G. Dinâmica da resistência à penetração de um solo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.20, n.2, p.333-339, 1996.

TURTON, S. M.; FREIBURGER, H. J. **Edge and aspect effects on the microclimate of a small tropical forest remnant on the Atherton Tableland, northeastern Australia.** In: LAURENCE, W. F.; BIERREGAARD, R. O. Tropical forest remnants. Chicago: The University of Chicago, 1997. p.45-54.

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

VALÉRIO, Á. F.; WATZLAWICK, L. F.; BALBIONOT, R. Análise Florística e Estrutural do Componente Arbóreo de um Fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Clevelândia, Sudoeste do Paraná, **Ciências Agrárias Ambientais**, v. 6, n.2, p.239-248, 2008.

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

WALTER, H. Ecology of tropical and subtropical vegetation. **Edinburg: Oliver & Boyd**, v.2, p. 1-29, 1971.

WATZLAWICK, L. F.; VULCANIS, L.; SAQUETTA, C. R.; NUTTO, L. Perspectivas de manejo de Capororoca (*Myrsine umbellata* MART.) utilizando Análise Retrospectiva. **Revista Ambientia**, v. 1, n. 1, p. 71-82, 2005.

WATZLAWICK, L. F.; ALBUQUERQUE, J. M.; REDIN, C. G.; LONGH, R. V.; LONGH, S. J. Estrutura, diversidade e distribuição espacial da vegetação arbórea na Floresta Ombrófila Mista em Sistema Faxinal. **Revista Ambientia**, v.7, n.3, p. 415 – 427, 2011.