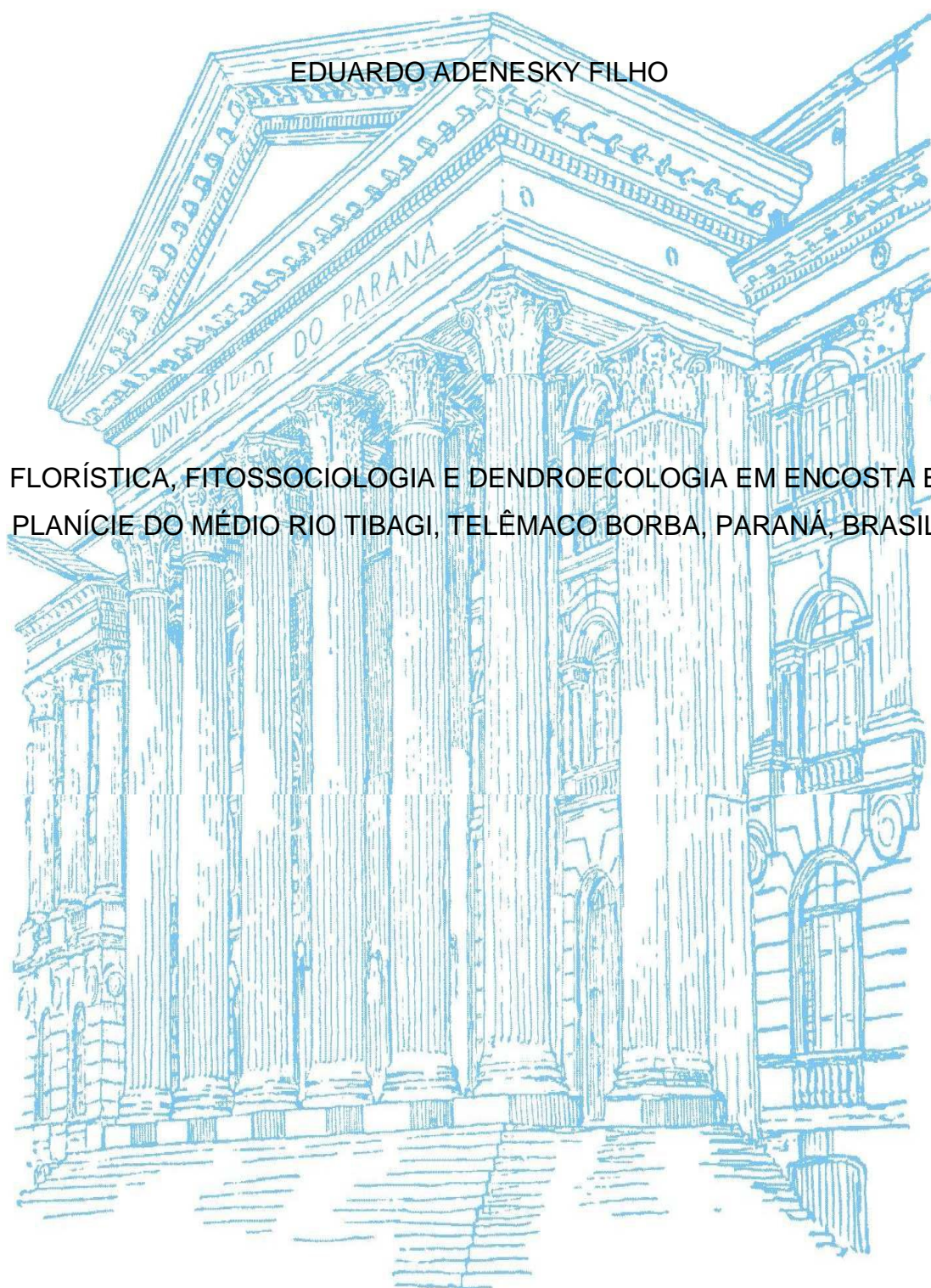


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

EDUARDO ADENESKY FILHO

FLORÍSTICA, FITOSSOCIOLOGIA E DENDROECOLOGIA EM ENCOSTA E
PLANÍCIE DO MÉDIO RIO TIBAGI, TELÊMACO BORBA, PARANÁ, BRASIL



Curitiba

2014

EDUARDO ADENESKY FILHO

FLORÍSTICA, FITOSSOCIOLOGIA E DENDROECOLOGIA EM ENCOSTA E
PLANÍCIE DO MÉDIO RIO TIBAGI, TELÊMACO BORBA, PARANÁ, BRASIL

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Área de concentração em Conservação da Natureza, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial a obtenção do título de Doutor em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Franklin Galvão
Co-orientador: Dr. Paulo César Botosso

Curitiba
2014

Ficha catalográfica elaborada por Denis Uezu – CRB 1720/PR
Biblioteca de Ciências Florestais e da Madeira - UFPR

Adenesky Filho, Eduardo

Florística, fitossociologia e dendroecologia em encosta e planície do médio Rio Tibagi, Telêmaco Borba, Paraná, Brasil / Eduardo Adenesky Filho. – 2014
140 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Franklin Galvão

Coorientador: Dr. Paulo César Botosso

Tese (doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Defesa: Curitiba, 28/02/2014.

Área de concentração: Conservação da Natureza

1. Levantamentos florestais - Paraná. 2. Pinheiro-do-paraná. 3. Dendrocronologia. 4. Comunidades vegetais. 5. Teses. I. Galvão, Franklin. II. Botosso, Paulo César. III. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias. IV. Título.

CDD – 634.98162

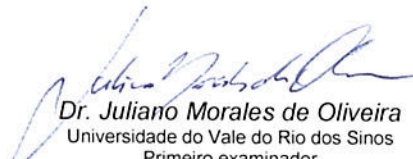
CDU – 634.0.524.6(816.2)

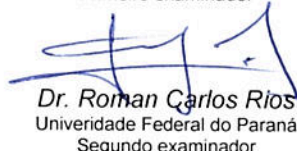


Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências Agrárias - Centro de Ciências Florestais e da Madeira
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal

PARECER
Defesa nº. 1025


A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, após arguir o(a) doutorando(a) *Eduardo Adenisky Filho* em relação ao seu trabalho de tese intitulado "**FLORÍSTICA, FITOSSOCIOLOGIA E DENDROECOLOGIA EM ENCOSTA E PLANÍCIE DO MÉDIO RIO TIBAGI, TELÊMACO BORBA, PARANÁ, BRASIL**", é de parecer favorável à **APROVAÇÃO** do(a) acadêmico(a), habilitando-o(a) ao título de *Doutor* em Engenharia Florestal, área de concentração em **CONSERVAÇÃO DA NATUREZA**.


Dr. Juliano Morales de Oliveira
Universidade do Vale do Rio dos Sinos
Primeiro examinador


Dr. Roman Carlos Rios
Universidade Federal do Paraná
Segundo examinador


Dr. Afonso Figueiredo Filho
Universidade Federal do Paraná
Terceiro examinador


Dr. Paulo Cesar Botosso
Embrapa Florestas
Quarto examinador


Dr. Franklin Galvão
Universidade Federal do Paraná
Orientador e presidente da banca examinadora



Curitiba, 28 de fevereiro de 2014.


Antonio Carlos Batista
Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal

*"Se tristes num deserto
Estamos a chorar,
Jesus esta bem perto
E pode consolar.
São firmes as promessas
Que nossa fé mantém,
E nunca falham essas
Junto aos que nele crêem"*

DEDICO

Em memória de meu pai Eduardo
Adenesky, que ficou ausente
fisicamente ao longo do meu trabalho.

AGRADECIMENTOS

Na realização deste trabalho contei com o apoio, presença e amizade de muitas pessoas, cujos nomes a ser destacado:

Ao meu pai, Eduardo Adenesky (memória), que solicitou "sempre termine o que começou", e à minha mãe, Ruth Fernandes Adenesky, pela educação, incentivo e apoio no desenvolvimento do trabalho.

À minha irmã Ilma Adenesky, por sempre estar disposta a me apoiar nas dificuldades enfrentadas.

À minha namorada Tamyres da Costa, pelo amor e compreensão. E sua família pelo apoio incondicional e orações.

Ao Prof. Dr. Franklin Galvão pelo companheirismo, transmitir tranquilidade nos momentos de desafio, empenho em orientar, pela confiança, por compartilhar seu vasto conhecimento, força e encorajamento para realização da pesquisa, demonstrou postura profissional, proporcionou amadurecimento profissional e pessoal.

Ao Dr. Paulo Cezar Botosso pela co-orientação deste trabalho, ampliando à visão em relação aos estudos dendrocronológicos.

À Prof^a. Dr^a. Yoshiko Saito Kuniyoshi, por me acolher em sua residência, e pelos cuidados e conselhos de mãe.

Aos colegas da equipe "flora", Eduardo Lozano (Podocarpus), Bianca Canestraro (Selaginela), Rodolfo Bonaldi (Astronium), Vanessa (Guatteria), Cássio Michelon (Blechnum), Luiz Perret (Ilex), Mariana (Schinus), Thuane Bouchorni (Ocotea), Felipe Marinero (Piper), Thiago Helmor (Aster), pelo apoio de campo, conhecimento e amizade. Aos colegas Fabio Goes e Pedro Camargo e outros que não lembro o nome, mas que contribuíram imensamente.

Peter Costa e Nilson Marchioro, pelo apoio de campo na realização do trabalho.

Aos membros da Copel, Henri Joseph E. Colemonts, Julia Santos, Joachim Graf Neto, Mario Torres, Paulo Chaves Camargo e, em especial, ao Murilo Barddal, pela confiança depositada para realizar esse imenso trabalho, disponibilizando recursos, apoios e pelas conversas.

Ao seu João Torques, carpinteiro da Embrapa Florestas, por proceder o polimento dos maiores discos de *Araucaria angustifolia*.

Ao colega de laboratório Augusto Rodrigues de França, pela ajuda e colaboração na marcação e controle de várias amostras.

Ao Tomaz Longhi, por me auxiliar nas técnicas de processamento em dendrocronologia e continuar parte do trabalho.

Aos colegas de moradia Lucio Jary pela convivência.

Agradeço a todos que com um sorriso, um olhar, uma crítica estiveram ao meu lado e colaboraram.

A sombra das araucárias

*Não aprofundes o teu tédio.
Não te entregues à mágoa vã.
O próprio tempo é o bom remédio:*

Bebe a delícia da manhã.

*A névoa errante se enovela
Na folhagem das araucárias.
Há um suave encanto nela
Que enleia as almas solitárias...*

*As cousas têm aspectos mansos.
Um após outro, a bambolear,
Passam, caminhos d'água, os
gansos.
Vão atentos, como a cismar...*

*No verde, à beira das estradas,
Maliciosas em tentação, Riem*

*amoras orvalhadas.
Colhe-as: basta estender a mão.*

*Ah! Fosse tudo assim na vida!
Sus, não cedas à vã fraqueza...
Que adianta a queixa repetida?
Goza o painel da natureza.*

*Cria, e terás com que exaltar-te
No mais nobre e maior prazer.
A afeiçoar teu sonho de arte
Sentir-te-ás convalescer.*

*A arte é uma fada que transmuta
E transfigura o mau destino.
Prova. Olha. Toca. Cheira.
Escuta.
Cada sentido é um dom divino.*

Manuel Bandeira

RESUMO

A construção da usina hidroelétrica de Mauá, sobre o rio Tibagi, removeu uma extensa área de floresta paranaense. Uma parceria formada pela UFPR e a COPEL, em 2012, permitiu o presente estudo, cujos objetivos são fornecer informações florísticas e fitossociológicas da vegetação florestal, assim como uma análise dendroecológica de *Araucaria angustifolia* amostrada na encosta e na planície da bacia do rio Tibagi, no município de Telêmaco Borba, Paraná. O levantamento florístico registrou elevada diversidade, totalizando 218 espécies arbóreas nativas, o que corresponde a 42% do registrado para toda a Bacia do rio Tibagi. A localização dos fragmentos nos limites latitudinais e altitudinais de ocorrência da Floresta Estacional Semidecidual (FESD) e da Floresta Ombrófila Mista (FOM) permitiu compartilhar espécies das duas unidades fitogeográficas, apontando a área como um ecótono de especial valor à conservação. O domínio das espécies clímax exigentes em luz, em conjunto com as clímax tolerantes à sombra e pioneiras, demonstra que os fragmentos se apresentam como mosaicos de fases sucessionais distintas. A classificação do continente geográfico apontou as espécies de ampla distribuição e da bacia do Paraná/Uruguai como as mais representativas em comparação com as do Atlântico e Pinhais. O levantamento fitossociológico destes ambientes manteve as mesmas características do levantamento florístico. A presença dos diques de diabásio, impondo uma pedogênese de maior trofia, somada às diferentes condições físicas, determinou que a cobertura vegetal de encosta tenha maior diversidade vegetal. O mesmo efeito foi verificado no incremento em diâmetro e altura estatisticamente ($p < 0,0001$) superiores para o ambiente de encosta, considerando o período de crescimento em comum para *Araucaria angustifolia* de 223 anos. Os indivíduos de *A. angustifolia* analisados indicam, pela largura dos anéis, que exemplares estabelecidos após o incêndio de 1963 não tiveram restrição de recursos, já, as árvores mais velhas, possivelmente recrutadas em ambiente florestal de baixa irradiância solar, seguiram uma estratégia ecológica de sobrevivência investindo no crescimento em altura em prejuízo do crescimento diamétrico. O sincronismo entre as séries temporais de cada ambiente foi satisfatório. A extensão cronológica obtida de 370 anos (1641 - 2010) para *Araucaria angustifolia* fornece elementos importantes ao desenvolvimento e extensão de cronologias regionais para a espécie. A associação das variáveis meteorológicas com as séries cronológicas indicou que sinais climáticos influenciam de forma diferenciada em cada ambiente. A precipitação foi o fator limitante para os indivíduos de encosta e a temperatura o fator limitante aos indivíduos de planície, ambos coincidindo com os meses de maior liberação de crescimento.

Palavras-chaves: Análise de vegetação. Dendrocronologia. *Araucaria angustifolia*.

ABSTRACT

The construction of Maua hydropower plant, on the Tibagi river, located between the municipalities of Telêmaco Borba and Ortigueira, removed a extensive forest area. Thus amid a partnership formed by UFPR and COPEL, in 2012, informations and part of the extracted material from areas deforested, is used in the present study, which aims to provide informations from to a floristic and phytosociological survey of forest vegetation, and dendroecological of specie *Araucaria angustifolia*, both sampled in the slope and in the plain of Tibagi river, county Telemaco Borba, Parana. The floristic survey recorded high diversity, totaling 218 native arboreal species, which correspond to 42% of this in the river basin Tibagy. The location of the fragment in the latitudinal and altitudinal limits occurrence of Semideciduous Forest and Ombrophilous Mixed Forest, permitted to share species of two phytogeographic units, pointing the area as an ecotone of special value to the conservation. The mastery of light demanding species together with the tolerantes to shade and pioneers demonstrates that the fragment is presented as mosaic of different successional stages. The classification of geographic continent pointed species of wide distribution and Parana/Uruguay basin as more representative compared to Atlantic and Pinhais basins. The phytosociological survey such environments, kept the same characteristics of floristic survey. The presence of dykes diabase, imposing a pedogenesis higher trophic, added to different physical conditions, allowed the vegetable cover of slope greater plant diversity. The same effect was observed in diameter increment and height statistically superior to slope environment, considering the growth period in common to *Araucaria angustifolia* of 223 years. The individuals of *Araucaria angustifolia* when separate before and after the fire 1963, pointed out that young specimens were able to quickly overcome competing vegetation, since the trees old, possibly recruited in forest environment of low irradiance, followed by an ecological survival strategy investing slowly in diameter growth. The synchronism between the temporal series of each environment was satisfactory, evidencing common sinal between individuals. The chronological extension obtained 370 years (1641-2010) for *Araucaria angustifolia*, provides important elements for the development and extent of regional chronologies for the species. The association of meteorological variables with the chronological series found that climatic signals influence differentially in each environment. Thus, the precipitation was limiting factor for individuals on the slope and average temperature threshold of lowland individuals, both coinciding with the months increased release of growth.

Keywords: Analysis of vegetation. Dendrochronology. *Araucaria angustifolia*.

LISTA DE FIGURAS

REVISÃO BIBLIGRÁFICA

- FIGURA 1 - Mapa geológico do Paraná (MINEROPAR, 2001). Circulo vermelho referência a região de estudo e a ocorrência de diques diabásio.....18
- FIGURA 2 - Diagrama com valores médios mensais de precipitação (mm) e de temperatura (°C) para a região de estudo.....22
- FIGURA 3 - Mapas do estado do Paraná com as principais áreas afetadas pelo incêndio de 1963 (GAZETA DE MARINGÁ, 1963)23
- FIGURA 4 - Imagem de uma *Araucaria angustifolia* em chamas no incêndio de 1963 (direita). Povoamento de araucária da empresa Klabin queimado por completo (GAZETA DE MARINGÁ, 1963)24
- FIGURA 5 - Casa e vegetação destruídos pelo incêndio de 1963 (esquerda). Agricultores deixando a região (GAZETA DE MARINGÁ, 1963)24

CAPÍTULO I

- FIGURA 1 - Mapa de localização da área de estudo, município de Telêmaco Borba - PR. Pontos em vermelho identificam as áreas amostrais dos levantamentos fitossociológicos e verde e vermelho o levantamento florístico.....39
- FIGURA 2 - Mapa de caracterização da vegetação, geologia e pedologia do fragmento florestal situado na encosta, município de Telêmaco Borba - PR. Retângulo em vermelho (hachurado), delimita a área de estudo e as linhas vermelhas representam os pontos amostrais.....41
- FIGURA 3 - Mapa de caracterização da vegetação, geologia e pedologia do fragmento florestal situado na planície do rio Tibagi, município de Telêmaco Borba - PR. Retângulo em vermelho (hachurado), delimita a área de estudo e as linhas vermelhas representam os pontos amostrais.....42
- FIGURA 4 - Distribuição do número de espécies por unidade fitogeográfica preferencial. Comum: espécie presente em ambas unidades; FESD: Floresta Estacional Semidecidual; FOM: Floresta Ombrófila Mista...54

- FIGURA 5 - Distribuição do número de espécies por grupo ecológico. P = pioneira; CL = clímax exigente de luz; CS = clímax tolerante à sombra.....56
- FIGURA 6 - Diagrama de Venn, representando a porcentagem de contribuição das espécies dos respectivos contingentes geográficos: bacia do Paraná/Uruguai (BPU), Atlântico (ATL), Pinhais (PIN) e de ampla distribuição (EAD).....57
- FIGURA 7 - Análise de agrupamento entre as áreas de encosta (B1 a B9) e planície (A1 a A7), pelo método de Ward, utilizando índice de Jaccard e presença e ausência das espécies.....60
- FIGURA 8 - Curva de acumulação de espécies por unidade de amostra, para os ambientes de encosta e planície do rio Tibagi.....61
- FIGURA 9 - Listagem dos Índices de Diversidade de Shannon (H') de diversos estudos nas Florestas Ombrófila Mista e Estacionais do Sul e Sudeste do Brasil.....66
- FIGURA 10 - Distribuição do número de indivíduos por classes de diâmetro (cm) (esquerda) e altura (m) (direita) dos indivíduos amostrados na área de encosta e planície de inundação do rio Tibagi, Telêmaco Borba, PR.....67

CAPÍTULO II

- FIGURA 1 - Mapa de localização da área de estudo, município de Telêmaco Borba - PR. Pontos em vermelho identificam as áreas de coleta das amostras de *Araucaria angustifolia*.....76
- FIGURA 2 - Mapa de caracterização da vegetação, geologia e pedologia do fragmento florestal situado na encosta, município de Telêmaco Borba - PR. Retângulo em vermelho (hachurado) delimita a área de estudo e os pontos vermelhos representam os indivíduos de *Araucaria angustifolia* amostrados.....78
- FIGURA 3 - Mapa de caracterização da vegetação, geologia e pedologia do fragmento florestal situado na planície do rio Tibagi, município de Telêmaco Borba - PR. Retângulo em vermelho (hachurado) delimita a área de estudo e os pontos vermelhos representam os indivíduos de *Araucaria angustifolia* amostrados.....79
- FIGURA 4 - Coleta das amostras de madeira (discos do tronco) pelo método destrutivo. Seleção do indivíduo (A), abate (B) e secções transversais do fuste de *Araucaria angustifolia* (C), mostrando (setas) os discos da base e do ultimo verticilo vivo utilizados nas análises.....80

FIGURA 5 -	Valores médios de precipitação (mm) e de temperatura (°C) correspondentes aos períodos de 1947 a 2010 e de 1974 a 2010, respectivamente.....	83
FIGURA 6 -	Incremento radial médio das araucárias localizadas na área de encosta (linha preta) e planície do rio Tibagi (linha cinza), para o intervalo comum de 1787 a 2010.....	85
FIGURA 7 -	Valores de incremento médio em altura (linha preta) e tempo para atingir a altura de 10 m das araucárias localizadas nas áreas de encosta (A1 a A19) e de planície do rio Tibagi (B1 a B18)	92
FIGURA 8 -	Seções transversais de <i>Araucaria angustifolia</i> , evidenciando baixas taxas de incremento diamétrico nos primeiros anos de estabelecimento (A) e indivíduos com elevadas taxas de incremento. Barras em vermelho representam 1 cm.....	92
FIGURA 9 -	Resumo da sincronização de <i>Araucaria angustifolia</i> para o ambiente de encosta. A - séries temporais; B - série padronizada; C - número de árvores utilizadas por período.....	96
FIGURA 10 -	Resumo da sincronização de <i>Araucaria angustifolia</i> para o ambiente de planície do rio Tibagi - PR. A - séries temporais; B - série padronizada; C - número de árvores utilizadas por período.....	97
FIGURA 11 -	Aspectos dos anéis de crescimento de <i>Araucaria angustifolia</i> . Anomalias anatômicas indicadas por setas, anel em cunha (A), flutuação intra-anual de densidade (B) e cicatrizes (C). Barras em vermelho indicam escala de 1 cm.....	98
FIGURA 12 -	Evidências do incêndio florestal ocorrido em 1963, com a formação de cicatrizes no lenho de algumas espécies ocorrendo na área de estudo: <i>Araucaria angustifolia</i> (A), <i>Myrcarpus frondosus</i> (B) e <i>Aspidosperma polyneuron</i> (C)	99
FIGURA 13 -	Resumo da sincronização de <i>Araucaria angustifolia</i> para a área. Séries temporais (A); série padronizada (B); número de árvores utilizadas por período (C)	100
FIGURA 14 -	Correlações da série padronizada de <i>Araucaria angustifolia</i> com a precipitação mensal acumulada, no ambiente de encosta e planície do rio Tibagi - PR. Colunas em cinza indica a significância dos dados ($p < 0,05$)	102
FIGURA 15 -	Correlações da série padronizada de <i>Araucaria angustifolia</i> com as médias mensais de temperatura, no ambiente de encosta e planície do rio Tibagi - PR. Colunas em cinza indica a significância dos dados ($p < 0,05$)	104

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

- TABELA 1 - Lista de espécies organizadas pela unidade fitogeográfica preferencial, grupo ecológico e contingente geográfico, registrado no fragmento florestal localizado no município de Telêmaco Borba, PR.....47
- TABELA 2 - Parâmetros do levantamento nos ambientes de encosta e planície de inundação do rio Tibagi, município de Telêmaco Borba, PR.....61
- TABELA 3 - Parâmetros fitossociológicos da área de encosta e planície para as 10 espécies com maior valor de importância, dispostos em ordem decrescente.....62

CAPÍTULO II

- TABELA 1 - Descrição das características e parâmetros estatísticos considerados na avaliação do crescimento em diâmetro de *Araucaria angustifolia* entre o período comum de 1787 a 2010 (223 anos) para os ambientes de encosta e de planície do rio Tibagi-PR.....84
- TABELA 2 - Períodos em décadas de incremento radial médio com diferença estatística significativa pela análise de variância ANOVA ($p < 0,001$) entre as araucárias de encosta e planície do rio Tibagi - PR.....87
- TABELA 3 - Descrição das características e parâmetros estatísticos considerados na avaliação de idade e do crescimento em altura dos indivíduos de *Araucaria angustifolia*, para o ambiente de encosta e planície do rio Tibagi-PR.....90
- TABELA 4 - Descrição das características e parâmetros estatísticos considerados na avaliação de idade e do crescimento em altura dos indivíduos de *Araucaria angustifolia*, separados em antes e após o incêndio de 1963, para o ambiente de encosta e planície do rio Tibagi-PR.....91
- TABELA 5 - Parâmetros numéricos e estatísticos considerados e resultados obtidos na avaliação de sincronia das séries temporais de *Araucaria*

angustifolia para os ambientes de encosta e planície do rio Tibagi -
PR com uso do programa COFECHA.....95

TABELA 6 - Intercorrelações (r) obtidas para a *Araucaria angustifolia* em estudos
dendrocronológicos conduzidos em diferentes localidades do sul do
Brasil e no exterior.....101

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	18
2.1.1 Geologia.....	18
2.1.2 Solos e Geomorfologia.....	20
2.1.3 Clima.....	21
2.1.4 Hidrografia.....	22
2.1.5 Histórico da Área.....	23
2.2 VEGETAÇÃO E ECÓTONO.....	24
2.3 FLORESTA OMBRÓFILA MISTA.....	26
2.4 FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL.....	27
2.5 A ESPÉCIE <i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) O. Kuntze.....	28
2.6 DENDROECOLOGIA.....	31
CAPÍTULO 1 - FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLOGIA DE UM FRAGMENTO FLORESTAL EM ENCOSTA E EM PLANÍCIE DO RIO TIBAGI, TELÊMACO BORBA, PR	34
RESUMO	34
ABSTRACT	35
1 INTRODUÇÃO	36
2 MATERIAL E MÉTODOS	39
2.1 ÁREA DE ESTUDO.....	39
2.2 SELEÇÃO DOS FRAGMENTOS.....	40
2.3 ANÁLISE DE VEGETAÇÃO.....	42
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
3.1 RIQUEZA FLORÍSTICA.....	46
3.2 UNIDADES FITOGEOGRÁFICAS.....	53
3.4 GRUPOS ECOLÓGICOS.....	55
3.5 CONTINGENTE GEOGRÁFICO.....	56
3.6 ANÁLISE DE AGRUPAMENTO.....	59
3.7 DESCRIÇÃO DOS AMBIENTES.....	60
3.8 CLASSES DE DIÂMETRO E ALTURA.....	66

4 CONCLUSÕES	70
CAPÍTULO 2 - DENDROECOLOGIA DE <i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) O. Kuntze SOB DUAS CONDIÇÕES GEOMORFOLÓGICAS EM ECÓTONO DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL E FLORESTA OMBRÓFILA MISTA, PARANÁ, BRASIL	72
RESUMO	72
ABSTRACT	73
1 INTRODUÇÃO	74
2 MATERIAL E MÉTODOS	76
2.1 ÁREA DE ESTUDO.....	76
2.1.1 SELEÇÃO DOS FRAGMENTOS.....	77
2.1.2 AMOSTRAGEM E MEDIÇÃO DOS ANÉIS DE CRESCIMENTO.....	79
2.1.3 ANÁLISE DOS DADOS.....	81
2.2 RELAÇÃO ENTRE CRESCIMENTO E O CLIMA.....	83
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	84
3.1 CRESCIMENTO EM DIÂMETRO DE <i>Araucaria angustifolia</i> ENTRE OS AMBIENTES.....	84
3.2 IDADE E CRESCIMENTO EM ALTURA DAS <i>Araucaria angustifolia</i> ENTRE OS AMBIENTES.....	90
3.3 SINCRONIZAÇÃO E OBTENÇÃO DAS SÉRIES DOS ANÉIS DE CRESCIMENTO.....	95
3.4 CORRELAÇÕES ENTRE A CRONOLOGIA E VARIÁVEIS CLIMÁTICAS.....	101
4 CONCLUSÕES	106
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	108
APÊNDICES	135

1 INTRODUÇÃO

A construção de barragens para a geração de energia elétrica tem se intensificado no Brasil nas últimas décadas, uma vez que a matriz energética do país é composta principalmente pela hidroeletricidade.

Dado que a obra civil da barragem é acompanhada de uma área de alagamento, geralmente de grandes dimensões, os impactos ambientais são inegáveis.

O principal impacto das hidrelétricas sobre a flora decorre da necessidade de remoção de todo o material vegetal nas áreas a serem inundadas (ELETROBRÁS, 1999). A magnitude do impacto depende da natureza do relevo, da altura do barramento e das características das formações vegetais a serem removidas, sendo agravada pela presença de espécies endêmicas ou ameaçadas de extinção.

A legislação atual exige, antes de a área ser alagada, que a vegetação seja removida (COMASE, 1994), como também determina o seu resgate e aproveitamento científico (LACTEC, 2010).

Com a construção da usina hidrelétrica de Mauá, na porção média do rio Tibagi, no estado do Paraná, região com predomínio de vegetação florestal pouco estudada, apenas registros de incêndios e de mineração (TETTO *et al.*, 2012; FERNANDES, 1974 e GAZETA DE MARINGÁ, 1963), surgiu a possibilidade de desenvolver pesquisas dendroecológicas, florísticas e fitossociológicas específicas.

Estudos dendroecológicos combinados com estudos fitossociológicos permitem ampliar as possibilidades de interpretação das comunidades florestais visando o seu uso sustentável e os esforços de conservação.

Seções transversais das árvores são usadas para a leitura dos anéis de crescimento, o que permite a reconstrução ao longo do tempo, e também investigar a influência das variáveis ambientais no desenvolvimento vegetal.

Araucaria angustifolia é uma espécie emblemática do estado do Paraná e recebeu a atenção de pesquisadores sobre suas características ecológicas de expansão e domínio na Floresta Ombrófila Mista (MAACK, 2012; HUECK, 1972; RAMBO, 1961 e KLEIN, 1960).

Desta forma, o presente trabalho tem por objetivo avaliar as características estruturais da floresta como um todo e posteriormente compartimentada em uma

área de encosta e outra de planície do rio Tibagi, como também estudar os anéis de crescimento da espécie *Araucaria angustifolia*.

O trabalho foi organizado em capítulos para facilitar a compreensão, tendo inicialmente uma breve revisão bibliográfica sobre os assuntos abordados.

No primeiro capítulo são abordados aspectos da florística de toda a área do reservatório, bem como avalia a possível ocorrência de um ecótono entre a Floresta Ombrófila Mista e a Floresta Estacional Semidecidual; e a fitossociologia compreendendo uma área de encosta e outra de planície do rio Tibagi, avaliando diferenças na composição florística e na estrutura, em decorrência do arcabouço geopedológico.

No segundo capítulo é abordado o estudo dendroecológico de indivíduos de *Araucaria angustifolia* localizados na encosta e planície do rio Tibagi, analisando o sincronismo entre as séries temporais e a relação entre o crescimento e variáveis meteorológicas (e.g.: temperatura e precipitação) e possíveis efeitos do incêndio florestal de 1963.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

2.1.1 Geologia

A área ocupa a porção média da Bacia do rio Tibagi, correspondendo geologicamente à sequência de sedimentos do Paleozoico/Mesozoico da Bacia Sedimentar do Paraná (FIGURA 1). A bacia hidrográfica do rio Tibagi conta com uma área aproximada de 24.712 km² e está posicionada na porção Leste do estado do Paraná, no sentido Sul-Norte. Sua nascente está situada na região de Ponta Grossa, no Paraná (PINESE, 2002).

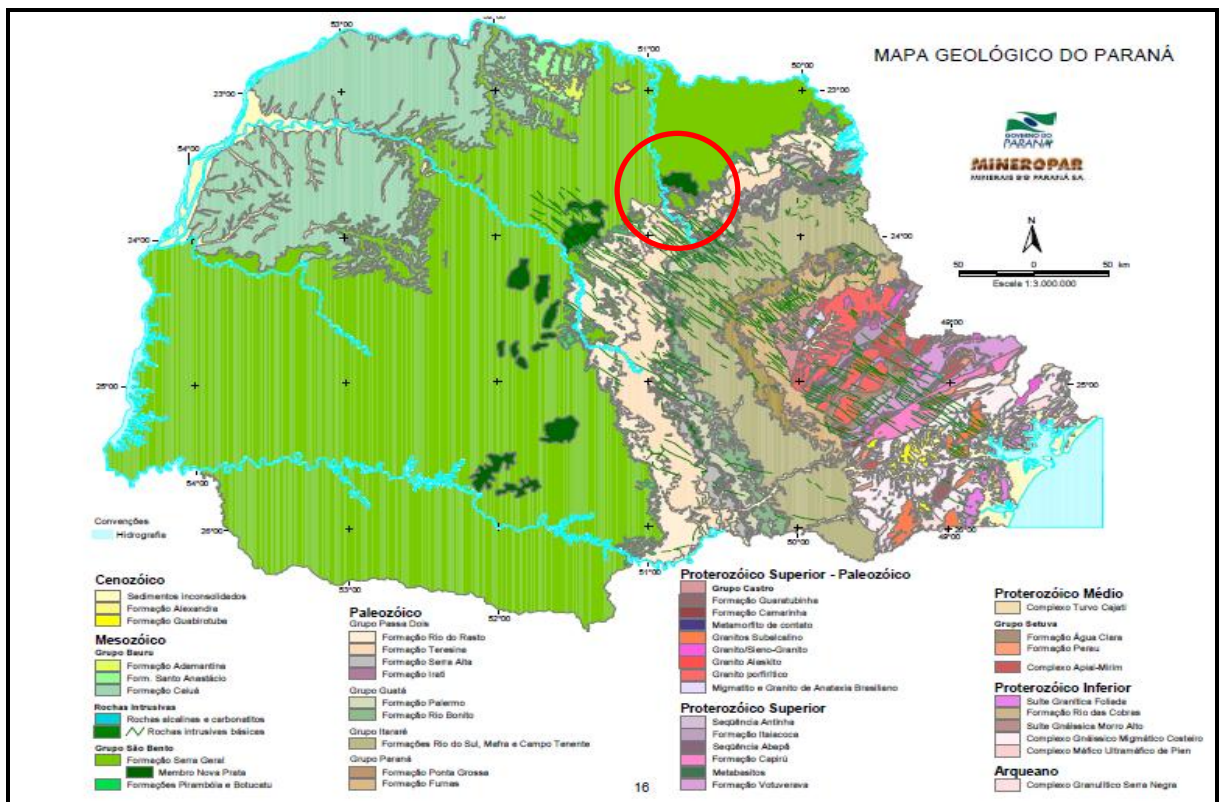


FIGURA 1 - Mapa geológico do Paraná. Círculo vermelho referência a região de estudo e a ocorrência de diques diabásio.

FONTE: MINEROPAR (2001).

As principais feições estruturais da Bacia do Paraná apresentam direções NW-SE e NE-SW, e podem constituir falhas simples ou extensas zonas de falha. O

padrão estrutural atual de cada um desses alinhamentos é diferente, principalmente porque as falhas com orientação NW-SE foram fortemente reativadas durante a quebra Juro-cretácea do continente Gondwana, enquanto as de direção NE-SW não o foram (CNEC, 2004). Este evento tectônico foi o mais forte dentre aqueles que, de alguma forma, afetaram a Bacia Sedimentar do Paraná, reativando as falhas NW-SE pré-existentes, criando, provavelmente, várias outras paralelas a esta direção, promovendo o condicionamento de milhares de corpos ígneos intrusivos e a extrusão dos derrames de lava (PINESE, 2002).

Na área de estudo afloram rochas pertencentes aos Grupos Itararé, Guatá, Passa Dois e rochas básicas do Grupo São Bento (MILANI *et al.*, 1994).

O Grupo Itararé tem espessura máxima em torno de 1.300 m, assinalada no centro-oeste do estado de São Paulo (PRÓ-MINÉRIO, 1981), a qual diminui gradativamente em direção às rochas da borda da bacia. As litologias mais comuns desse grupo são os argilitos, arenitos, diamictitos, siltitos e folhelhos (SCHNEIDER *et al.*, 1974; PETRI e FÚLFARO, 1983). O Grupo Itararé, segundo Schneider *et al.* (1974), é subdividido nas seguintes formações: Campo do Tenente, Mafra, Rio do Sul e Aquidauana. As três primeiras formações apresentam ampla distribuição no âmbito da bacia hidrográfica do rio Tibagi (nas regiões de Telêmaco Borba e Uvaia).

Segundo Schneider *et al.* (1974), o Grupo Guatá constitui-se de siltitos cinza-esverdeados e arenitos, com intercalações de camadas de carvão e de folhelhos carbonosos. Esse grupo, de idade permiana, é dividido em duas formações: Rio Bonito e Palermo, ambas aflorantes na bacia hidrográfica do rio Tibagi (região de Curiúva) e na área de estudo.

De importância na área, a Formação Rio Bonito, de idade neo-permiana, aflora nos estados de Santa Catarina e Paraná contendo espessura máxima de 269 m. É constituída, nos terços inferior e superior, predominantemente por arenitos. No terço médio prevalecem siltitos e folhelhos contendo camadas de carvão e calcários com ocasionais intercalações de arenitos. Sucessões de ritmitos com estruturas de sobrecarga e marcas de sola na parte inferior de leitos arenosos são estruturas frequentes nessa formação (PETRI e FÚLFARO, 1983). A Formação Palermo, de idade neo-permiana, aflora nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, e sua maior espessura é 281 m. Segundo Petri e Fúlfaro (1983), sua constituição litológica é predominantemente de siltitos arenosos cinza-amarelados e cinza-esverdeados. Localmente, ocorrem arenitos finos a médios no topo, e

concreções e nódulos de sílex na base. Contém estruturas mosqueadas, deformadas e de sobrecarga.

O Grupo Passa Dois, em sua porção no estado do Paraná e, mais especificamente, na bacia hidrográfica do rio Tibagi, aflora em faixas estreitas e constitui-se de quatro formações: Irati, Serra Alta, Teresina e Rio do Rasto (SCHNEIDER *et al.*, 1974). É característico no curso médio do rio Tibagi e é melhor visualizado no perfil entre os municípios de Sapopema e São Jerônimo da Serra.

O Grupo São Bento é marcado por ambiente de deposição desértico e por derrames basálticos. Constituído pelas formações Pirambóia, Botucatu e Serra Geral, é uma característica marcante da porção inferior da bacia hidrográfica do rio Tibagi (SCHNEIDER *et al.*, 1974).

Na região são assinaladas inúmeras ocorrências de corpos intrusivos, como os diques de composição basáltica e diabásica (FIGURA 1) e de composição riodacítica formando o Arco de Ponta Grossa estudados por Pinese (2002) e Piccirillo *et al.* (1990), com direções predominantes N 45° W, os quais encontram-se alojados tanto nos basaltos como nos sedimentos da Bacia do Paraná. Na realidade, os diques básicos e ácidos cortam todas as litologias descritas, inclusive aquelas do embasamento cristalino, como granitóides e rochas do Grupo Açungui (MAACK, 2012). A presença desses lineamentos geológicos, segundo Curcio (2006b), impõe uma pedogênese de maior trofia ao ambiente e também maiores teores de argila ao sistema.

2.1.2 Solos e Geomorfologia

Na bacia do rio Tibagi observa-se uma grande variedade de solos e de associações com diversas classes presentes, que, de acordo com as três regiões fisiográficas que ali predominam (MAACK, 2012), podem apresentar Neossolos, Cambissolos e Latossolos na área do primeiro planalto; Cambissolos predominam e aparecem em associações com os Neossolos, Argissolos e Latossolos na área do segundo planalto; Latossolos e Nitossolos na área do terceiro planalto (STIPP, 2002).

A distribuição dos solos na área de estudo é bastante intrincada e predominam principalmente os Argissolos, Cambissolos, Latossolos, Neossolos e Nitossolos (EMBRAPA, 2006). No ambiente de planície, ocorre o solo do tipo Argissolo

Vermelho-Amarelo, originário de materiais diversos, desde sedimentos aluvio-coluvionares a rochas cristalinas como arenitos, siltitos e mesmo diabásio que ocupa posições mais acidentadas de relevo ondulado. A área de encosta verifica-se Cambissolos Háplicos associados a Neossolos Litólicos, e distribuem-se de forma equitativa com o domínio dos Argissolos.

Nas formações sedimentares sobrepostas a estas encostas, o relevo é caracterizado por apresentar uma topografia mais acidentada, com diques de diabásio longos e estreitos, tendo influência marcante no relevo regional. Em geral, formam cristas bem nítidas na topografia, orientadas quase sempre na mesma direção (NW). O relevo indica uma evolução essencialmente erosiva, assinalada pela presença de pequenos saltos e numerosas corredeiras, além da forte inclinação das encostas. Os saltos geralmente são formados por sills ou diques de diabásio, que cortam ortogonalmente a calha do Tibagi, provocando um estreitamento do rio nestes cruzamentos. Logo a jusante dos diques, é comum se observar o alargamento do canal fluvial, dando origem a poços mais profundos, onde podem ocorrer aluviões mais espessos, eventualmente auríferos e/ou diamantíferos (CNEC, 2004). Cerca de 60% da área apresenta declividade que varia entre 2,9 a 5,7° e o restante (próximo de 40%) apresenta relevo moderadamente a fortemente ondulado (>45°) (LACTEC, 2010; CNEC, 2004).

2.1.3 Clima

Segundo a classificação de Köppen, o clima da área é do tipo Cfb (mesotérmico subtropical úmido com verões quentes). As médias térmicas anuais variam entre 18 e 20°C, atingindo 23 a 25°C no mês mais quente (fevereiro) e 13 a 15°C no mais frio (julho) (IAPAR, 1978). A precipitação pluviométrica anual varia entre 2.070 a 1.000 mm (FIGURA 2), sendo o intervalo dezembro-fevereiro o trimestre mais chuvoso (200 a 155 mm), e entre junho e agosto o mais seco (100 a 75 mm) (INMET, 2012).

Por essas características, a pluviosidade pode ser considerada regionalmente mediana e com estação chuvosa ou seca pouco definida. A umidade relativa do ar oscila entre 70 e 80%, e os índices hídricos anuais na escala de Thornthwaite indicam se tratar de área úmida, portanto sem deficiência hídrica anual (MENDONÇA e OLIVEIRA, 2002; SUDERHSA, 1998; IAPAR, 1978).

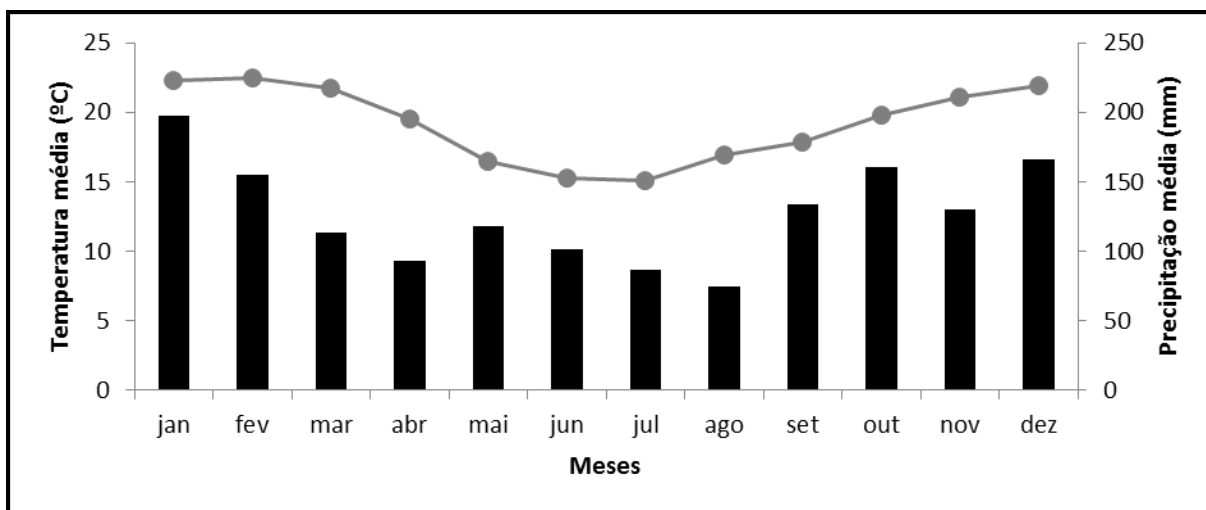


FIGURA 2 - Diagrama com valores médios mensais de precipitação (mm) e de temperatura (°C) para a região de estudo.

2.1.4 Hidrografia

A bacia do rio Tibagi localiza-se entre as coordenadas geográficas 22°47'22" e 25°36'25" de latitude Sul, e 49°36'00" e 51°27'36" de longitude Oeste. Abrange o primeiro, o segundo e o terceiro planalto paranaense. Limita-se ao norte com a bacia do rio Paranapanema; a leste com as bacias dos rios Cinzas e Itararé; a sudeste com a bacia do rio Ribeira; ao sul com a do rio Iguaçu; a este com a bacia do rio Ivaí; e, a noroeste, com a bacia do rio Pirapó. O rio Tibagi possui 65 tributários principais, com uma excelente malha de drenagem nos seus 24.712 km², refletindo a boa distribuição das chuvas ao longo do ano. Uma característica marcante do rio Tibagi são vários saltos e cachoeiras. Ao todo são mais de 91 cachoeiras e corredeiras somadas aos saltos (FRANÇA, 2002).

A bacia sofreu influência de uma das feições estruturais mais importantes em toda a Bacia do Paraná - o Arco de Ponta Grossa. Trata-se de uma grande flexura com eixo na direção NW-SE, aproximadamente no alinhamento que passa pelas cidades de Antonina, Bocaiúva do Sul, Castro, Tibagi, Ortigueira e Maringá, responsável pela grande quantidade de *diques* e *sills* de diabásio na região (CNEC, 2004). Segundo a literatura, nesta região a hidrologia e sua interação com a geologia local é o fator mais importante na composição dessa heterogeneidade. Por exemplo, em planícies de inundação com diferenças microtopográficas, a vegetação alterna-se desde espécies que ocorrem em depressões e toleram longos períodos de alagamento até espécies intolerantes, que ocorrem em sítios topograficamente mais altos (MEDRI *et al.*, 2002a).

2.1.5 Histórico da Área

Uma série de incêndios florestais entre os meses de agosto e setembro de 1963 resultou na queima de cerca de 10% do território do Estado (FIGURA 3). Foi o pior incêndio registrado no Brasil e um dos maiores do mundo (TETTO *et al.*, 2012). O episódio foi resultado da combinação de baixas temperaturas com uma estiagem prolongada. Os campos estavam secos em razão das fortes geadas daquele ano. Como era de costume, os lavradores faziam pequenas queimadas para limpar o terreno. Não demorou muito para o fogo avançar sem controle (GAZETA DE MARINGÁ, 1963).

Ao todo, 128 cidades das regiões norte, central e da região dos Campos Gerais foram afetadas (FIGURA 3). Dois milhões de hectares foram completamente devastados ao longo de dois meses. As chamas se estenderam a Sengés e Jaguariaíva, o que provocou a perda de pelo menos 15 milhões de araucárias. O relatório do governo estadual da época revelou que a cidade de Ortigueira teve 90% da sua área queimada. Mais de 70% das reservas florestais das Indústrias Klabin de Papel e Celulose, cultivadas em uma fazenda de Tibagi, se perderam (FIGURA 4).

Só nesse local, 200 mil de araucárias foram destruídas. Aproximadamente oito mil imóveis, entre casas, galpões e silos, viraram cinzas (FIGURA 5). Cerca de 6 mil famílias, a grande maioria formada por trabalhadores rurais, ficaram desabrigadas. Tratores, equipamentos agrícolas e incontáveis veículos foram atingidos pelo incêndio (GAZETA DE MARINGÁ, 1963).

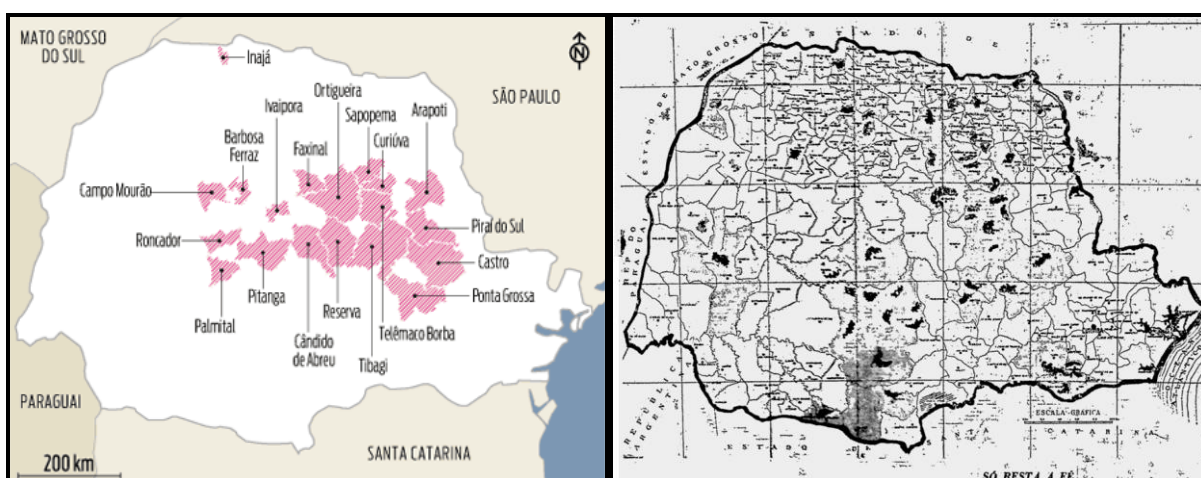


FIGURA 3 - Mapas do estado do Paraná com as principais áreas afetadas pelo incêndio de 1963.
FONTE: GAZETA DE MARINGÁ (1963).



FIGURA 4 - Imagem de uma *Araucaria angustifolia* em chamas no incêndio de 1963 (esquerda). Povoamento de araucária da empresa Klabin queimado por completo (direita).
FONTE: GAZETA DE MARINGÁ (1963).



FIGURA 5 - Casa e vegetação destruídas pelo incêndio de 1963 (esquerda). Agricultores deixando a região (direita).
FONTE: GAZETA DE MARINGÁ (1963).

2.2 VEGETAÇÃO E ECÓTONO

A macrorregião situa-se na porção média da Bacia do rio Tibagi, localiza-se sob o domínio da Mata Atlântica e está inserida na região dos Campos Gerais, definida por Maack (2012) como uma zona natural que inclui áreas de campo, matas de galeria, capões de araucária e refúgios de cerrado. Além destes tipos vegetacionais, também ocorre forte influência da Floresta Estacional.

Em virtude destas características, a região corresponde a uma área de tensão ecológica (ecótono), ou seja, uma área de transição entre dois ou mais tipos de vegetação. Odum (1988) afirma que maiores riqueza e densidade populacional de espécies, sejam animais ou vegetais, estão localizadas em regiões de ecótono, pois estas contêm elementos e espécies características dos tipos vegetacionais formadores do mesmo (ROSE *et al.*, 2010).

Segundo Odum (1988), a expansão de um determinado ecossistema e seu contato com outro, leva a criação de um novo ecótono. Por serem regiões com características presentes nos ecossistemas que a compõem ou características próprias, os organismos que as habitam sofrem uma seleção genética muito intensa, aqueles que são especializados a um dos ecossistemas tendem a não serem encontrados em ecótonos, mas espécies menos especializadas tendem a sobreviver mais facilmente nesse “novo ecossistema” (NEIFF, 2003).

No limite entre o segundo e o terceiro planalto ocorre uma vegetação de transição entre a Floresta Ombrófila Mista e a Floresta Estacional Semidecidual. Esses tipos vegetacionais se organizam em escalas variadas, havendo predominância da Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucária) e da Floresta Estacional Semidecidual (Floresta Mesófila) (VELOSO *et al.*, 1991).

Araucaria angustifolia (Bertol.) O. Kuntze deixa de ocorrer perto do limite abaixo dos 800 m, e espécies típicas da Floresta Estacional Semidecidual passam a ser observadas, como *Aspidosperma polyneuron* (peroba-rosa). Dado o relevo escarpado, que impediu formas de colonização mais agressivas, no médio Tibagi encontram-se alguns dos maiores e melhores fragmentos de vegetação nativa da Bacia deste rio. Com ocorrência subordinada em platôs com Latossolos Amarelos e Vermelho-amarelos na região central da Bacia do Rio Tibagi, estão remanescentes de savanas (cerrados). Apenas pequenos fragmentos ainda persistem (TOREZAN, 2002).

O médio Tibagi apresenta, portanto, florestas de transição, com componentes típicos das porções alta e baixa da Bacia do Rio Tibagi, o que lhe confere uma maior diversidade. Além disso, essa região apresenta pequenas manchas com elementos de cerrado, localizados em Tibagi (HATSCHBACH e ZILLER, 1995) e São Jerônimo da Serra (SOUZA e VIEIRA, 2000; MEDRI *et al.*, 2009) ocorrendo nesses locais, algumas espécies muito típicas e exclusivas como *Caryocar brasiliense*, *Plenckia populnea*, *Kyelmeyera rubriflora*, *Ouratea spectabilis* e *Vochysia tucanorum*.

2.3 FLORESTA OMBRÓFILA MISTA

A Floresta Ombrófila Mista é típica do Planalto Meridional onde ocorre com maior frequência. A sua composição florística é caracterizada por gêneros primitivos como *Drimys*, *Araucaria* e *Podocarpus*. Esta unidade fitogeográfica é exclusiva dos planaltos sulinos brasileiros, com disjunções no Sudeste do país, além da Argentina e Paraguai. Este tipo de floresta contempla elementos das floras tropicais e temperadas, com dominância do pinheiro-do-paraná (HUECK, 1972; VELOSO *et al.*, 1991; RODERJAN *et al.*, 2002). Principia no primeiro planalto paranaense, imediatamente a oeste da Serra do Mar, e estende-se pelo segundo e terceiro planaltos (MAACK, 2012).

A Floresta com Araucária encontrada nas margens de rios configura ecossistemas ribeirinhos conhecidos como mata ciliar ou floresta ripária (KLEIN, 1960). De acordo com IBGE (2012), as Florestas Ombrófilas Mistas podem ser divididas em: Aluvial, em terraços antigos situados ao longo dos flúvios; Submontana, abaixo a 400 m de altitude; Montana, de 400 até 1.000 m de altitude e Alto-montana, quando situadas a mais de 1.000 m de altitude.

Segundo Roderjan *et al.* (2002), a Floresta com Araucária é uma unidade fitoecológica onde se contempla a coexistência de representantes das floras tropical (afro-brasileira) e temperada (austro-brasileira), com marcada relevância fisionômica de elementos das ordens Coniferales e Laurales, onde domina *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. Dentre as espécies vegetais típicas, destacam-se *Araucaria angustifolia* (Bertol.) O. Kuntze (pinheiro-do-paraná), *Ocotea porosa* L. Barroso (imbuia), *Dicksonia sellowiana* Hook. (xaxim) e *Ilex paraguariensis* St.-Hil. (erva-mate), com exceção da última, todas ameaçadas de extinção (SEMA, 1995).

Outras espécies também são muito representativas nesta unidade, de acordo com Rizzini (1997), entre elas *Schinus terebinthifolius* (aroeira), *Lithraea brasiliensis* (bugreiro), *Myrceugenia euosma* (guamirim-da-folha-fina), *Drimys brasiliensis* (cataia), *Gomidesia sellowiana* (guamirim), *Clethra scabra* (carne-de-vaca) e *Cinnamodendron dinisii* (pimenteira).

A Floresta Ombrófila Mista integra o domínio do bioma Mata Atlântica constituindo um ecossistema regional complexo e variável que acolhe uma grande variedade de espécies, algumas das quais endêmicas. Sua feição é caracterizada por dois estratos arbóreos: um emergente, dominado por *A. angustifolia* (pinheiro-do-

paraná), e outro inferior, dominado por variedades de canela e cedro-rosa e um estrato arbustivo no subosque, onde predomina o xaxim (MEDEIROS *et al.*, 2004; WATZLAWICK *et al.*, 2006).

Outrora extensas áreas de Floresta Ombrófila Mista que recobriam o Planalto Sul-Brasileiro eram entrecortadas por manchas de campos naturais remanescentes das alterações climáticas ocorridas durante o Quaternário (REITZ e KLEIN, 1966; KLEIN, 1960). Atualmente, os remanescentes desse rico e original ecossistema estão extremamente fragmentados, não chegando a perfazer 5% da área original, segundo dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2010), dos quais irrisórios 0,7% poderiam ser considerados de sucessão elevada (MEDRI *et al.*, 2002b).

2.4 FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL

A Floresta Estacional Semidecidual, ora denominada Mata Atlântica de Interior ou Floresta Estacional Semicaducifólia, entre outras denominações, é um dos subtipos florestais que compõem o Bioma Mata Atlântica, especialmente nas regiões a oeste da Serra do Mar, com áreas expressivas em São Paulo, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Paraná e em manchas menores em outros estados, chegando até a alguns países vizinhos, como o Paraguai e a Argentina (RAMOS *et al.*, 2008).

De acordo com IBGE (2012), as Florestas Estacionais Semidecíduais podem ser divididas em: Aluvial, em terraços antigos situados ao longo dos flúvios; Submontana, em terrenos situados abaixo de 600 m de altitude; Montana, não se define como em outros estados, sendo que no Paraná, quando não se configura como área de transição com a FOM, é muito semelhante a FES Submontana (RODERJAN *et al.*, 2002).

No Paraná, tais florestas estendem-se desde o norte até porções do sudoeste, sendo que, nestas áreas, limitam-se ao curso dos rios de maior extensão. Em regiões mais planas e de solos com “terra roxa”, caracterizam-se por apresentar árvores que atingem até 50 metros de altura, sem formar cobertura superior contínua. Os troncos das "árvores emergentes" são grossos e de fuste comprido. Parte das espécies deste estrato, entre 20 e 40%, perde totalmente suas folhas durante o inverno, tornando visível um segundo estrato arbóreo perenifólio e muito

denso, formado principalmente por representantes das famílias Lauraceae, Meliaceae, Fabaceae e Rutaceae, sob o qual se desenvolve um sub-bosque constituído por arvoretas das famílias Euphorbiaceae, Moraceae, Rubiaceae e Arecaceae (LACTEC, 2010).

Dentre as espécies típicas, destacam-se a peroba (*Aspidosperma polyneuron*), o palmito (*Euterpe edulis*) e o jaracatiá (*Jacaratia spinosa*), todas ameaçadas de extinção (SEMA, 1995). Nas áreas com solo profundo e bem drenado, observam-se principalmente *Actinostemon concolor* e *Trichilia clausenii* formando, com poucas interrupções, o sub-bosque e acima dos 35 m, as emergentes como a peroba-rosa, o pau-d'alho (*Gallesia integrifolia*) e as figueiras (*Ficus* spp.) (SOARES-SILVA e BARROSO, 1992).

Como famílias típicas do rio Tibagi, Leguminosae, Euphorbiaceae, Meliaceae, Moraceae, Rubiaceae e Solanaceae são as mais encontradas, tendo presença marcante nas Florestas Estacionais Semidecíduais. As Meliaceae estão entre as mais abundantes nessas florestas, com componentes muito importantes no sub-bosque e no dossel (SOARES-SILVA e BARROSO, 1992; SOARES-SILVA *et al.*, 1992; DO-CARMO, 1995).

As espécie características da fitofisionomia, dominando um dossel emergente, onde são comuns *Tabebuia heptaphylla* (Bignoniaceae), *Peltophorum dubium* (Fabaceae), *Balfourodendron riedelianum* (Rutaceae), *Astronium graveolens* (Anacardiaceae), *Ceiba speciosa* (Malvaceae), *Cordia trichotoma* (Boraginaceae), *Apuleia leiocarpa* (Fabaceae), *Enterolobium contortisiliquum*, *Parapiptadenia rigida* (Fabaceae) e *Cedrela fissilis*. Nos estratos inferiores são característicos *Euterpe edulis*, *Trichilia clausenii*, *Guarea kunthiana* (Meliaceae), *Inga marginata*, *Sorocea bonplandii* (Moraceae) e *Allophylus* spp. (Sapindaceae) (LACTEC, 2010 e RODERJAN *et al.*, 2002).

2.5 A ESPÉCIE *Araucaria angustifolia*, ecologia e dendrocronologia

Araucaria angustifolia (Bertol.) O. Kuntze (popularmente conhecida por pinheiro-do-paraná) ocorre nas regiões subtropicais do sudeste e sul da América do Sul. Essa espécie de grande porte (50 metros de altura) forma o estrato emergente e o dossel de Florestas Ombrófilas montanas, mesclando-se a uma rica flora latifoliada (HUECK, 1972). Em áreas de maior elevação essas florestas estão associadas a

campos, caracterizados por um estrato herbáceo denso, com dominância de gramíneas cespitosas altas, onde araucária ocorre de forma isolada ou em pequenos agrupamentos (RAMBO, 1961).

A área de ocorrência de *A. angustifolia* no início do século XX totalizava 200 mil km², em regiões montanas, principalmente no Sul do Brasil, 46 mil km² no Rio Grande do Sul, 57 mil km² em Santa Catarina e 74 mil km² no Paraná e no Sudeste do Brasil (São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo), nordeste da Argentina (Misiones) e sudeste do Paraguai (Alto Paraná). Seus limites altitudinais são de 200 m acima do nível do mar, ao Sul, e 2.300 m ao Norte, em geral entre 500 e 1.800 m (HUECK, 1972).

A espécie constitui-se no único representante nativo do gênero, com importância ecológica e econômica nas regiões de ocorrência, principalmente no sul do país. Apesar de sua forma padrão, segundo Reitz e Klein (1966), o pinheiro oferece grande variedade de aspectos morfológicos supondo a origem de 11 variedades e formas.

As árvores apresentam fuste retilíneo, ereto, cilíndrico, às vezes bifurcado podendo atingir excepcionalmente 50 m de altura (CARVALHO, 2003), com diâmetro de 1 a 2,5 m, raramente 3 m, casca resinosa com cerca de 15 cm de largura, que se desprendem em placas. Possui copa umbeliforme quando adulta e cônica na fase juvenil (REITZ e KLEIN, 1966), com falsos-verticilos agrupados no ápice da copa e com 4-8 verticilos de inserção dos galhos, se destacando com a idade. Suas folhas são verde-escuras coriáceas, mucronadas, lanceoladas, com até 6 cm de comprimento por 1 cm de largura. Seu sistema radicular é formado por uma raiz pivotante bem desenvolvida acompanhada de raízes secundárias finas próximas a superfície (REITZ e KLEIN, 1966).

Trata-se de uma espécie dióica que apresenta microsporângio cilíndrico e macrosporângio em hélice multisseriada, formando um estróbilo solitário, folhas simples, perenes, alternadas, oblongo-lanceoladas, acuminadas com uma ponta aculeada (MEDEIROS, 2005). O estróbilo feminino apresenta forma arredondada e o cone maduro, composto de 700 a 1.200 sementes, mede de 10 a 25 cm de diâmetro. O cone apresenta um número variável de sementes (5 a 150) e seu peso pode atingir mais de 4,7 kg. As flores masculinas são escamas coriáceas, agrupadas num microestróbilo cilíndrico, de 10 a 22 cm de comprimento por 2 a 5 cm de diâmetro. As flores femininas são brácteas escamiformes coriáceas, agrupadas num

macroestróbilo (CARVALHO, 2003; REITZ e KLEIN, 1966). O processo reprodutivo até a formação de sementes é longo, requerendo cerca de 4 anos para que o ciclo se complete (SHIMOYA, 1962). A espécie é longeva atingindo em média de 140 a 250 anos, quando estabelecidas em ambientes adequados (GOLFARI, 1971).

A regeneração da espécie *Araucaria angustifolia* é pouco conhecida e controversa. Alguns estudos que contemplam a dinâmica da espécie, descrevem a mesma como pioneira heliófila (KLEIN 1960; REITZ e KLEIN, 1966), necessitando de mudanças drásticas ao ambiente para ocorrer o estabelecimento da espécie. A ocorrência do fogo é considerado o principal fator de alteração do ambiente, e facilitador da colonização (SILVA *et al.*, 2005; SOUZA, 2007; OLIVEIRA e PILLAR 2004; NEGRELLE e SILVA 1992). Outros trabalhos contrariam essa hipótese, afirmando que a araucária é capaz de sobreviver sob baixa radiação solar (BARDDAL *et al.*, 2007; BACKES, 2001; INOUE e TORRES 1980; INOUE *et al.*, 1979), investindo inicialmente no crescimento em altura nestes ambientes sombreados (FRANCO e DILLENBURG, 2007), caracterizando a espécie como clímax exigente em luz. Outro fator relacionado ao declínio da população de araucárias é a competição por exclusão com espécies latifoliadas (SILVA *et al.*, 1998; NEGRELLE e SILVA 1992; KLEIN, 1960).

A madeira possui peso específico médio (0,45 – 0,55 g/cm³), sendo indicada para tabuados, compensados, caixotaria, palitos, instrumentos musicais, bem como para trabalhos de carpintaria e marcenaria em geral (LORENZI, 2002). O comprimento dos traqueóides varia de 2,8 a 8,8 mm e mais frequentemente entre 3,5 e 6 mm. Possui raios medulares unisseriados, cujas células medem em média 209 µm de comprimento e 28 µm de largura. Praticamente, não há outro tecido parenquimático ou canais resiníferos. Há pouca distinção entre alburno e cerne, sendo este mais róseo ou pardacento e aquele mais esbranquiçado. As camadas de crescimento são macroscopicamente visíveis (ALMEIDA e ARAÚJO, 1950; MARCHIORI, 1996).

A. angustifolia forma anéis de crescimento, sendo os limites anatômicos marcados por uma camada fina de lenho tardio, traqueídeos achatados radialmente, com paredes celulares espessas (ROING, 2000), confirmando a presença de atividade cambial para da espécie (OLIVEIRA, 2009b).

Atualmente diversos estudos dendrocronológicos tem sido realizados, obtendo avanços no conhecimento demográfico e ecológico da espécie, investigando o

desenvolvimento ao longo do tempo, comparando fragmentos florestais distintos (OLIVEIRA, 2007), incrementos diferenciados em plantios (CATTANEO *et al.*, 2013), avaliando o crescimento após corte seletivo (SEITZ e KANINNEN, 1989), atividade cambial e periodicidade na formação dos anéis (OLIVEIRA, 2009b), dinâmica de colonização (SILVA, 2009) mudanças na concentração de dióxido de carbono atmosférico (LISI, 2007), vários associando o crescimento com variáveis meteorológicas (CATTANEO *et al.*, 2013; STEPKA, 2012; OLIVEIRA, 2007; RIGOZO, 2000).

2.6 DENDROECOLOGIA

A ciência dendrocronologia teve início com o astrônomo Andrew Ellicott Douglas em 1901, ao observar a relação entre os ciclos da atividade solar com o clima terrestre, percebeu que o crescimento dos troncos apresentava uma medida aproximada com o clima (FRITTS, 1976). Douglas fundamentou-se na premissa de que os anéis de crescimento são resultado do suprimento de nutrientes e principalmente na disponibilidade de água disponível em climas secos. Ainda, o mesmo autor constatou o mesmo padrão de espessura dos anéis de crescimento em diferentes árvores da mesma espécie, possibilitando a datação cruzada de espécies e de povoamentos. A marcação da largura dos anéis de crescimento e o sincronismo de séries instrumentais (datação cruzada) de árvores vivas permitem determinar o ano de formação dos anéis de crescimento, coincidindo-os com os anos do calendário (COOK e KAIRIUKSTIS, 1990)

Conhecer como os fenômenos ecológicos variam em função do tempo é fundamental para interpretar tais fenômenos e, principalmente, para prevêê-los frente a diferentes cenários ambientais. Em biomas temperados e áridos, estudos de séries temporais de anéis de crescimento de plantas (dendrocronologia) têm sido eficientes na descrição e previsão de variações ecológicas, com alta resolução e amplitude temporais. Neste sentido, o desenvolvimento da dendrocronologia em ecossistemas tropicais e subtropicais pode contribuir substancialmente ao conhecimento ecológico destes, aportando dados temporais até então praticamente inexistentes (OLIVEIRA, 2007).

Atualmente, constata-se uma carência de informações sobre mudanças nas condições de crescimento de árvores nativas em consequência da falta de

observações de longa duração. Se uma espécie florestal apresentar anéis anuais de crescimento, facilmente, observáveis, a análise de tronco permite recompor o crescimento passado de maneira, relativamente, rápida. Em estudos dendroecológicos, os anéis anuais em árvores mostram possíveis relações clima-crescimento e a ocorrência de perturbações passadas, antrópicas ou não (SPATHELF *et al.*, 2000).

Um anel de crescimento distingue-se normalmente em duas partes, lenho inicial (primaveril) e lenho tardio (outonal ou estival), por diferenças nas propriedades físicas dos elementos do xilema produzidos durante o ciclo de crescimento (BROWN, 1974). O lenho inicial corresponde ao crescimento da árvore no início do período vegetativo, normalmente para as espécies vegetais do hemisfério Sul, na primavera, quando as plantas retomam a atividade cambial após um período de dormência, formando células de paredes delgadas, lumes grandes e de coloração clara (FRITTS, 1971). Com a aproximação do fim do período vegetativo, normalmente no outono, o câmbio diminui sua atividade e em consequência, as paredes celulares tornam-se gradualmente mais espessas, com lumes menores e a tonalidade mais escura, que permite distingui-lo do inicial ou primaveril.

Os fatores ambientais bióticos e abióticos condicionam o crescimento secundário das plantas, responsável pela formação dos anéis de crescimento, tais como competição, posição sociológica, suprimento hídrico, fotoperíodo, radiação, temperatura, disponibilidade de nutrientes, solos, poluentes, vento, fogo (SCHWEINGRUBER, 1996).

As espécies arbóreas podem alcançar idades extraordinárias. Muitas espécies europeias têm idades que variam de 200 até 700 anos, algumas chegam a 1.200 anos ou até 2.000 anos (SCHWEINGRUBER, 1993).

Contudo, no Brasil, poucas são as informações sobre a idade de árvores em condições naturais. A maioria não passa de especulação, sem qualquer base científica. A possibilidade de estimar a idade das árvores é de grande importância tanto para as ciências florestais como para a ecologia. A determinação dos ciclos de corte, do regime de desbastes e da estimativa dos cortes e dos volumes admissíveis para uma exploração sustentável são baseados nesse conhecimento. Para a ecologia, estes aspectos são básicos para os estudos de dinâmica de população, desenvolvimento e produtividade de ecossistemas. Apesar da importância desse assunto, são poucos os estudos no país sobre a formação dos anéis de crescimento

e a determinação da idade em árvores tropicais e subtropicais. (BOTOSSO e MATTOS, 2002).

Desta forma, identificar a idade e compreender as respostas das plantas às alterações e condições ambientais é fundamental para interpretar os padrões temporais de variação dos anéis de crescimento e atender ao princípio fundamental em estudos dendroecológicos, reconhecido pelo astrônomo Andrew E. Douglass, como padrões recorrentes ou *cross-dating* (OLIVEIRA, 2007).

Diferentes unidades fitogeográficas tem sido envolvidas em procedimentos dendrocronológicos, como o acompanhamento dos anéis de crescimento e marcação cambial, na Floresta Estacional Semidecidual com Montanher (2012); Chagas (2009); Lisi *et al.* (2007) e Tomazello-Filho *et al.* (2004), Floresta Ombrófila Mista, Longui-Santos (2012); Stepka (2012); Oliveira (2009a); Seitz e Kaninnen (1989); Marochi (2007); Andreacci (2012) e Ferreira (2012), e ecótono de Floresta Ombrófila Mista, Floresta Ombrófila Densa e campos por Rauber (2010).

CAPÍTULO 1

FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLOGIA DE ESPÉCIES FLORESTAIS DO MÉDIO RIO TIBAGI, TELÊMACO BORBA, PR

RESUMO

A cobertura vegetal brasileira sofreu grandes transformações nos últimos milhares de anos, que culminaram na atual configuração fisionômica. Sob condições climáticas alternantes, durante o quaternário recente, a floresta principiou a dominar os campos e cerrados, transformando o Paraná, até há poucas décadas, em um estado detentor de uma das mais ricas coberturas florestais do Brasil. Na região do médio rio Tibagi, a presença de lineamentos geológicos, relacionados ao ciclo tectônico do Arco de Ponta Grossa, impõe alternância contínua de encostas e vales. Nesse sentido, o estudo pretende fornecer informações, sobre a vegetação florestal localizada no município de Telêmaco Borba - PR, para melhor compreender a estrutura, diversidade e a distribuição das espécies, bem como avaliar a possível ocorrência de ecótono. Na caracterização florística, as espécies foram classificadas quanto às unidades fitogeográficas preferenciais, grupos ecológicos e contingente geográfico de migração. O levantamento fitossociológico foi realizado em um fragmento situado na encosta e o outro na planície do rio Tibagi. O diagnóstico da similaridade entre as áreas foi realizado por meio da análise de agrupamento (*cluster*), e a riqueza de espécies foi calculada pelos índices de Shannon (H') e de equitabilidade de Pielou (J'). O levantamento florístico registrou elevada riqueza, totalizando 218 espécies arbóreas nativas. A localização dos fragmentos nos limites de ocorrência da Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Ombrófila Mista, permitiu compartilhar espécies das duas unidades fitogeográficas, apontando a área como um ecótono. A classificação do continente geográfico apontou as espécies de ampla distribuição e da bacia do Paraná/Uruguai como as mais representativas em comparação com as do Atlântico e Pinhais. A presença dos diques de diabásio, impondo uma pedogênese de maior trofia, somada às diferentes condições físicas, permitiu à cobertura vegetal de encosta a maior diversidade. Já o ambiente de planície, pautado na dinâmica do rio Tibagi, manifestou menor riqueza vegetal. A distribuição das classes de diâmetro e altura seguiu o padrão característico de florestas, ainda que determinadas espécies não representem tal configuração. Entre as possíveis causas da descontinuidade está o grande incêndio de 1963, evidenciado no fragmento pelas árvores mortas, exibindo sinais e/ou cicatrizes deste evento e ritidoma carbonizado. Estudos, levantamentos de registros históricos e dendrocronológicos para confirmar essa proposição seriam necessários.

Palavras-chave: Ecótono. Contingente Geográfico. Unidades fitogeográficas.

ABSTRACT

The Brazilian vegetation cover suffered large transformations in the last thousands of years, which culminated in the current physiognomy configuration. Under alternate climatic conditions, during the recent quaternary, the forest began to dominate the fields and cerrado, turning the Paraná, until a few decades, a holder state of the more richer cover vegetation of Brazil. In the region of middle Tibagi river, the presence of geological lineaments related to the tectonic cycle of Ponta Grossa Arch, imposes continuous alternation of slopes and valleys. In this sense, the study aims provide informations about a forest fragment situated in the county Telemaco Borba - PR, to better comprehend the structure, diversity and distribution of the species and to evaluate the possible occurrence of ecotone. In the floristic characterization, the species were classified: as the preferential phytogeographic units, ecological regeneration categories and geographical migration contingent. The phytosociological survey was realized in a fragment located on the slopes and other on the plain of Tibagi River. The diagnosis of similarity between areas was conducted through cluster analysis (cluster) and diversity species has calculated through the indices de Shannon (H') and equitability of Pielou (J'). The floristic survey recorded high diversity, totaling 218 native tree species. The location of the fragment in the latitudinal limits and altitudinal of occurrence of Semideciduous Forest and Mixed Ombrophyllous Forest, permitted to share species of the two phytogeographic units, indicating the area as an ecotone. The classification of geographic continent pointed species of wide distribution and the basin Paraná/Uruguay as the most representative basins in comparison with the basins Atlantic and Pinhais. The Presence of diabase dikes imposing a pedogenesis of higher trophic, added to the physical conditions differences, allowed the cover vegetation of the slopes the largest diversity vegetation. The environment of plain, guided by the dynamics of the river Tibagi, expressed lower species richness. The distribution of classes of the diameter and height followed standard of native forests. However, certain species do not represent such configuration, possible causes of the discontinuity is the big Fire 1963, evidenced by the dead trees in the fragment, showing scar of fire and charred rhytidome. The historical and dendrochronological studies were necessary to confirm this proposition.

Keywords: Ecotone. Geographical migration contingent. Phytogeographic units.

1 INTRODUÇÃO

A cobertura vegetal brasileira sofreu grandes transformações nos últimos milhares de anos, culminando na atual configuração fisionômica. Os registros palinológicos do Sul do Brasil, para o último período glacial, indicam a predominância da vegetação campestre (campos e cerrado) em locais onde hoje ocorrem florestas (BEHLING, 1995), refletindo condições climáticas mais frias e secas (OLIVEIRA *et al.*, 2005). Sob condições climáticas alternantes, com precipitações abundantes durante o quaternário recente, a floresta principiou a dominar campos e cerrados a partir de declives de escarpas e dos vales dos rios (BEHLING, 2002), transformando o Paraná, até há poucas décadas, em um estado detentor de uma das mais ricas coberturas florestais do Brasil (MAACK, 2012).

Atualmente, a inibição do avanço das florestas não advém das condições climáticas, mas da intervenção humana extensiva, decorrente da agricultura, da pecuária e da exploração madeireira. No estado do Paraná, que apresentava 83% do território cobertos por formações florestais (MAACK, 2012), restam apenas 10,52% em forma de fragmentos (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA/INPE, 2010). A porção média do rio Tibagi abriga alguns dos maiores e melhores desses remanescentes (TOREZAN, 2002).

O rio Tibagi, com nascente nos Campos Gerais, a oeste da Escarpa Devoniana, percorre aproximadamente 550 km até a foz, no rio Paranapanema (MAACK, 2012). Em face de sua extensão, atravessa grande parte das litologias presentes no estado do Paraná (PINESE, 2002), o que, aliado à transição climática entre Cfa e Cfb (MENDONÇA e OLIVEIRA, 2002), permite a origem de uma grande diversidade de solos e de associações (STIPP, 2002). A união dessas características implica maior diversidade de ambientes e distintas unidades fitogeográficas para a bacia. De fato, ela abriga como principais fitotipias a Floresta Ombrófila Mista e a Floresta Estacional Semidecidual, bastante diversificadas (MICHELON, 2012; BONNET *et al.*, 2011; CHRISTENHUZS *et al.*, 2009; SCHWARTSBURD e LABIAK, 2008; CARMO, 2006; SAKAGAMI, 2006; CARDOSO e SAJO, 2004; DIAS, 2002 e REIS, 1995).

A presença de lineamentos geológicos na bacia do rio Tibagi, relacionados ao ciclo tectônico Brasileiro-Panafricano ou ao do Arco de Ponta Grossa (PINESE,

2002), impõe alta heterogeneidade ambiental (CURCIO, 2006b). No médio Tibagi, esse efeito é verificado na alternância contínua de encostas e vales, decorrente da presença de diques de diabásio, restringindo as áreas planas nas proximidades desse rio e admitindo a formação de diferentes fisionomias florestais.

Ambientes de encosta apresentam, entre outras características, acentuada declividade, que exerce papel fundamental na morfogênese de solos mais adelgaçados no terço superior e espessos na parte inferior. A presença especial de diques de diabásio no médio Tibagi determina uma pedogênese de maior trofia, além do incremento de argila ao sistema (CURCIO, 2006b). Imediatamente, os ambientes de floresta aluvial atuam como corretores do fluxo de água (superficial e subsuperficial) e dos sedimentos e nutrientes entre as áreas mais altas de uma bacia hidrográfica e o sistema aquático (CURCIO, 2006a). Dessa forma, pode-se afirmar que as variações estruturais e florísticas da vegetação das margens dos rios são resultantes da interação entre os traçados dos rios, os tipos de solo, os graus de hidromorfia (RODRIGUES e SHEPHERD, 2009) e a topografia local, além do regime pluviométrico (MEDRI *et al.*, 2002b). As divergências florísticas entre fragmentos podem decorrer de condições ambientais, seletividade ecológica das espécies e também dos diversos graus de intervenção biótica ou antrópica.

Os registros históricos do estado do Paraná revelam que, em 1963, ocorreu um incêndio de grande magnitude, atingindo 128 municípios em diferentes intensidades, consumindo 10% do território do estado (TETTO *et al.*, 2012; GAZETA DE MARINGÁ, 1963), sendo considerado o maior ocorrido no Brasil (SOARES *et al.*, 2009). Entre as superfícies dizimadas, 20.000 ha eram de cultivos florestais, 500.000 ha de florestas primárias e 1.480.000 ha de campos, florestas secundárias e capoeiras. Somente no médio Tibagi, município de Telêmaco Borba, 85% das florestas e dos plantios florestais foram destruídos pelo incêndio (TETTO *et al.*, 2012).

Assumindo-se o pressuposto de que as diferenças fisionômicas entre ambientes é resultado de circunstâncias ambientais, de especificidades ecológicas e de distúrbios naturais e antrópicos. Nesse sentido, o estudo pretende fornecer informações, a partir de levantamento florístico e fitossociológico da vegetação florestal na encosta e na planície do médio rio Tibagi, município de Telêmaco Borba, Paraná, para melhor compreender a estrutura, a diversidade e a distribuição das

espécies, bem como avaliar a possível ocorrência de ecótono entre a Floresta Ombrófila Mista e a Floresta Estacional Semidecidual na região.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

Localizada no município de Telêmaco Borba, na porção centro-leste do Segundo Planalto Paranaense, a área em questão situa-se no rio Tibagi (FIGURA 1), na Fazenda Monte Alegre, local de construção da Usina Hidrelétrica de Mauá, perfazendo uma área de 2.675 hectares com floresta (SCHAFHAUSER *et al.*, 2009).

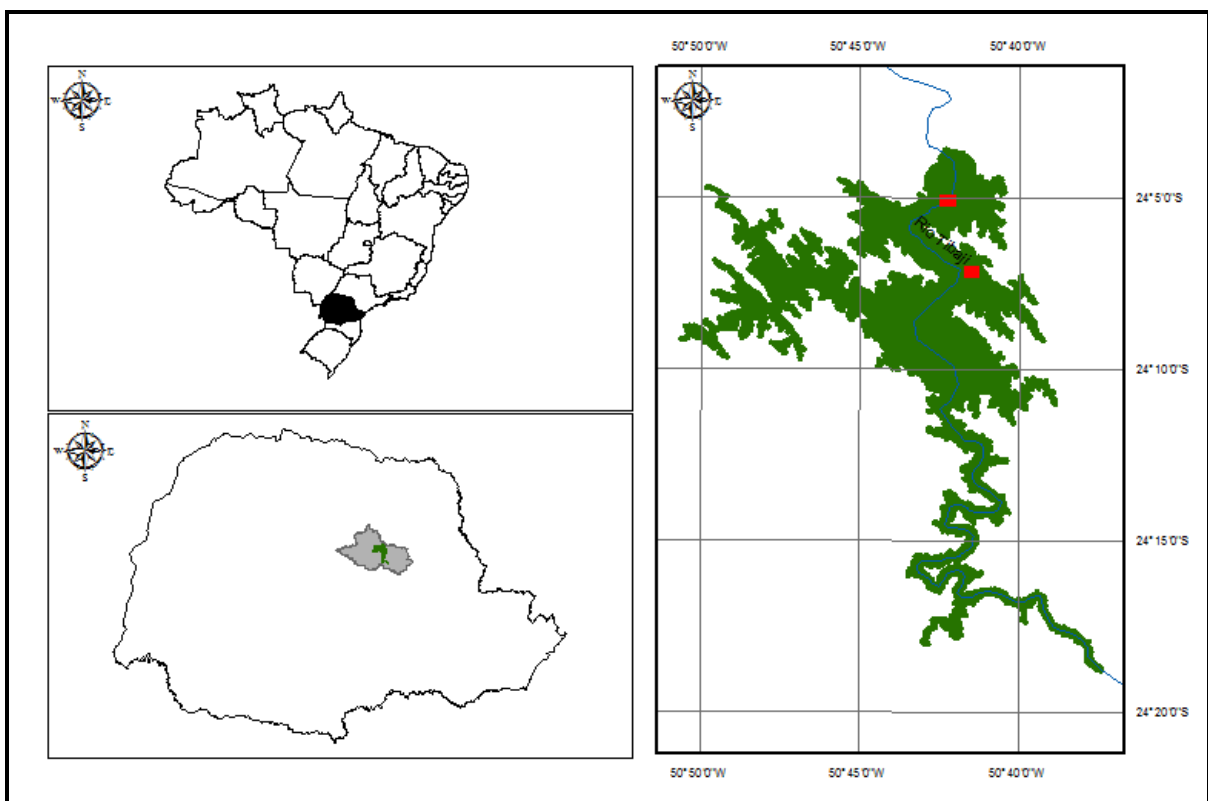


FIGURA 1 - Mapa de localização da área de estudo, município de Telêmaco Borba - PR. Pontos em vermelho identificam as áreas amostrais dos levantamentos fitossociológicos e verde o levantamento florístico.

O fragmento florestal ocupa a porção média da bacia do rio Tibagi, correspondendo geologicamente à sequência de sedimentos do Paleozoico/Mesozoico da Bacia Sedimentar do Paraná, em que afloram rochas pertencentes ao Grupo Itararé, ao Grupo Guatá e ao Grupo Passa Dois (MILANI *et al.*, 1994). Os solos predominantes são Argissolos, Latossolos, Neossolos, Nitossolos e Cambissolos (EMBRAPA, 2006), dispostos em relevos planos (0 a 2,9°) a fortemente ondulados (>45°) (LACTEC, 2010).

Segundo a classificação de Köppen, o clima predominante da região é Cfb (temperado), caracterizado como úmido de verão quente a moderadamente quente, com geadas frequentes e sem estação seca definida. A temperatura média anual na região é de 18 °C, sendo a temperatura média do mês mais quente de 22 °C e a do mês mais frio de 15° (IAPAR, 1978). A precipitação média anual é de 1.577 mm, com flutuações que vão desde 2.092 mm, no ano de 1982, até 983 mm no ano de 1999 (SUDERHSA, 1998). A umidade relativa média anual é de 73% (SUDERHSA, 2009).

Em relação à paisagem original, localiza-se no domínio da Mata Atlântica e está inserida na região dos Campos Gerais, conforme definição de Maack (2012). As variações geológicas, pedológicas e climáticas que ocorrem na bacia do rio Tibagi (MEDRI *et al.*, 2002b) permitem o desenvolvimento de diferentes tipos vegetacionais, entretanto, nas áreas desse estudo ocorre o predomínio da Floresta Estacional Semidecidual e da Floresta Ombrófila Mista (MEDRI *et al.*, 2009).

2.2 SELEÇÃO DOS FRAGMENTOS

A grande extensão da área de estudo abrange diferentes condições ambientais representadas por mudanças geológicas, pedológicas e geomorfológicas em diferentes escalas e intensidades. Entretanto, as formas predominantes são encostas íngremes com diferentes formas de rampa (retilínea, côncava e convexa), provocadas por intrusões basálticas (diques de diabásio), e terrenos planos próximos ao rio Tibagi, sujeitos a pulsos de inundações. A visível distinção dessas formações acarreta mudanças na fitofisionomia, motivo pelo qual foi necessário selecionar dois fragmentos contíguos para o levantamento fitossociológico, sendo um na encosta e outro na planície de inundação do rio.

A encosta, situada entre as coordenadas 24°07'02" S e 50°41'20" W, apresenta, no terço superior (aprox. 750 m s.n.m), a geologia proveniente da Formação Serra Geral (diques de diabásio), seguida pela Formação Palermo, ambos com relevo montanhoso (>45% a ≤75%) e solos Neossolo Litólico seguido por Cambissolo Háplico. No terço médio (aprox. 620 m s.n.m) ocorre a Formação Rio Bonito, de relevo forte ondulado (>20% a ≥45%), com Cambissolo Háplico seguido de Argissolo Vermelho-Amarelo. Enfim, no terço inferior (aprox. 595 m s.n.m) ocorre a Formação Rio Bonito, de relevo ondulado (>8% a ≥20%), com Argissolo Vermelho-

Amarelo (FIGURA 2). A vegetação arbórea alta, contendo espécies emergentes (25 a 35 m de altura), como exemplo, a *Araucaria angustifolia*.

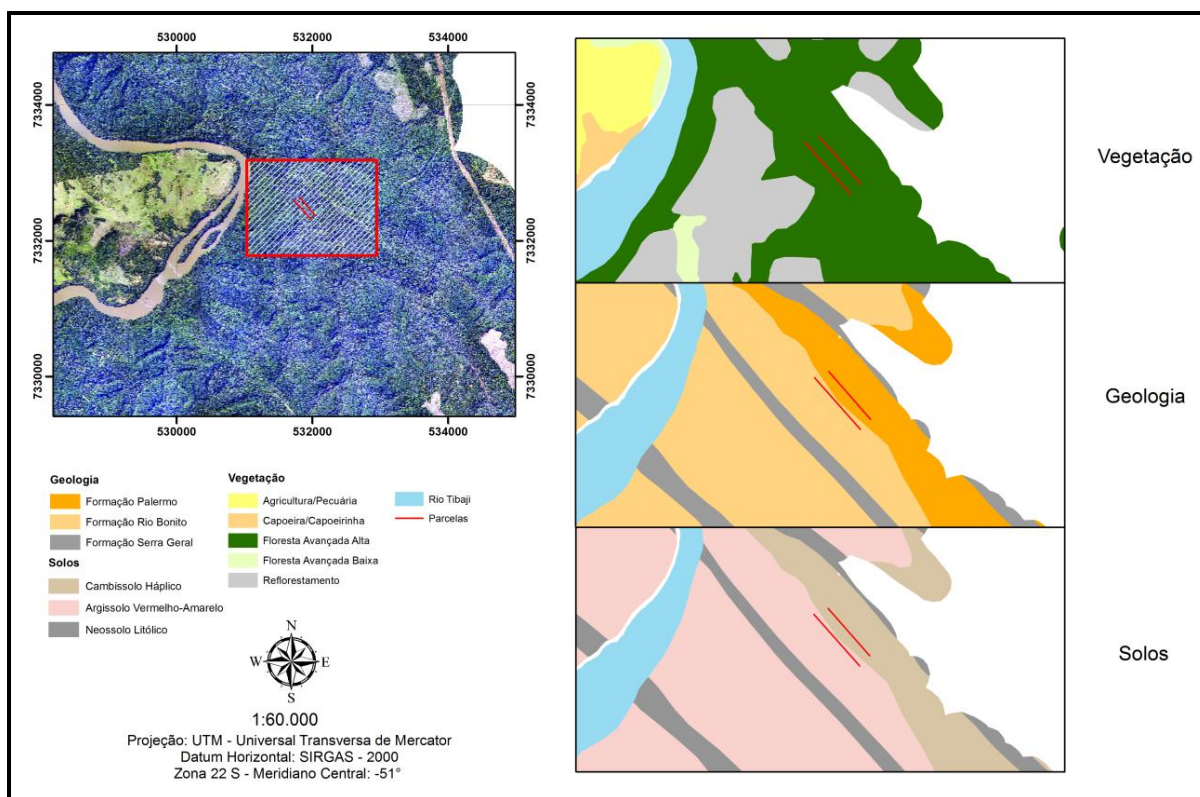


FIGURA 2 - Mapa de caracterização da vegetação, geologia e pedologia do fragmento florestal situado na encosta, município de Telêmaco Borba - PR. Retângulo em vermelho (hachurado), delimita a área de estudo e as linhas vermelhas representam a seqüência de pontos amostrais.

A planície, localizada entre as coordenadas $24^{\circ}04'50''$ S e $50^{\circ}42'31''$ W, paralela ao rio Tibagi, apresenta relevo plano ($\leq 3\%$), elevação de 565 a 580 m s.n.m, contendo as Formações Rio Bonito, condicionado as margens do rio (dique marginal), seguido por Neossolo Flúvicos (bacia de inundação) e Argissolo Vermelho-Amarelo (terraços) (FIGURA 3). A vegetação arbórea baixa, contendo poucas espécies emergentes, como por exemplo, *Aspidosperma polyneuron*.

A caracterização do meio físico das duas áreas foi realizada com base em ortofotos, escala de 1:25.000, disponibilizadas pela Companhia Paranaense de Energia (COPEL) e processadas com o auxílio do programa de sistemas de informações geográficas ARCVIEW, versão 3.2 (ESRI, 2004). A cartografia-base foi extraída das folhas topográficas, escala 1:250.000, do IBGE (1995-2010). Para o detalhamento geológico, foi consultada a carta geológica do estado do Paraná, escala 1:250.000 (MINEROPAR, 2001) e do município de Telêmaco Borba, escala

1:250.000 (MINEROPAR, 2005). Para a geomorfologia, utilizou-se a carta geomorfológica do estado do Paraná, escala 1:250.000 (MINEROPAR, 2006), com apoio na literatura (MAACK, 2001; IBGE, 2006). Para a pedologia, foi utilizado o mapa de solos do Paraná, escala 1:600.000 (EMBRAPA, 2008) e 1:250.000 (EMBRAPA, 2007), amparados no mapeamento de solos do Paraná (SANTOS *et al.*, 2006) e na classificação brasileira de solos proposta por Embrapa (2006). A confirmação das classes de solo foi alcançada pela abertura de três trincheiras orientadas nos terços superior, médio e inferior (encosta), na bacia de acumulação e no terraço (planície).

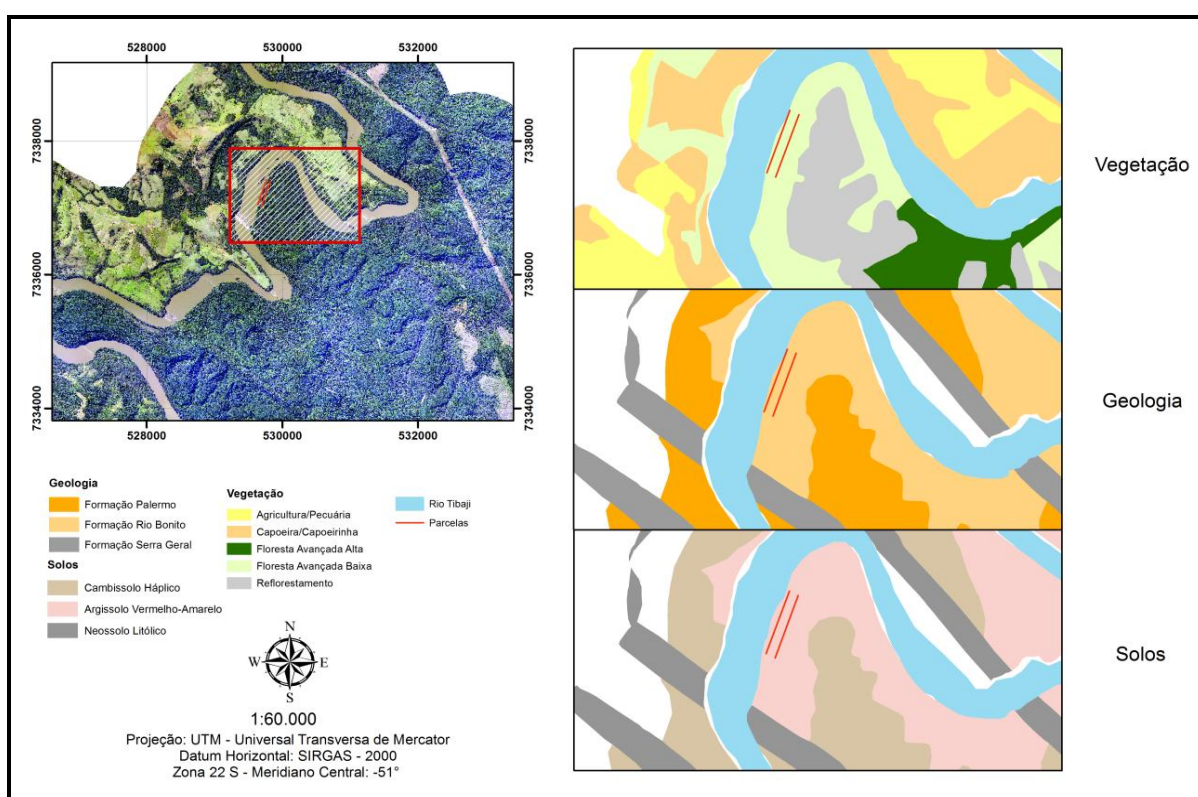


FIGURA 3 - Mapa de caracterização da vegetação, geologia e pedologia do fragmento florestal situado na planície do rio Tibagi, município de Telêmaco Borba - PR. Retângulo em vermelho (hachurado), delimita a área de estudo e as linhas vermelhas representam a sequência de pontos amostrais.

2.3 ANÁLISE DA VEGETAÇÃO

A caracterização florística foi realizada por toda área de construção do reservatório (2.675 hectares) e nos pontos amostrais (levantamento fitossociológico). A metodologia consistiu em caminhadas extensivas, para envolver a maior diversidade possível de ambientes, coletando-se amostras férteis das espécies

arbóreas e arbustivas. O levantamento florístico ocorreu durante o período de dezembro/2010 a fevereiro/2012. O material botânico não identificado em campo foi herborizado e identificado posteriormente, com auxílio de bibliografia especializada e consulta ao Museu Botânico Municipal de Curitiba (MBM). O sistema de classificação utilizado foi o APG III (APG, 2009), e a nomenclatura botânica foi confirmada pela lista da flora do Brasil (FORZZA *et al.*, 2013) e pelo Missouri Botanical Gardens (MOBOT, 2013).

As espécies foram classificadas, quanto às unidades fitogeográficas preferenciais, em Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Semidecidual. A definição das espécies consistiu na presença única e restrita a cada unidade, com base em levantamentos na mesma bacia (CARMO e ASSIS, 2012; COTARELLI, 2010; ROSSETTO, 2010; SÁ-FURLANETE *et al.*, 2007; CARMO, 2006; CURCIOb, 2006; BIANCHINI *et al.*, 2003; DIAS *et al.*, 2002; MEDRI *et al.*, 2002b; DIAS *et al.*, 1998; NAKAJIMA *et al.*, 1996 e SILVA *et al.*, 1995) e outros trabalhos na região sul do Brasil (KLAUBERG *et al.*, 2010; SELUSNIAKI *et al.*, 2010; JARENKOW e BUDKE, 2009; RAMOS *et al.*, 2008; NETO *et al.*, 2002; NASCIMENTO *et al.*, 2001 e FONSECA e RODRIGUES, 2000)

Para auxiliar a interpretação florística, as espécies foram separadas em categorias de regeneração ecológica, definidas segundo Swaine e Whitmore (1988) e adaptadas por Scipioni (2012), sendo reunidas em três grupos: pioneiras, clímax exigente de luz e clímax tolerante à sombra. As informações ecológicas sobre as espécies foram obtidas pelas literaturas de Rodrigues *et al.* (2009), Fonseca e Rodrigues (2000), Guarantini *et al.* (2008), Carvalho *et al.* (2006), Isernhagen *et al.* (2006), Mantovani *et al.* (2005), Carvalho (2003; 2006; 2008 e 2010); Silva *et al.* (2003), Lorenzi (2000; 2002 e 2009), Ivanauskas *et al.* (1999), Gandolfi *et al.* (1995) e Reis (1995) e, complementadas com o conhecimento do autor e orientadores.

Para avaliar o contingente geográfico de migração, as espécies foram organizadas de acordo com os corredores seguidos para chegarem ao Paraná, obedecendo à metodologia proposta por Jarenkow e Waechter (2001). As espécies foram enquadradas com base em quatro domínios florestais para o contingente geográfico migratório, conforme Soares e Ferrer (2009): o Atlântico (ATL), o das bacias do Paraná/Uruguai (BPU) e o dos Pinhais (PIN), além das espécies de ampla distribuição (EAD). Para a classificação das espécies, foram utilizados também os trabalhos de Sühs *et al.* (2010), Lindenmaier e Budke (2006), Sobral e Jarenkow

(2006), Budke *et al.* (2004), Tabarelli (1992), Reitz *et al.* (1978, 1983 e 1988), Klein (1963; 1972; 1979; 1980 e 1984), Rambo (1961) e Reitz (1961).

O levantamento fitossociológico foi realizado por meio do método de quadrantes (COTTAM e CURTIS, 1956), distribuindo 45 pontos amostrais na área de encosta e 35 em planície. Para melhor caracterizar as áreas, foram traçadas duas linhas de levantamento, com distância entre linhas de 20m e 10 m entre dois pontos amostrais. A alocação amostral na encosta seguiu curva de nível, afastando-se os pontos amostrais a 500 m da borda da floresta, e na planície dispoendo as linhas amostrais paralelamente ao curso do rio, desprezando o dique marginal. Para cada unidade amostral foram identificados e medidos todos os indivíduos com circunferência maior ou igual a 15 cm a 1,3 m de altura (DAP) do nível do solo. A altura das espécies foi estimada por comparação da extensão do podão (cabo telescópico). A curva do coletor foi construída para ambas as áreas, listando-se o número de espécies novas para cada ponto amostral (PIELOU, 1975). Na análise, foram considerados os seguintes parâmetros estruturais da vegetação: número de indivíduos (N), dominância relativa (DoR), frequência relativa (FR), densidade relativa (DR) e valor de importância (VI). Os cálculos foram efetuados pelo programa Fitopac versão 2.1 (SHEPHERD, 1996). Os indivíduos foram distribuídos em classes de diâmetro e altura, nas quais a frequência de diâmetro foi dividido em amplitudes de 10 cm (5-10 cm, 10,1-20 cm, ..., 90-100 cm, >100,1 cm) e de altura em 2 m (4-5 m, 5,1-7 m, ..., 22-23 m, >23,1 m). A amplitude de classes diamétricas não possui regra definida, entretanto, normalmente, em florestas usa-se a amplitude de 5 a 10 cm (SOARES *et al.*, 2006; DURIGAN, 1999 e LONGHI, 1980).

Para avaliar a diversidade de espécies nas áreas, foram calculados os índices de Shannon (H') (MAGURRAN, 1988) e equitabilidade (J') (PIELOU, 1975), os quais foram comparados a outros levantamentos na bacia do rio Tibagi e nas Florestas Ombrófila Mista e Estacional Semidecidual do Sul e Sudeste do Brasil citados anteriormente na definição das unidades fitogeográficas preferenciais e, também, nos resultados de Santos (2009), Siqueira (2007), Sonogo *et al.* (2007), Hack *et al.* (2005), Seger *et al.* (2005), Jurinitz e Jarenkow (2003), Neto *et al.* (2002), Jarenkow e Waechther (2001), Ivanauskas e Rodrigues (2000) e Vilela *et al.* (2000).

O diagnóstico da similaridade florística entre as áreas foi realizado por meio da análise de agrupamento (*cluster*), tomando-se como base o coeficiente de similaridade de Jaccard (JACCARD, 1908), e da distância Euclidiana de presença e

ausência (GAMA, 1980). O primeiro, por eliminar as duplas-ausências que podem decorrer de problema de amostragem e não necessariamente indicar semelhança entre amostras, e o segundo, para evidenciar a influência da ausência de espécies nos agrupamentos (SÁ-FURLANETE *et al.*, 2007). Para a construção da matriz de dados ("j" parcelas "x" espécies), utilizada pelo método da distância euclidiana, foi necessário agrupar as unidades amostrais em blocos contendo cinco pontos amostrais cada, totalizando nove blocos (45 pontos amostrais) na encosta e sete blocos (35 pontos amostrais) na planície. As análises e os dendrogramas foram obtidos pelo método de Ward, com auxílio dos programas computacionais PC-ORD versão 6.0 (MCCUNE e MEFFORD, 2011) e STATISTICA versão 7.0 (HILL e LEWICKI, 2007).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 RIQUEZA FLORÍSTICA

O levantamento florístico registrou a ocorrência de 51 famílias, distribuídas em 138 gêneros e 228 espécies nativas e quatro exóticas, sendo sete Pteridophyta (Cyatheaceae e Dicksoniaceae), uma Gymnosperma (Araucariaceae) e as demais Angiosperma (TABELA 1).

O número de espécies da área de estudo foi bastante expressivo, quando comparado ao levantamento florístico da bacia do rio Tibagi realizado por Dias *et al.* (2002), no qual são referidas 547 espécies de árvores e arvoretas. Dessa forma, o levantamento corresponde a 42% das espécies de árvores e arvoretas registradas pelo autor, para toda a bacia do rio Tibagi. De acordo com Curcio (2006b), caracterizando as variações ambientais dessa bacia, a diversidade biótica está atrelada à diversidade abiótica, tendo em vista a possibilidade de incidirem diferentes litologias, controle estrutural, associações de solos, climas diferenciados e variações altitudinais.

As nove famílias botânicas com maior riqueza em espécies foram Myrtaceae (34), Fabaceae (33), Euphorbiaceae (13), Meliaceae (11), Lauraceae (10), Rutaceae (9), Salicaceae (8) Rubiaceae e Moraceae (7), compreendendo a 57% de todas as espécies amostradas (TABELA 1). Das demais famílias, cerca de 37% (19) apresentaram apenas uma espécie.

As famílias Myrtaceae e Fabaceae representam as de maior diversidade na bacia do rio Tibagi, segundo Carmo e Assis (2012); Dias *et al.* (2002); Bianchini *et al.* (2003); Dias *et al.* (1998); Silva *et al.* (1995), em outros fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual, conforme Ivanauskas e Rodrigues (2000) e Rodrigues *et al.* (2003), e em Floresta Ombrófila Mista, principalmente Myrtaceae, conforme Kozera *et al.* (2006); Segeret *et al.* (2005); Sonogo *et al.* (2007) e Neto *et al.* (2002).

Os gêneros com maior riqueza foram *Eugenia* (11), *Machaerium* (6), *Casearia*, *Cyathea*, *Ficus*, *Solanum* e *Trichilia* (5). Desconsiderando-se a Pteridophyta, os gêneros citados são considerados de maior riqueza na bacia do rio Tibagi por Dias *et al.* (2002). Segundo os mesmos autores, os gêneros da família Myrtaceae

representam o maior número de espécies no sub-bosque e dossel das florestas, apresentando ampla distribuição na bacia.

Ainda nesse levantamento, cabe enfatizar um novo registro de espécie arbórea para o estado do Paraná, *Aspidosperma riedelii* Müll. Arg. (Apocynaceae), que até então fora somente registrada nos estados de São Paulo e Santa Catarina (FORZZA *et al.*, 2013). Essa espécie foi encontrada em floresta aluvial sobre Neossolo Litólico, confinada em fendas superficiais dos diques de diabásio.

Outro destaque são as arbóreas e arbustivas *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (Araucariaceae), *Cedrela fissilis* Vell. (Meliaceae) e *Dicksonia sellowiana* Hook. (Dicksoniaceae), relacionadas como ameaçadas de extinção no Brasil (MARTINELLI *et al.*, 2013), e no estado do Paraná descritas como raras, *Balfourodendron riedelianum* (Engl.) Engl. (Rutaceae), *Aspidosperma australe* Müll. Arg., *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg. (Apocynaceae), *Machaerium paraguariense* Hassl. e *Myrocarpus frondosus* M. Allemão (Fabaceae) (MMA, 2008).

TABELA 1 - Lista de espécies organizadas por unidade fitogeográfica preferencial, grupo ecológico e contingente geográfico, registrado no fragmento florestal localizado no município de Telêmaco Borba, PR.

FAMÍLIA/ESPÉCIE	FESD	FOM	Ge	CG
ANACARDIACEAE				
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.*	X	X	CL	BPU
<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.		X	P	EAD
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	X	X	P	EAD
<i>Rhus succedanea</i> L. (exótica)			NC	
ANNONACEAE				
<i>Annona cacans</i> Warm.*	X	X	CL	ATL
<i>Duguetia lanceolata</i> A.St.-Hil.	X		CL	ATL
<i>Guatteria australis</i> A.St.-Hil.	X	X	CL	ATL
<i>Rollinia sylvatica</i> (A. St.-Hil.) Mart.	X	X	CL	EAD
<i>Xylopia brasiliensis</i> Spreng.*	X	X	CL	ATL
APOCYNACEAE				
<i>Aspidosperma australe</i> Müll. Arg.	X	X	CS	BPU
<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll. Arg.*	X		CS	BPU
<i>Aspidosperma riedelii</i> Müll. Arg.**	X		CL	NC
<i>Rauvolfia sellowii</i> Müll. Arg.*	X		CL	BPU
<i>Tabernaemontana catharinensis</i> (A.DC.) Miers	X		P	ATL
AQUIFOLIACEAE				
<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	X	X	CL	EAD
ARALIACEAE				
<i>Dendropanax cuneatus</i> (DC.) Decne. & Planch.	X		CL	EAD
<i>Schefflera calva</i> (Cham.) Frodin & Fiaschi		X	CL	NC
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerem. & Frodin	X	X	CL	BPU

ARAUCARIACEAE				
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze*		X	CL	PIN
ARECACEAE				
<i>Euterpe edulis</i> Mart.*	X	X	CS	ATL
<i>Geonoma schottiana</i> Mart.*	X	X	CS	ATL
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassm.*	X	X	CL	EAD
<i>Syagrus oleracea</i> (Mart.) Becc.*	X		CL	NC
ASTERACEAE				
<i>Piptocarpha axillaris</i> (Less.) Baker subsp. axillaris	X	X	P	EAD
BIGNONIACEAE				
<i>Cybistax antisyphilitica</i> (Mart.) Mart.		X	CL	ATL
<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	X	X	CL	BPU
<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.*	X	X	P	BPU
BORAGINACEAE				
<i>Cordia americana</i> (L.) Gottschling & J.S.Mill.*	X	X	P	BPU
<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	X	X	CS	BPU
<i>Cordia superba</i> Müll. Arg.	X		CS	NC
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arrab. Ex Steud.*	X	X	P	EAD
CANNABACEAE				
<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	X	X	P	BPU
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume*	X	X	P	EAD
CARDIOPTERIDACEAE				
<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) Howard	X	X	CI	EAD
CARICACEAE				
<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) DC.*	X		CS	EAD
<i>Vasconcellea quercifolia</i> A. St.-Hil.	X	X	P	BPU
CELASTRACEAE				
<i>Maytenus aquifolia</i> Mart.*	X		CS	EAD
<i>Maytenus gonoclada</i> Mart.*	X	X	CL	EAD
COMBRETACEAE				
<i>Terminalia triflora</i> (Griseb.) Lillo	X	X	P	BPU
CYATHEACEAE				
<i>Alsophila setosa</i> Kaulf.	X	X	CS	EAD
<i>Cyathea atrovirens</i> (Langsd. & Fisch.) Domin	X	X	CS	BPU
<i>Cyathea corcovadensis</i> (Raddi) Domin	X	X	CS	ATL
<i>Cyathea delgadii</i> Sternb.	X	X	CS	BPU
<i>Cyathea hirsuta</i> C. Presl	X	X	CS	BPU
<i>Cyathea phalerata</i> Mart.	X	X	CS	NC
DICKSONIACEAE				
<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook.*		X	CS	PIN
EBENACEAE				
<i>Diospyros inconstans</i> Jacq.*	X	X	CL	BPU
ELAEOCARPACEAE				
<i>Sloanea monosperma</i> Vell.	X	X	CL	ATL
ERYTHROXYLACEAE				
<i>Erythroxylum cuneifolium</i> (Mart.) O.E. Schulz	X		P	NC
<i>Erythroxylum deciduum</i> A. St.-Hil.*	X	X	P	EAD
EUPHORBIACEAE				

<i>Actinostemum concolor</i> (Spreng.) Müll. Arg.*	X		CS	EAD
<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp.*	X	X	CL	EAD
<i>Alchornea sidifolia</i> Müll. Arg.*		X	CL	EAD
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.*	X	X	CL	EAD
<i>Croton floribundus</i> Spreng.*	X	X	P	NC
<i>Croton urucurana</i> Baill.	X		P	BPU
<i>Manihot grahamii</i> Hook.*	X	X	P	EAD
<i>Phyllanthus sellowianus</i> (Klotzsch) Müll.Arg.			P	EAD
<i>Sapium glandulosum</i> (Vell.) Pax	X	X	CL	EAD
<i>Sebastiania brasiliensis</i> (L.) Spreng.*	X	X	CL	EAD
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B.Sm. & Downs	X	X	P	EAD
<i>Sebastiania schottiana</i> (Müll.Arg.) Müll.Arg.	X	X	P	EAD
<i>Tetrorchidium rubrivenium</i> Poepp. & Endl.	X		CL	EAD
FABACEAE				
<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart	X		P	BPU
<i>Albizia polycephala</i> (Benth.) Killip ex Record	X	X	CL	BPU
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan*		X	P	NC
<i>Bauhinia forficata</i> Link*	X	X	CL	BPU
<i>Bauhinia longifolia</i> (Bong.) Steud.	X	X	P	NC
<i>Cassia leptophylla</i> Vog.	X	X	CL	EAD
<i>Centrolobium tomentosum</i> Guill. Ex Benth.*	X		P	BPU
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.*	X	X	CL	BPU
<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton*	X	X	CL	BPU
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	X		CL	BPU
<i>Erythrina crista-galli</i> L.	X	X	P	BPU
<i>Erythrina falcata</i> Benth.	X	X	CL	BPU
<i>Holocalyx balansae</i> Mich.*	X	X	CL	BPU
<i>Inga marginata</i> Willd*	X	X	CL	BPU
<i>Inga sessilis</i> (Vell.) Mart.*		X	CL	ATL
<i>Inga striata</i> Benth*	X	X	CL	ATL
<i>Inga vera</i> Willd	X	X	CL	BPU
<i>Lonchocarpus campestris</i> Mart.ex Benth.	X	X	CL	BPU
<i>Lonchocarpus cultratus</i> (Vell.) A. M. G. Azevedo*	X		CL	ATL
<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i> Hassl.*	X	X	CL	BPU
<i>Lonchocarpus subglaucescens</i> Mart ex Benth.	X	X	CS	BPU
<i>Machaerium aculeatum</i> Raddi	X		CL	EAD
<i>Machaerium brasiliense</i> Vog.	X		CL	NC
<i>Machaerium nyctitans</i> (Vell.) Benth.	X	X	P	BPU
<i>Machaerium paraguariense</i> Hassl.	X	X	CL	BPU
<i>Machaerium scleroxylon</i> Tul.	X		CL	BPU
<i>Machaerium stipitatum</i> Vog.*	X	X	CL	EAD
<i>Myrocarpus frondosus</i> M. Allemão*	X	X	CL	BPU
<i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harms*	X	X	CL	ATL
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan*	X	X	CL	BPU
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.*	X	X	CL	BPU
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J. F. MacMacbr.*	X	X	CL	ATL
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blake	X		P	ATL
LAMIACEAE				

<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.	X	X	CL	ATL
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	X	X	CL	EAD
LAURACEAE				
<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	X	X	CL	PIN
<i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J. F. Macbr.*	X	X	CL	EAD
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees*	X	X	CL	EAD
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez*	X	X	CL	EAD
<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees*	X	X	CS	ATL
<i>Ocotea dyospirifolia</i> (Meisn.) Mez	X	X	CL	BPU
<i>Ocotea elegans</i> Mez	X		CL	NC
<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez*	X	X	CL	NC
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	X	X	CL	EAD
<i>Persea willdenovii</i> Kosterm.*	X	X	CL	PIN
LAXMANNIACEAE				
<i>Cordyline spectabilis</i> Kunth & C.DC. Bouché	X	X	CL	EAD
LECYTHIDACEAE				
<i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze*	X		CL	NC
LOGANIACEAE				
<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart*	X	X	CL	EAD
LYTHRACEAE				
<i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hil.*	X	X	CL	PIN
MAGNOLIACEAE				
<i>Magnolia ovata</i> A.St.-Hil. (Spreng.)	X		CL	ATL
MALVACEAE				
<i>Bastardiopsis densiflora</i> (Hook & Arn) Hassl.	X		P	BPU
<i>Ceiba speciosa</i> (A. St.-Hil.) Ravenna	X	X	CL	BPU
<i>Helicteres brevispira</i> A.St.-Hil.	X		CL	NC
<i>Heliocarpus papayensis</i> Kunth*	X		P	NC
<i>Luehea divaricata</i> Mart*	X	X	CL	EAD
<i>Pseudobombax longiflorum</i> (Mart. & Zucc.) A.Robyns*	X		CL	ATL
MELASTOMATAACEAE				
<i>Miconia cineracens</i> Miq.*	X	X	CS	EAD
MELIACEAE				
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.*	X	X	CL	EAD
<i>Cedrella fissilis</i> Vell.*	X	X	CL	EAD
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	X		CS	BPU
<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.*	X		CL	NC
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl.*	X	X	CL	EAD
<i>Trichilia casaretti</i> C. DC.	X		CS	NC
<i>Trichilia catigua</i> A. Juss.	X	X	CS	BPU
<i>Trichilia clausenii</i> C. DC.*	X	X	CS	BPU
<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.*	X	X	CS	BPU
<i>Trichilia pallida</i> Sw.	X		CS	NC
MORACEAE				
<i>Ficus enormis</i> (Miq.) Miq.	X	X	CL	ATL
<i>Ficus glabra</i> Vell.	X		CL	NC
<i>Ficus guaranitica</i> Chodat*	X		CL	BPU
<i>Ficus insipida</i> Willd.*	X		CL	ATL

<i>Ficus luschnathiana</i> (Miq.) Miq.	X	X	CL	EAD
<i>Maclura tinctoria</i> L.*	X		CL	BPU
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) Bürger, Lanj. & Boer*	X	X	CS	EAD
MYRTACEAE				
<i>Calyptanthes concinna</i> DC.*	X	X	CS	BPU
<i>Campomanesia eugenioides</i> (Cambess.) O. Berg	X		CL	PIN
<i>Campomanesia guaviroba</i> (DC.) Kiaersk.	X		CL	BPU
<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O.Berg*	X	X	CS	EAD
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg*	X	X	CS	EAD
<i>Eugenia blastantha</i> (O.Berg) D. Legrand	X	X	CS	PIN
<i>Eugenia brasiliensis</i> Lam.		X	CS	ATL
<i>Eugenia florida</i> DC.*	X	X	CL	NC
<i>Eugenia involucrata</i> DC.		X	CL	BPU
<i>Eugenia neoverrucosa</i> Sobral*	X	X	CS	NC
<i>Eugenia pluriflora</i> DC.	X	X	CL	PIN
<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess.	X	X	CL	EAD
<i>Eugenia uniflora</i> L*	X	X	CL	EAD
<i>Eugenia uruguayensis</i> Cambess.	X	X	CL	BPU
<i>Eugenia</i> sp. 01			NC	
<i>Eugenia</i> sp. 02			NC	
<i>Gomidesia palustris</i> DC.		X	CL	PIN
<i>Myrceugenia euosma</i> (O. Berg) D. Legrand	X	X	CL	PIN
<i>Myrceugenia</i> sp.			NC	
<i>Myrcia anacardiifolia</i> Gardner		X	CL	ATL
<i>Myrcia</i> cf. <i>laruotteana</i> Cambess.	X	X	CS	PIN
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.		X	CS	ATL
<i>Myrcianthes pungens</i> (O.Berg) D. Legrand	X	X	CL	BPU
<i>Myrciaria cuspidata</i> O.Berg	X	X	CS	ATL
<i>Myrciaria deliculata</i> (DC.) O. Berg	X	X	CL	BPU
<i>Myrciaria floribunda</i> (H.West ex Willd.) O. Berg*	X	X	CL	BPU
<i>Neomitranthes glomerata</i> (D.Legrand) D.Legrand	X		CS	ATL
<i>Plinia rivularis</i> (Cambess.) Rotman	X	X	CL	BPU
<i>Plinia trunciflora</i> (O. Berg) Kausel	X	X	CS	EAD
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	X	X	CL	EAD
<i>Psidium guajava</i> L.	X	X	CL	NC
<i>Siphoneugena crassifolia</i> (DC.) Proença & Sobral		X	CS	NC
Myrtaceae sp.			NC	
NYCTAGINACEAE				
<i>Bougainvillea glabra</i> Choisy*	X		CL	NC
<i>Guapira hirsuta</i> (Choisy) Lundell	X		CS	NC
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz*	X	X	CS	ATL
<i>Pisonia ambigua</i> Heimerl	X		CL	EAD
PHYTOLACCACEAE				
<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms*	X		CL	NC
<i>Phytolacca dioica</i> L.*	X	X	CL	EAD
PICRAMNIACEAE				
<i>Picramnia parvifolia</i> Engl.*	X	X	CS	ATL
<i>Picramnia ramiflora</i> Planch.	X		CS	NC

PRIMULACEAE				
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br.	X	X	P	EAD
<i>Myrsine gardneriana</i> A.DC.	X	X	CL	NC
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	X	X	CL	EAD
PROTEACEAE				
<i>Roupala brasiliensis</i> Klotzsch*	X	X	CL	EAD
RHAMNACEAE				
<i>Hovenia dulcis</i> Thunb. (exótica)			NC	
ROSACEAE				
<i>Eriobotrya japonica</i> Lindl. (exótica)			NC	
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.*	X	X	CL	EAD
RUBIACEAE				
<i>Bathysa australis</i> (A.St.-Hil.) K.Schum.*		X	CL	ATL
<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.*	X	X	CS	ATL
<i>Psychotria suturella</i> Müll. Arg.	X	X	CS	ATL
<i>Psychotria vellosiana</i> Benth.	X	X	CS	NC
<i>Randia</i> cf. <i>armata</i> (Sw.) DC.	X		CS	EAD
<i>Rudgea jasminoides</i> (Cham.) Müll. Arg.	X	X	CS	ATL
<i>Rudgea parquiioides</i> (Cham.) Müll. Arg.	X	X	CS	EAD
RUTACEAE				
<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.*	X	X	CL	BPU
<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck (exotica)			NC	
<i>Esenbeckia febrifuga</i> (A. St.-Hil.) A. Juss. ex Mart.*	X		CL	NC
<i>Esenbeckia grandiflora</i> Mart.	X	X	CL	ATL
<i>Pilocarpus pennatifolius</i> Lem.*	X	X	CL	BPU
<i>Zanthoxylum caribaeum</i> Lam.	X		P	EAD
<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	X	X	P	BPU
<i>Zanthoxylum petiolare</i> A. St.-Hil.	X	X	P	BPU
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	X	X	P	EAD
SALICACEAE				
<i>Banara tomentosa</i> Clos	X	X	CS	BPU
<i>Casearia decandra</i> Jacq.*	X	X	CS	BPU
<i>Casearia gossypiosperma</i> Briq.	X		CS	NC
<i>Casearia lasiophylla</i> Eichler	X	X	CL	NC
<i>Casearia obliqua</i> Spreng.	X	X	CS	EAD
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	X	X	CL	EAD
<i>Prockia crucis</i> P. Browne ex. L.*	X		CL	NC
<i>Xylosma ciliatifolia</i> (Clos) Eichler	X	X	CL	PIN
SAPINDACEAE				
<i>Allophyllus edulis</i> (A. St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.	X	X	CL	EAD
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	X	X	CL	EAD
<i>Dianopteryx sorbifolia</i> Radlk.*	X	X	CL	BPU
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.*	X	X	CL	EAD
SAPOTACEAE				
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	X	X	CL	BPU
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichl.) Engl.	X	X	CS	BPU
<i>Pouteria beaurepairei</i> (Glaz. & Raunk.) Baehni	X		CL	BPU
SOLANACEAE				

<i>Solanum swartzianum</i> Roem. & Schult.	X		CL	NC
<i>Solanum granulosoleprosum</i> Dunal	X	X	CL	EAD
<i>Solanum mauritianum</i> Scop	X	X	CL	EAD
<i>Solanum pseudoquina</i> A. St.-Hil.	X	X	CL	ATL
<i>Solanum sanctaecatharinae</i> Dunal*	X	X	CL	BPU
STYRACEAE				
<i>Styrax acuminatus</i> Pohl	X	X	CL	EAD
<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	X	X	CL	EAD
SYMPLOCACEAE				
<i>Symplocos tenuifolia</i> Brand	X	X	CS	EAD
THEACEAE				
<i>Gordonia fruticosa</i> (Schrader) H. Keng		X	CS	NC
URTICACEAE				
<i>Boehmeria caudata</i> Sw.*	X	X	P	EAD
<i>Cecropia glaziovii</i> Snethl.	X	X	CL	ATL
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	X	X	P	ATL
<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich. ex Wedd.*	X	X	CL	BPU
VERBENACEAE				
<i>Aloysia virgata</i> (Ruiz & Pav) Juss.	X	X	CL	EAD
<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	X		CL	ATL
INDETERMINADAS				
Indeterminada 01				NC

Ge – grupo ecológico (P = pioneira; CL = clímax exigente em luz; CS = clímax tolerante a sombra; NC = não classificada); Unidade fitogeográfica predominante (FESD = Floresta Estacional Semidecidual; FOM = Floresta Ombrófila Mista); CG - contingente geográfico (EAD = espécies de ampla distribuição; BPU = Bacia do Paraná; ATL = Atlântico; PIN = pinhais). * Registradas no levantamento fitossociológico.

3.2 UNIDADES FITOGEOGRÁFICAS

Entre as espécies registradas na área de estudo, 52 são típicas de Floresta Estacional Semidecidual (FESD), 17 de Floresta Ombrófila Mista (FOM) e as 153 espécies restantes ocorrem em ambas as unidades (FIGURA 4), corroborando com estudos de Carmo *et al.* (2012); Sá-Furlanete *et al.* (2007); Dias *et al.* (2002) e Dias *et al.* (1998), que estudaram as espécies do médio Tibagi e identificaram a mistura dos componentes típicos do alto Tibagi, dominado por florestas com araucárias (FOM), e do baixo Tibagi, caracterizado pelas florestas estacionais (FESD).

Para Clements (1905), a invasão mútua entre duas regiões fitoecológicas ou tipos de vegetação (IBGE, 2012), em que as floras se interpenetram, é definida como *ecótono*. Segundo Odum (1988), ecótono é uma área de tensão instável sem padrões próprios de diversidade, contendo elementos e espécies característicos dos tipos vegetacionais formadores do mesmo.

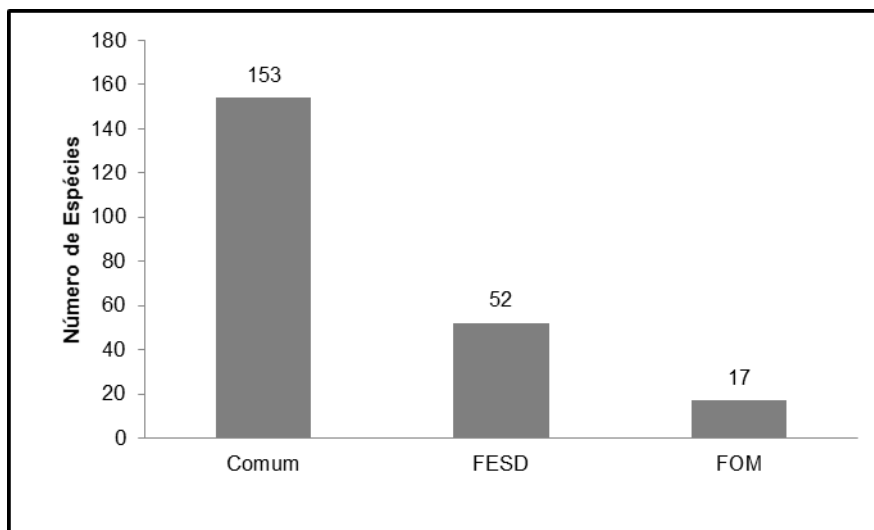


FIGURA 4 - Distribuição do número de espécies por unidade fitogeográfica preferencial. Comum: espécie presente em ambas as unidades; FESD: Floresta Estacional Semidecidual; FOM: Floresta Ombrófila Mista.

Dessa forma, o fato de a área estar permeada por espécies características da Floresta Ombrófila Mista e da Floresta Estacional Semidecidual caracteriza-a como um ecótono entre as duas unidades fitogeográficas. De acordo com Durigan *et al.* (2008), as regiões de transição tendem a ter riqueza e diversidade elevadas, por abrigarem espécies oriundas de biomas distintos. De fato, a bacia do rio Tibagi possui grande riqueza florística e faunística, descritas por Medri *et al.* (2002b), tornando a região especialmente valiosa à conservação.

Dentre os aspectos presentes que podem auxiliar na definição da área como de tensão ecológica, estão a variação altimétrica (560 a 840 m s.n.m.) e latitudinal (24°02' a 24°20' S). Considerando que a ocorrência da Floresta Ombrófila Mista situa-se predominantemente entre 800 e 1200 m s.n.m. e a Floresta Estacional Semidecidual entre 200 e 800 m s.n.m. (RODERJAN *et al.*, 2002). Assim, o fragmento está situado nos limites inferior da FOM e superior da FESD. No que diz respeito à latitude, pode-se citar a presença de *Araucaria angustifolia*, que ocorre de forma ininterrupta no Sul do Brasil até as latitudes de 22 a 23°S (RAMBO, 1961), e de *Aspidosperma polyneuron*, na latitude 24 a 25°S (MARCONDES, 1988). Conjuntamente, a influência do clima mais frio do Sul, com geadas ocasionais, podem estabelecer pressões limitantes à distribuição de espécies, bem como ocasionar essa diversidade (DIAS *et al.*, 1998).

Entretanto, os fatores citados condicionantes da tensão ecológica também podem estar influenciando a superação das espécies da Floresta Estacional

Semidecidual (52 spp.) em comparação com a Floresta Ombrófila Mista (17 spp.) na área de estudo (FIGURA 4). Esse resultado corrobora o obtido por Sá-Furlanete *et al.* (2007), que, em amostras ao sul do médio Tibagi, caracterizada como região de ecótono, obtiveram maior número de espécies típicas de FESD em comparação com as espécies de FOM.

Ainda segundo Klein (1980), as florestas mistas com araucária, no ciclo climático presente, encontram-se não só estacionárias, mas em franco recuo em todas as frentes de contato. Além disso, a ocorrência do grande incêndio em 1963, descrito por Nunes *et al.* (2005) e evidenciado no levantamento pelo elevado número de árvores adultas com ritidomas queimados, pode ter favorecido a ocupação de determinadas espécies florestais.

Para Townsend *et al.* (2010), a influência dos distúrbios ambientais tem elevada importância no processo de sucessão das comunidades vegetais ou animais, pois os efeitos do impacto no processo sucessional são superiores aos mecanismos de competição intra e interespecífica. Nesse sentido, o papel do incêndio florestal como facilitador na mudança de uma fitocenose florestal por outra já foi evidenciado em outras unidades fitogeográficas por Pinheiro *et al.* (2008); Pivello e Coutinho (1996) e Coutinho (1990).

3.4 GRUPOS ECOLÓGICOS

Para as espécies arbóreas e arbustivas, 15,7% (35 spp.) foram classificadas como pioneiras, 59,2% (132 spp.) como clímax exigente de luz e 25,1% (55 spp.) como clímax tolerante à sombra (FIGURA 5). Sendo assim, a floresta em estudo apresenta-se como um mosaico de fases sucessionais distintas, onde áreas com espécies clímax tolerantes à sombra ou exigentes de luz são adjacentes a outras perturbadas e ocupadas por espécies de início de sucessão, como *Schinus terebinthifolius*, *Trema micrantha* e *Celtis iguanaea*.

Mesmo sabendo da necessidade de quantificar o número de indivíduos em cada classe de regeneração, é possível notar a predominância de espécies clímax exigentes de luz, seguidas pelas espécies tolerantes à sombra. Entretanto, a maior representação da classe exigente de luz sugere que a área não alcançou seu desenvolvimento total, ou outro fator esteja impedindo o progresso sucessional.

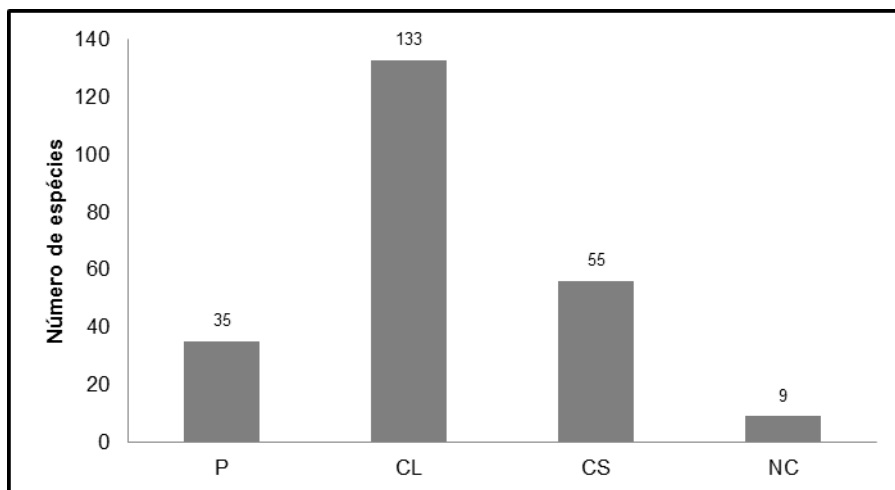


FIGURA 5 - Distribuição do número de espécies por grupo ecológico. P = pioneira; CL = clímax exigente de luz; CS = clímax tolerante à sombra; NC = não classificado.

Segundo Peixoto (2004), entre os fatores que podem retardar o avanço da sucessão estão a ocorrência de incêndio e o corte seletivo de algumas espécies. Em Florestas Estacionais Semidecíduais após perturbações advindas de incêndio, Guarantini *et al.* (2008) também constataram a riqueza de espécies nos grupos ecológicos iniciais. Esses mesmos autores afirmaram que os distúrbios ocasionados por perturbações naturais ou antrópicas podem dar origem a pequenas clareiras, que podem ser colonizadas por espécies não pioneiras, proporcionando a manutenção de um número maior de espécies desse grupo no interior da floresta.

Ainda, com relação à presença de indivíduos clímax, cabe destacar o registro das espécies emergentes *Annona cacans*, *Araucaria angustifolia*, *Aspidosperma polyneuron*, *Machaerium scleroxylon* e *Myrocarpus frondosus*, distribuídas por toda a área do levantamento e consideradas de final de sucessão. Resultados semelhantes foram obtidos por Costa *et al.* (2011), estudando o caráter sucessional de espécies arbóreas em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual no Sul do Brasil, e Ivanauskas e Rodrigues (2000), na descrição de algumas espécies típicas de floresta clímax.

3.5 CONTINGENTE GEOGRÁFICO

O enquadramento das espécies por contingente migratório revelou que as espécies de ampla distribuição representaram 38% (71 spp.), seguidas por 35% (67 spp.) da bacia do Paraná/Uruguai, 21% (39 spp.) do Atlântico e 6% (11 spp.) de Pinhais (FIGURA 6). Cabe lembrar que Klein (1980) e Rambo (1961), estudando

espécies arbóreas e arborescentes no Rio Grande do Sul e Santa Catarina, apontam que, numa flutuação climática anterior, determinadas espécies foram favorecidas a penetrar nos estados por rotas de migração distintas, seguindo por ambientes propícios a sua instalação ou passagem. Do mesmo modo, as espécies seguiram o mesmo contingente geográfico, entretanto por caminhos diferentes. Logo, a riqueza oriunda da bacia do Paraná/Uruguai (BPU), a oeste do estado, pode ter acompanhado o rio Paraná, passando ao rio Paranapanema e por fim penetrando na bacia do rio Tibagi. A leste do estado, o Contingente Atlântico (ATL) seguiu pelo sul do Vale do Ribeira, adentrando a bacia pelas falhas existentes na Escarpa Devoniana, enquanto o contingente dos Pinhais (PIN), proveniente do planalto meridional, alastrou-se por meio dos tributários do rio Tibagi.

A presença intensa dos diques de diabásio ao longo da bacia do rio Tibagi, orientados no sentido SE-NW, conforme descritos por Maack (2012), decorrentes do tectonismo relacionado ao Arco de Ponta Grossa, impondo maior trofia aos lineamentos geológicos (CURCIO, 2006a), permitiu a formação de grandes corredores (sul-norte) quase contínuos, abrangendo elevada diversidade de flora e fauna.

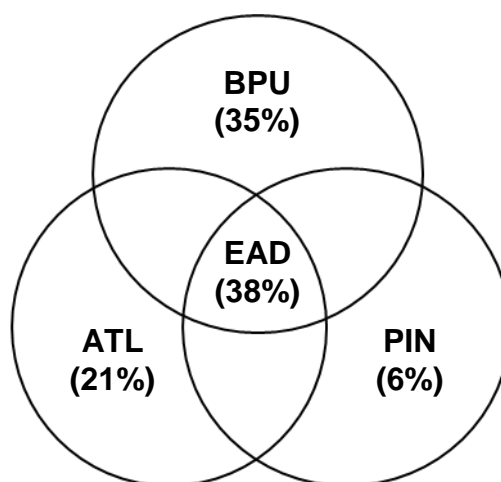


FIGURA 6 - Diagrama de Venn, representando a porcentagem de contribuição das espécies dos respectivos contingentes geográficos: Bacia do Paraná/Uruguai (BPU), Atlântico (ATL), Pinhais (PIN) e de ampla distribuição (EAD).

A distribuição de espécies vegetais por meio de falhas geológicas foi notada por Rambo (1951), marcando a encosta atlântica no estado do Rio Grande do Sul como um dos principais corredores de imigração de espécies tropicais. Assim, as especificidades dos atributos do arcabouço geológico, somadas aos efeitos

climáticos (paleo), podem ter facilitado aos respectivos contingentes migratórios entrar na bacia do rio Tibagi. Outro fato a ser considerado é que a elevada concentração de fauna, em decorrência da diversa e abundante flora nas encostas, pode ter auxiliado a distribuição das espécies vegetais nos corredores de diabásio, pois a síndrome de dispersão zoocórica foi dominante nos contingentes geográficos, representando 79,5% (31 spp.) das espécies provenientes do Atlântico, 58,2% (38 spp.) da bacia do Paraná/Uruguai, 83,3% dos Pinhais (10 spp.) e 81,7% (58 spp.) de ampla distribuição.

A maior riqueza de espécies de ampla distribuição também foi relatada no Planalto Meridional por Fávero (2011), no sudeste do Rio Grande do Sul por Soares e Ferrer (2009), e central do mesmo estado por Scipioni (2012, 2009) e Sühs *et al.* (2010). Entretanto, os resultados diferem em comparação com os de Lindenmaier e Budke (2006), Budke *et al.* (2004), e Jarenkow e Waechter (2001), todos na região central do Rio Grande do Sul, nos quais houve maior contribuição de espécies do contingente migratório da bacia do Paraná/Uruguai e do contingente Atlântico para Bergamin e Mondin (2006), no sudeste do Rio Grande do Sul.

A elevada contribuição das espécies de ampla distribuição reflete, segundo Jarenkow e Waechter (2001), a importância de espécies de grande amplitude ecológica na composição das florestas estacionais do Sul do Brasil, que estão presentes com densidades variáveis em distintas fases sucessionais. O domínio das espécies de ampla distribuição, de acordo com Fávero (2011), pode estar relacionado a restrições de um clima pretérito, em que essas espécies tiveram sucesso, devido a vários fatores de heterogeneidade ambiental, tanto bióticos como abióticos.

Rambo (1961) destaca a contribuição das espécies oriundas do oeste nas florestas do Sul do Brasil, que, no presente estudo, representou 35% (67 spp.). Segundo Reitz *et al.* (1983), esse contingente caracteriza-se por estrato arbóreo superior formado por árvores altas e emergentes, como as espécies *Aspidosperma polyneuron*, *Piptadenia gonoacantha* e *Cordia americana*, que também foram registradas na área. Já a dispersão de espécies do leste, que apresentou a terceira menor riqueza (39 spp.), é superior se comparada aos trabalhos de Jarenkow e Waechter (2001) no Planalto Sul-Brasileiro, com 18,2% das espécies do contingente leste (ATL), e de Budke *et al.* (2004), com apenas uma espécie típica desse corredor migratório. A menor participação do contingente Pinhais, com 6% das espécies, já foi

relatado pelos autores Scipioni (2012) e Soares e Ferrer (2009), que obtiveram baixa contribuição das espécies provindas dessa rota, com 0,4% e 15%, respectivamente. A baixa representação desse contingente pode sugerir alguma barreira física acentuada, impedindo o avanço das espécies e pouco contribuindo na composição arbórea do fragmento.

A riqueza de espécies em cada contingente, de certa forma, comprova a influência das proximidades geográficas dos corredores migratórios na composição florística das comunidades vegetais. Entretanto, segundo Scipioni (2012), as espécies de ampla distribuição são o principal fator que condiciona a variação de importância entre os contingentes geográficos migratórios nas florestas, pela sua maior diversidade de espécies e contribuição de indivíduos. Considerando que as florestas se encontram em plena vitalidade e com sensíveis tendências de expansão, segundo Klein (1980), os contingentes oeste, leste e central necessitariam de mais tempo para suplantarem as espécies de ampla distribuição na situação climática atual.

3.6 ANÁLISE DE AGRUPAMENTO

O diagnóstico da similaridade florística entre as áreas, realizado pelo método de Ward, tomando como base os coeficientes de Jaccard e distância euclidiana, permitiu a separação de dois grupos distintos. O primeiro, formado pelas unidades amostrais de encosta (B1 a B9), e o segundo, pela área de planície (A1 a A7), representados na FIGURA 7. A separação de fragmentos situados na encosta e planície, pelo método de Ward, também foi relatada por Scipioni (2012), estudando uma área de Floresta Estacional Decidual no Rio Grande do Sul.

A diversidade e a distribuição espacial das espécies florestais estão relacionadas, segundo Gentry (1988), a cinco fatores principais: intercontinental, latitudinal, pluviosidade, altitudinal e variações pedológicas. Embora de difícil controle, algumas dessas condições, como latitude, precipitação e proximidade geográfica (intercontinental), assemelham-se entre os fragmentos analisados.

A elevada dissimilaridade obtida parece estar relacionada a outros fatores distintos, como geologia, pedologia e geomorfologia, pois a encosta tem evolução sobre substratos diferenciados, além dos siltitos, arenitos e argilitos (Formação Palermo e Rio Bonito), que incidem em ambas as áreas, ocorre as intrusões

diabásicas, dando origem a solos com maior disponibilidade de minerais. Além disso, a maior inclinação e extensão das rampas favorece a drenagem em comparação com a área de planície, com pulsos de inundação ou até mesmo o afloramento permanente do lençol freático, obrigando a seletividade das espécies nessas condições.

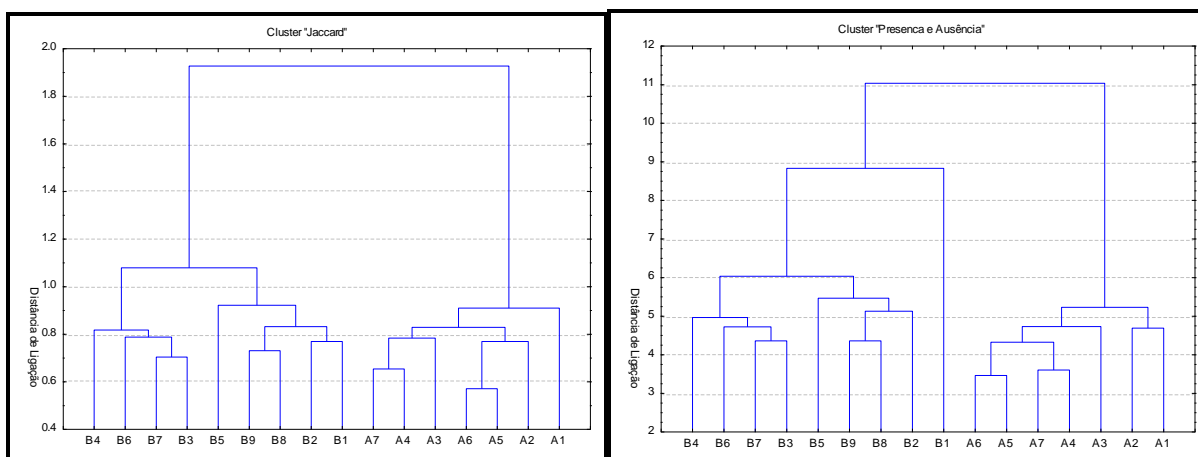


FIGURA 7 - Análise de agrupamento entre as áreas de encosta (B1 a B9) e planície (A1 a A7), pelo método de Ward, utilizando índice de Jaccard e presença e ausência das espécies.

Cabe observar que, se for considerada uma distância de ligação de 8,75 no dendrograma de presença e ausência, haverá a formação de 3 grupos, sendo um deles formado por apenas uma unidade amostral (B1). O isolamento desta pode estar relacionado à influência de clareiras no interior da floresta, pois, segundo Rode (2008), a separação de um único bloco na análise de agrupamentos de seu estudo, estava relacionada à composição de espécies pioneiras provenientes de distúrbios.

A ocorrência de espécies que representam unidades fitogeográficas distintas, aliada às diferenças físicas e florísticas entre as áreas, sugere a presença de compartimentos ambientais que, segundo Kersten e Galvão (2011), devem ser avaliados separadamente.

3.7 DESCRIÇÃO DOS AMBIENTES

O levantamento fitossociológico nas áreas de encosta e planície amostrou 98 espécies arbóreas e arbustivas, distribuídas em 81 gêneros e 36 famílias (TABELA 2), sendo que apenas duas espécies foram identificadas até o nível de gênero.

Caberia destacar que no entorno das áreas amostrais foram registradas inúmeras árvores mortas, entretanto nenhuma foi contabilizada neste levantamento.

Os resultados de acumulação de espécies por ponto amostral foi satisfatório, obtendo estabilização no ambiente de encosta no ponto amostral 40, e na planície no ponto 26 (FIGURA 8). As condições da planície proporcionam seletividade às espécies e, conseqüentemente, menor diversidade, limitando a um menor número de pontos amostrais para o equilíbrio da curva.

TABELA 2 - Parâmetros do levantamento nos ambientes de encosta e planície de inundação do rio Tibagi, município de Telêmaco Borba, PR.

Feição geomorfológica	Espécies (nº)	Famílias (nº)	Gêneros (nº)	Indivíduos (nº)	Amostras (nº)	H'	J	D
Encosta	65	32	58	180	45	3.87	0.92	510
Planície	46	21	40	140	35	3.47	0.90	855
Total	98	36	81	320	80	-	-	-

H' - índices de Shannon; J- equitabilidade de Pielou; e D - densidade de espécies.

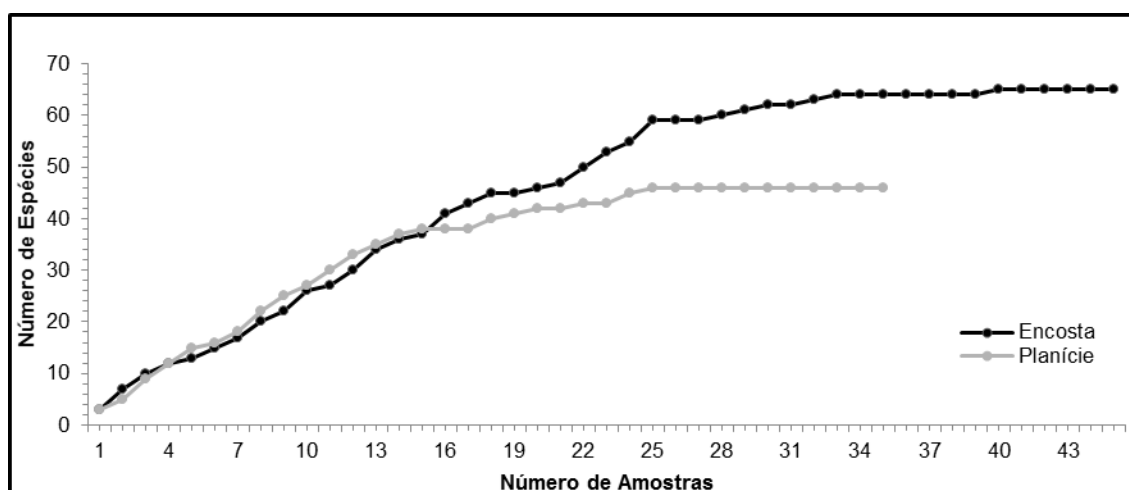


FIGURA 8 - Curva de acumulação de espécies por unidade de amostra, para os ambientes de encosta e planície do rio Tibagi.

A riqueza de espécies registrada neste levantamento fitossociológico representa somente 42% (98 spp.) da florística geral da área (233 spp). Entretanto, como esperado, vários aspectos foram semelhantes, como as famílias mais ricas: Fabaceae, Myrtaceae, Lauraceae, Euphorbiaceae e Meliaceae. Na classificação quanto à unidade fitogeográfica preferencial, 21 são típicas de Floresta Estacional Semidecidual (FESD), 7 de Floresta Ombrófila Mista (FOM) e as demais (70 spp.) ocorreram em ambas as unidades, comportando-se, desta forma, como uma área de tensão ecológica. Quanto ao contingente geográfico, houve alteração na área de

encosta, com as espécies oriundas da bacia do Paraná/Uruguai (23 spp.) superando as de ampla distribuição (22 spp.). Esse fato reforça a ideia dos lineamentos geológicos (diques de diabásio) como propulsores dos contingentes de dispersão.

Avaliando-se as cinco maiores densidades, que totalizaram 28,9% e 36,4% na encosta e na planície, respectivamente (TABELA 3), destacam-se as espécies *Aspidosperma polyneuron* e *Araucaria angustifolia*, por serem representantes de dossel, comuns às áreas, e os indivíduos *Trichilia elegans* e *Psychotria carthagenensis*, na encosta, e *Actinostemon concolor*, *Euterpe edulis* e *Guarea kunthiana* na planície, que são espécies típicas de sub-bosque.

TABELA 3 - Parâmetros fitossociológicos da área de encosta e planície para as 10 espécies com maior valor de importância, dispostas em ordem decrescente.

Ambiente	Espécies	N	DR	FR	DoR	VI
Encosta	<i>Aspidosperma polyneuron</i> M. Arg.	12	6,67	6,78	31,19	44,6
	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) O. Kuntze	8	4,44	4,52	21,55	30,5
	<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.	17	9,44	7,91	0,30	17,7
	<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	10	5,56	5,65	0,48	11,7
	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	5	2,78	2,82	3,60	9,21
	<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	3	1,67	1,69	4,94	8,30
	<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i> Hassl.	5	2,78	2,82	1,93	7,53
	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	3	1,67	1,69	4,01	7,37
	<i>Holocalyx balansae</i> Mich.	4	2,22	2,26	2,65	7,13
	<i>Luehea divaricata</i> Mart.	3	1,67	1,69	2,67	6,03
Planície	<i>Aspidosperma polyneuron</i> M. Arg.	6	4,29	3,85	27,0	35,1
	<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll. Arg.	16	11,4	10,8	0,97	23,2
	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) O. Kuntze	5	3,57	3,85	14,4	21,8
	<i>Euterpe edulis</i> Mart.	14	10,0	8,46	0,86	19,3
	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	10	7,14	6,15	3,35	16,6
	<i>Ficus insipida</i> Willd.	3	2,14	2,31	6,76	11,2
	<i>Ficus guaranitica</i> Chodat.	3	2,14	2,31	6,35	10,8
	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Mull. Arg.	5	3,57	3,85	2,73	10,2
	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	4	2,86	3,08	3,56	9,50
	<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	5	3,57	3,85	1,93	9,34

N = número de indivíduos; DR = densidade relativa; FR = frequência relativa; DoR = dominância relativa; VI = valor de importância.

Da mesma forma, a elevada densidade, aliada a diâmetros basais superiores, proporcionou às espécies *A. polyneuron* e *A. angustifolia* valores superiores de dominância, somando 52,7% e 41,3% para encosta e planície, respectivamente. Já as espécies *Myrocarpus frondosus*, *Parapiptadenia rigida* e *Cedrela fissilis*, na encosta e, *Ficus guaranitica* e *F. insipida*, na planície, embora pouco frequentes,

contribuíram significativamente na dominância, em virtude do grande diâmetro basal dos indivíduos.

As espécies que detiveram os maiores valores de importância no ambiente de encosta foram *Aspidosperma polyneuron*, *Araucaria angustifolia*, *Trichilia elegans*, *Psychotria carthagenensis* e *Cedrela fissilis*, acumulando 37,9%. Na planície, *A. polyneuron*, *A. concolor*, *A. angustifolia*, *E. edulis* e *G. kunthiana*, acumularam 38,7% do valor de importância total.

A posição alcançada pelas espécies *Aspidosperma polyneuron*, *Araucaria angustifolia* e *Cedrela fissilis* é conferida pela elevada dominância, somada à densidade. Já as espécies seguintes são explicadas, a despeito dos baixos diâmetros basais, pela elevada densidade, aliada à alta frequência, consideradas de sub-bosque. Ainda nesse parâmetro, cabe destacar o indicativo de superação das espécies da Floresta Estacional Semidecidual em comparação com a Floresta Ombrófila Mista, citando como exemplo a *A. polyneuron* (FESD) ultrapassando a *A. angustifolia* (FOM) em todos os parâmetros (densidade, frequência e dominância) e em ambas as áreas.

No entanto, entre as espécies listadas na tabela 3, considerando a unidade fitogeográfica preferencial, a área de encosta é representada por apenas uma espécie estacional e uma da mista, enquanto na planície cinco configuram as estacionais e somente uma a mista. Logo, a fitotipia dos fragmentos de planície assemelha-se a Floresta Estacional Semidecidual. Resultado semelhante foi obtido no estudo de impacto ambiental realizado na área, em que regiões mais elevadas são representadas por espécies da Floresta Ombrófila Mista e nas áreas de menor altitude, seguindo principalmente as margens do rio Tibagi, há notável invasão de elementos da Floresta Estacional Semidecidual, ainda que acompanhada de elementos da Floresta Ombrófila Mista (CNEC, 2004).

Em uma planície de inundação do rio Tibagi, Bianchini *et al.* (2003) observaram parâmetros fitossociológicos semelhantes ao deste estudo, como o número de indivíduos por hectare (912 ind/ha) e o índice de Shannon (3,44), além das famílias mais representativas em número de espécies. De qualquer forma, apenas uma espécie figurou dentre as 10 mais importantes em ambas as florestas: *Actinostemon concolor*, representando 10,8% da frequência relativa neste estudo e 10,3% no de Bianchini *et al.* (2003). Entre as outras espécies mais importantes, somente *Casearia decandra* e *Guarea macrophylla* foram encontradas nas duas áreas. Essa diferença

na composição específica está de acordo com Camargos *et al.* (2008), que atestaram que as florestas aluviais de uma mesma região apresentam diferenças significativas em relação à diversidade específica, apesar da proximidade geográfica.

Comparando-se as duas áreas, a maior riqueza de famílias, gêneros e espécies foi observada no ambiente de encosta (TABELA 2). Esse fato pode estar relacionado ao favorecimento geo-pedológico do ambiente. Segundo Curcio (2006a), a presença de diques de diabásio originários da megatectônica do Arco de Ponta Grossa impõe uma pedogênese de maior trofia, além de possuírem maiores teores de argila no sistema e desta forma, a cobertura vegetal reage diferentemente, apresentando um componente florestal mais atuante nas encostas.

Outro fator relevante para a diversidade biótica nesse ambiente está relacionado à pluralidade abiótica, como a combinação da declividade de 20 a 30°, formas de rampas (subtabulares, convexa-divergente e convexa-retilínea) e a classe de solo Cambissolo Háplico, proporcionando melhor drenagem e acúmulo de nutrientes e matéria orgânica em gradientes altimétricos.

A menor riqueza de espécies encontrada na área de planície, comparada ao ambiente de encosta, possivelmente esta pautada na dinâmica do ambiente e adaptação das espécies. Mantovani (1989) mencionou que as variações estruturais e florísticas da vegetação das margens de rios são resultantes da interação entre os traçados dos rios, os tipos de solos, os graus de hidromorfia deles e a topografia local, além do regime pluviométrico da região e, também, o desempenho diferenciado das espécies frente à diversidade ambiental (RODRIGUES e SHEPERD, 2009).

O local estudado possui baixa declividade (0 a 5°) e é condicionado nas margens por dique marginal (sedimentos fluviais) seguido por bacia de inundação (Neossolo Flúvico) e terraços (Argissolo Vermelho-Amarelo) no interior, impondo regimes de não hidromorfia aos solos, exceto pulsos sazonais de inundação, caracterizando a área como de formação ribeirinha de influência fluvial sazonal (CURCIO, 2006a). Além disso, Medri *et al.* (2002a) destacaram os efeitos fisiológicos provocados pelos pulsos de inundação, enfatizando o aumento da mortalidade das espécies não adaptadas a essa condição, o que provoca a mudança de metabolismo respiratório e inibição de fotossíntese, determinando mudança ecológica constante nas florestas fluviais.

Apesar da similaridade das famílias mais representativas entre a planície e a encosta, essas florestas diferem significativamente quanto à fisionomia, principalmente em relação à densidade (510 ind/ha na planície e 855 ind/ha na encosta) e à composição de espécies.

Essa diferença provavelmente está relacionada às restrições ambientais de cada compartimento. Das 10 espécies mais importantes, apenas três figuram em ambas as áreas: *Araucaria angustifolia*, *Aspidosperma polyneuron* e *Cedrela fissilis* (TABELA 3). Considerando todas as espécies amostradas, somente 13 delas são comuns aos ambientes, resultando numa taxa de similaridade pouco representativa (13,26%). Como exemplo disso, as espécies *Actinostemon concolor*, *Euterpe edulis* e *Guarea kunthiana* representam aproximadamente 28,6% da densidade total do ambiente de planície e não foram encontradas na encosta.

Da mesma forma, *Trichilia elegans*, *Psychotria carthagenensis* e *Lonchocarpus muehlbergianus* acumulam 17,78% da densidade total da encosta e estão ausentes na planície. Resultados semelhantes foram obtidos no estudo de impacto ambiental da área (CNEC, 2004) que, avaliando a composição de espécies arbóreas, constataram que das 47 espécies encontradas na área de aluvião, somente 13 são exclusivas, porém, das 76 espécies encontradas na área do dique, 42 são exclusivas, e desse total, 34 são comuns às duas áreas. De acordo com Bianchini *et al.* (2003), a menor densidade de algumas espécies pode estar relacionada ao baixo número de microsítios favoráveis à sua regeneração e à alta densidade de copas e, conseqüentemente, menor incidência de luz (Oliveira *et al.*, 2001).

Destacam-se também na planície espécies comumente tratadas como tolerantes à saturação hídrica, como *Guarea* spp. e *A. concolor* (BIANCHINI *et al.*, 2003). Já na encosta, *Trichilia* spp. e *Cabralea canjerana*, espécies tipicamente encontradas em áreas sem influência direta de saturação hídrica ou em florestas de encosta (MELLO, 2006), destacam-se. Essas diferenças específicas ocorrem, possivelmente em virtude das condições ambientais distintas de cada área, como os tipos de solo, a declividade e a influência da dinâmica do Tibagi (CURCIO, 2006b).

O índice de similaridade de Shannon obtido foi de 3,87 e 3,47 nats/ind, e o de equitabilidade de Pielou, de 0,92 e 0,90, respectivamente, para encosta e planície, conforme a tabela 2. O resultado é análogo ao encontrado por Bianchini *et al.* (2003), que, ao compararem levantamentos florísticos em remanescentes florestais de áreas aluviais, espigão e encosta, dentro da bacia do Tibagi, encontraram valores

relativamente menores para o índice de diversidade de Shannon em áreas sujeitas à inundação (3,44 nats/ind) e maiores para a encosta (3,69 nats/ind).

Ainda na mesma região de estudo (Fazenda Monte Alegre), Nakajima *et al.* (1996) obtiveram valores semelhantes de diversidade (3,58 nats/ind) no componente arbóreo de um fragmento de floresta ciliar (FIGURA 9). Entretanto, no levantamento fitossociológico realizado por Curcio (2006b), foram obtidos valores inferiores (2,82 nats/ind) em florestas fluviais. O valor obtido pelo índice de Shannon comparado a outros estudos conduzidos na região Sul e Sudeste do Brasil, pode ser considerado elevado (FIGURA 9).

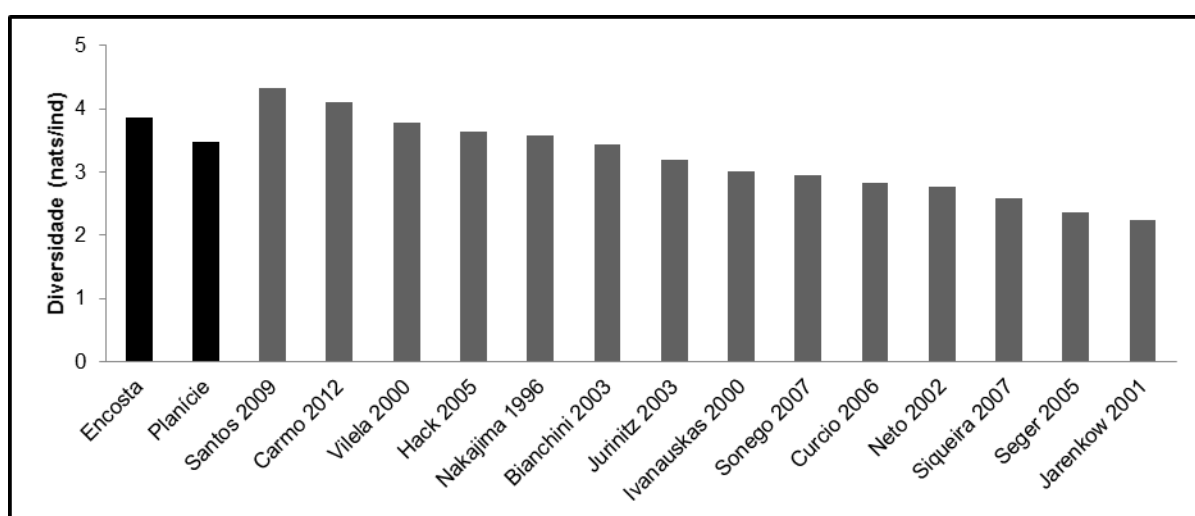


FIGURA 9 - Listagem dos Índices de Diversidade de Shannon (H') de diversos estudos nas Florestas Ombrófila Mista e Estacionais do Sul e Sudeste do Brasil.

Os valores altos de equitabilidade para encosta (0,92) e planície (0,9) indicam que pelo menos 90% da diversidade teórica máxima foi encontrada. Logo, a diversidade obtida pelo índice (Shannon), aliado aos altos valores de equitabilidade, demonstra a distribuição homogênea dos indivíduos entre as espécies. Da mesma forma, valores altos de equidade ($J'=0,9$) foram obtidos em fragmentos de encosta, pelo estudo de impacto ambiental realizado na área (CNEC, 2004).

3.8 CLASSES DE DIÂMETRO E ALTURA

A distribuição geral das classes diamétricas segue o padrão característico de florestas nativas, ou seja, apresenta uma distribuição exponencial negativa na forma de "J invertido" (SCOLFORO, 1998), sendo que a maior frequência de indivíduos

encontra-se nas classes iniciais até 40 cm de diâmetro para ambas as áreas de estudo, representando 80% dos indivíduos amostrados, e somente 20% para a classe superior a 40 cm (FIGURA 10). Do mesmo modo, maior densidade de indivíduos nas classes iniciais (até 40 cm) foi obtida no estudo de impacto ambiental realizado na área de construção do futuro reservatório da UHE-Mauá (SCHAFHAUSER *et al.*, 2009).

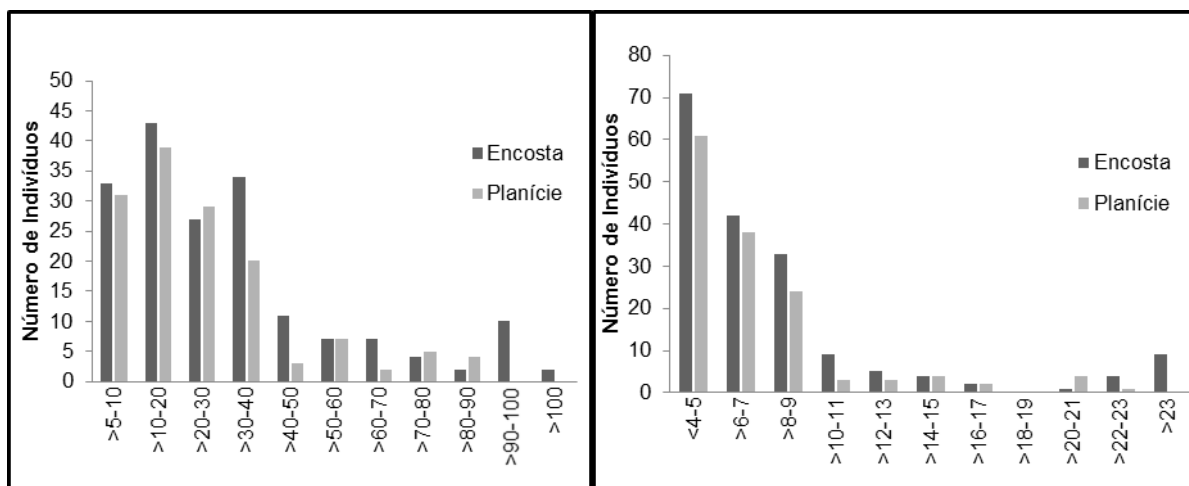


FIGURA 10 - Distribuição do número de indivíduos por classes de diâmetro (cm) (esquerda) e altura (m) (direita) dos indivíduos amostrados nas áreas de encosta e planície de inundação do rio Tibagi, Telêmaco Borba, PR.

Entre os indivíduos com diâmetros inferiores a 40 cm, cabe destacar as espécies de sub-bosque *T. elegans* e *P. carthagenensis* (encosta), e *A. concolor* e *G. kunthiana* (planície), que totalizam 19,7% e 26,1% do total de árvores, respectivamente. No conjunto de espécies com diâmetros superiores a 40 cm, destacam-se *A. angustifolia* e *A. polyneuron*, que, somadas, apresentam 46,5% (encosta) e 52,4% (planície) dos maiores diâmetros.

O comportamento de maior concentração de indivíduos nas classes com menores diâmetros e de gradativa diminuição nas classes superiores é comum para florestas nativas, que estão em constante processo de recrutamento (SCOLFORO *et al.*, 1998).

Porém, ainda que em ambas as áreas de estudo a distribuição assemelhe-se ao "J invertido", determinadas espécies não apresentam tal configuração, estando presentes somente nas classes iniciais ou finais. Entre os exemplos, podem-se citar as espécies *M. frondosus*, *A. polyneuron* e *A. angustifolia*, que estão presentes somente nas classes superiores a 40 cm de diâmetro. Deste modo, algumas

espécies que deveriam marcar presença nas diferentes classes diamétricas, apresentam interrupções extensas.

Esse fato pode indicar, segundo Cunha e Silva (2012), o ciclo de vida curto de algumas espécies, tamanho limitado por características genéticas, tempo de regeneração do fragmento ou limitações impostas pelo ambiente, não permitindo alcançar classes diamétricas superiores. Embora, alguns autores sugiram que a ocorrência de distúrbios pretéritos, como exploração seletiva, incêndios e ataque constante de pragas e insetos (SANTANA *et al.*, 2010; BERNASOL e LIMA, 2010; MARANGON *et al.*, 2008; DANIEL e ARRUDA, 2005 e NUNES *et al.*, 2003), podem favorecer o aumento do número de indivíduos nas menores classes, pela exclusão de indivíduos do dossel (CUNHA e SILVA, 2012). Entre os possíveis fatores que podem ter alterado o padrão natural de distribuição diamétrica das espécies está a exploração madeireira, posto que o município de Telêmaco Borba possui inúmeras empresas do setor madeireiro atuante á décadas. Entretanto, considerando que a área de estudo está situada em um dos focos do grande incêndio de 1963 o "Incêndio de Monte Alegre", que destruiu 2.000.000 hectares do estado do Paraná, incluindo florestas, capoeiras, campos e lavouras (TETTO *et al.*, 2012; RIBEIRO, 1984 e ANTONEL, 1963), pode-se justificar a conformação das classes diamétricas presentes.

Outro fato que confirma a influência do incêndio é o registro de várias árvores de grande porte mortas em pé ou caídas, com o ritidoma carbonizado chegando a 25 m de altura. A contribuição expressiva de árvores mortas na bacia do rio Tibagi também foi relatada em outros levantamentos: Dias *et al.* (1998) encontrou 3,33% de indivíduos mortos (Tibagi, PR); Silva *et al.* (1995), 4,5% (Sapomema, PR); Silva *et al.* (1992), 6,2% (Ipiranga, PR) e Soares e Silva (1992), 4,7% (Ibiporã, PR). Dessa forma, a ocorrência exclusiva de grandes diâmetros para as espécies *A. angustifolia*, *A. polyneuron* e *M. frondosus* deve-se ao espesso ritidoma resistente ao fogo, ao passo que as espécies de diâmetros inferiores devem ter sucumbido, sendo necessários estudos históricos e dendrocronológicos para confirmar tal proposição.

Considerando o total das espécies, observa-se que os fragmentos possuem maioria de espécies de pequeno porte, ou seja, altura inferior a 9 m. Da mesma forma, Marangon *et al.* (2008) observaram a predominância de espécies de pequeno porte em fragmentos de Florestas Estacionais Semidecíduais em Viçosa (MG). Entretanto, além da configuração natural das espécies nativas em forma do "J

invertido", segundo Dantas (2010), o acúmulo de indivíduos nas classes iniciais pode estar relacionado a incidentes catastróficos, como fogo, corte ou doenças em períodos anteriores.

Avaliando as alturas, observam-se duas classes distintas: até 9 m (84,1%) e acima de 10 m (17,9%). No conjunto de indivíduos de baixa estatura, enfatizam-se *A. concolor* e *G. kunthiana*, que, juntas, correspondem a 18,6% dos indivíduos da área de encosta, e *T. elegans* e *P. carthagenensis*, que totalizam 18,5% das árvores na planície. Considerando a classe superior para ambas as áreas, destacam-se as espécies *A. angustifolia* e *A. polyneuron*, que, juntas, representam 17,9% das árvores.

No ambiente de planície de inundação, os indivíduos apresentaram alturas médias inferiores, quando comparado à área de encosta (FIGURA 7). Da mesma forma, Bianchini *et al.* (2003) e Dias *et al.* (2002) observaram alturas inferiores para espécies arbóreas em área com pulsos de inundação em um fragmento de FESD na mesma bacia deste estudo. Segundo esses mesmos autores, a maior incidência de espécies arbóreas com alturas inferiores está relacionada à instabilidade do solo durante períodos de inundação e à pequena profundidade do sistema de raízes, em razão da superficialidade do lençol freático.

4 CONCLUSÕES

O levantamento florístico registrou elevada diversidade totalizando 218 espécies arbóreas nativas. Destacam-se as famílias Myrtaceae e Fabaceae, por apresentarem a maior riqueza de gêneros e espécies, a ocorrência de 19 espécies arbóreas e arbustivas relacionadas como ameaçadas de extinção para o estado; e a constatação da espécie *Aspidosperma riedelii* Müll. Arg. (Apocynaceae), um novo registro de espécie arbórea para o estado do Paraná.

Um condicionante da diversidade aferida é a localização do fragmento nos limites latitudinais e altitudinais de ocorrência da Floresta Estacional Semidecidual (FESD) e da Floresta Ombrófila Mista (FOM), o que lhe permite compartilhar espécies das duas unidades fitogeográficas, apontando-o como um ecótono de especial valor para a conservação.

O domínio das espécies exigentes de luz em conjunto com as tolerantes a sombra e pioneiras demonstra que o fragmento apresenta-se como mosaico de fases sucessionais distintas. Entretanto, a elevada diferença entre o número de espécies exigentes de luz e de tolerantes a sombra indica que a floresta não atingiu o pleno desenvolvimento, ou a fatores que impediu a manutenção.

A classificação do continente geográfico apontou as espécies de ampla distribuição e da bacia do Paraná/Uruguai como as mais representativas em comparação com as do Atlântico e Pinhais. A maior contribuição desses contingentes nas comunidades vegetais do Sul-Brasileiro sugere a relação de proximidade geográfica dos centros de dispersão em um ótimo climático pretérito, em especial na bacia do rio Tibagi, favorecida pelos lineamentos geológicos decorrentes do Arco de Ponta Grossa.

A análise de agrupamentos permitiu a separação de ambientes distintos, um situado na encosta e o outro na planície do rio Tibagi. O levantamento fitossociológico destes ambientes manteve as mesmas características do levantamento florístico, como a predominância das famílias Myrtaceae e Fabaceae, o domínio das espécies típicas da Floresta Estacional Semidecidual sobre as da Floresta Ombrófila Mista e a mistura delas, apontando a área como ecótono entre as duas unidades fitogeográficas.

Entre as espécies mais importantes, destacam-se a *A. angustifolia* e *A. polyneuron*, por apresentarem os maiores valores de frequência, dominância e densidade, tanto na área de encosta quanto na planície, e também por representarem tipicamente as unidades fitogeográficas de Floresta Ombrófila Mista e Estacional Semidecidual, respectivamente.

A distribuição das classes de diâmetro e altura seguiu o padrão característico de florestas, expresso pela distribuição exponencial negativa, na forma de "J invertido", ainda que determinadas espécies não apresentem tal configuração. Entre as possíveis causas da descontinuidade estão ciclo de vida das espécies e distúrbios pretéritos, como o incêndio que ocorreu na área em 1963, evidenciado pelas árvores mortas, exibindo cicatriz de incêndio e ritidoma carbonizado, sendo necessário estudos históricos e dendrocronológicos para confirmar essa proposição.

CAPÍTULO 2

DENDROECOLOGIA DE *Araucaria angustifolia* SOB DUAS CONDIÇÕES GEOMORFOLÓGICAS EM ECÓTONO DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL E FLORESTA OMBRÓFILA MISTA, PARANÁ, BRASIL

RESUMO

A configuração fisionômica atual da vegetação que reveste o Planalto Meridional Brasileiro é consequência das sucessivas mudanças climáticas ocorridas no Quaternário. A expansão acentuada de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze no segundo planalto paranaense iniciou há cerca de 1500 anos, em um período muito úmido. A região do médio rio Tibagi, situada nos Campos Gerais, corresponde geologicamente à Bacia Sedimentar do Paraná, e nela intercorre lineamentos geológicos na forma de diques de diabásio, que modelam o relevo na alternância contínua de encostas e vales e impõem uma pedogênese de maior trofia ao ambiente. Neste sentido, o estudo pretende, a partir da dendroecologia de indivíduos de *Araucaria angustifolia* situados na encosta e na planície do rio Tibagi, município de Telêmaco Borba, Paraná, fornecer informações que permitam avaliar o crescimento em diâmetro e altura, o sincronismo entre séries temporais de anéis de crescimento, bem como, a relação entre o crescimento e variáveis meteorológicas (e.g.: temperatura e precipitação), e possíveis efeitos decorrentes do grande incêndio florestal de 1963. A presença dos diques de diabásio atuando como suplementos iônicos no ambiente de encosta permitiu a obtenção de taxas de incremento em diâmetro, idade e altura total estatisticamente superior àquelas observadas em indivíduos ocorrendo na planície. Os indivíduos estabelecidos após o evento de 1963, sobre um ambiente de menor concorrência por recursos, conseguiram superar rapidamente a vegetação concorrente, já as árvores mais velhas, possivelmente recrutadas em ambiente florestal de baixa irradiância, seguiram por uma estratégia ecológica de sobrevivência investindo lentamente no crescimento diamétrico. A sincronia das séries temporais de cada ambiente foi satisfatória, provando sinal comum entre os indivíduos. A extensão cronológica obtida de 370 anos (1641 - 2010 - 370 anos), para a espécie *Araucaria angustifolia*, fornece elementos importantes ao desenvolvimento e extensão de cronologias regionais para a espécie. A associação das variáveis meteorológicas com as séries cronológicas evidenciou que os sinais climáticos influenciam de forma diferenciada em cada ambiente. A precipitação foi o fator limitante para os indivíduos de encosta e a temperatura limitante aos indivíduos de planície, ambos coincidindo com os meses de maior liberação de crescimento.

Palavras-chave: Floresta com Araucária. Séries cronológicas. Médio rio Tibagi.

ABSTRACT

The current physiognomic configuration of vegetation that covers the Southern Brazilian Plateau is reflection of successive climatic changes, which occurred in the Quaternary. The marked expansion of *Araucaria angustifolia* species (Bertol.) Kuntze in the Second Paraná Plateau (Campos Gerais) started There are about 1500 years old, in a very wet period. The region of medium Tibagi river situated in the General Fields, corresponding geologically to the Sedimentary Basin Paraná, occurs geological lineaments in the form of diabase dikes, which molding the relief on the continuous alternance of slopes and valeys and imposes a pedogenesis of higher trophic for environment. In this sense, the study aims to provide informations, from dendroecological of individuals of *Araucaria angustifolia* located on the slope and plain of Tibagi river, county Telemaco Borba, Parana, to evaluate the growth of diameter and heigh, the synchronism between the temporal series of growth rings, as well as investigating the association with meteorological variables (eg: temperature and precipitation) and possible effects of Fire 1963. The presence of diabase dikes, acting as ionic supplements on the slope environment, permitted diameter increment, age and total height, statistically higher than those observed in individuals occurring in plain. The individuals established after the 1963 event, on an environment of less competition for resources were able to quickly overcome competing vegetation, and the mature trees possibly recruited in forest environment of low irradiance, followed by a ecological survival strategy investing slowly in the growth. The synchrony between the temporal series of each environment was satisfactory, evidencing common sinal between individuals. The chronological extension obtained 370 years (1641-2010), for the specie *Araucaria angustifolia*, provides elements important to the development and extent of regional chronologies for species. The association of meteorological variables with the chronological series found that climatic signals influence differentially in each environment. Thus, the precipitation was limiting factor for individuals on the slope, and average temperature threshold of lowland individuals, both coinciding with the months increased release of growth.

Keywords: Araucaria Forest. Chronological series. Medium Tibagi river.

1 INTRODUÇÃO

A configuração fisionômica atual da vegetação que reveste o Planalto Meridional Brasileiro é consequência das sucessivas mudanças climáticas ocorridas no Quaternário (AB'SÁBER, 2000). As mudanças neste período permitiram disseminar as florestas em diferentes densidades e extensões, colonizando encostas e eventualmente cabeceiras de drenagem.

A expansão mais vigorosa da *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze no segundo planalto paranaense iniciou há cerca de 1500 anos, em um período muito úmido no final do Holoceno (BEHLING, 1997). Atualmente, o domínio das florestas com araucárias continua a se expandir em terras altas (KLEIN, 1960 e RAMBO, 1961), superando outras formações vegetais e sendo afastada das suas altitudes baixas pelas florestas subtropicais (HUECK, 1972).

A região do médio rio Tibagi, situada nos Campos Gerais paranaense, corresponde geologicamente à sequência de sedimentos do Paleozoico/Mesozoico da Bacia Sedimentar do Paraná (MAACK, 2012), e nela aflora grande parte das litologias presentes no estado (PINESE, 2002), que aliado à transição climática regional e a diversidade de solos e associações, abriga elevada biodiversidade animal e vegetal (MICHELON, 2012; BONNET *et al.*, 2011; SCHWARTSBURD e LABIAK, 2008; CARMO, 2006; SAKAGAMI, 2006; CARDOSO e SAJO, 2004; DIAS, 2002 e REIS, 1995). Nesse ambiente pluralizado, intercorre lineamentos geológicos na forma de diques de diabásio, relacionados ao ciclo tectônico Brasiliano-Panafricano (PINESE, 2002), que modela o relevo na alternância contínua de encostas e vales e impõem uma pedogênese de maior trofia ao ambiente (CURCIO, 2006b).

A dinâmica de colonização da *Araucaria angustifolia* é pouco conhecida e controversa (OLIVEIRA, 2007). Compreender o desenvolvimento das espécies florestais permite inferir sobre aspectos fundamentais do crescimento vegetal ao longo do tempo. Contudo, esses dados são escassos para espécies tropicais e subtropicais (WORBES, 2002).

Atualmente, o estudo de anéis de crescimento usando procedimentos de análise dendrocronológica tem sido aplicado para reconstruir o crescimento de diferentes espécies arbóreas e investigar a ocorrência de eventos históricos como

incêndios, neve, avalanche, ataque de pragas (SCHWEINGRUBER, 1996, 1993 e FRITTS, 1976). Para *Araucaria angustifolia*, em específico, os estudos estão voltados à dendroclimatologia, sinais climáticos, desenvolvimento de cronologias, atividade cambial e dinâmica de crescimento (CATTAEIO *et al.*, 2013; STEPKA, 2012; MATTOS *et al.*, 2010; FISCHER, 2009; OLIVEIRA, 2007 e SEITZ e KANINNEN, 1989).

O estado do Paraná no ano de 1963 foi acometido por um incêndio florestal de grande magnitude, consumindo 10% do território (GAZETA DE MARINGÁ, 1963). Apenas na região do médio rio Tibagi, município de Telêmaco Borba, 85% das florestas e dos plantios florestais foram destruídos pelo incêndio (TETTO *et al.*, 2012).

Os ambientes de encosta e planície com seus atributos geopedológicos e ambientais podem acarretar em crescimento diferenciado dos indivíduos de *Araucaria angustifolia*. Neste contexto, o estudo pretende fornecer informações sobre a espécie, avaliando o crescimento em diâmetro e altura dos indivíduos, o sincronismo entre as séries temporais radiais de anéis de crescimento, a relação entre o crescimento e variáveis meteorológicas (e.g.: temperatura e precipitação) e possíveis efeitos do incêndio de 1963, em uma área de encosta e outra de planície do rio Tibagi.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

Localizada no município de Telêmaco Borba, na porção centro-leste do Segundo Planalto Paranaense, a área em questão situa-se no rio Tibagi (FIGURA 1), na Fazenda Monte Alegre, local de construção da Usina Hidrelétrica de Mauá, perfazendo uma área de 2.675 hectares com cobertura florestal (SCHAFHAUSER *et al.*, 2009).

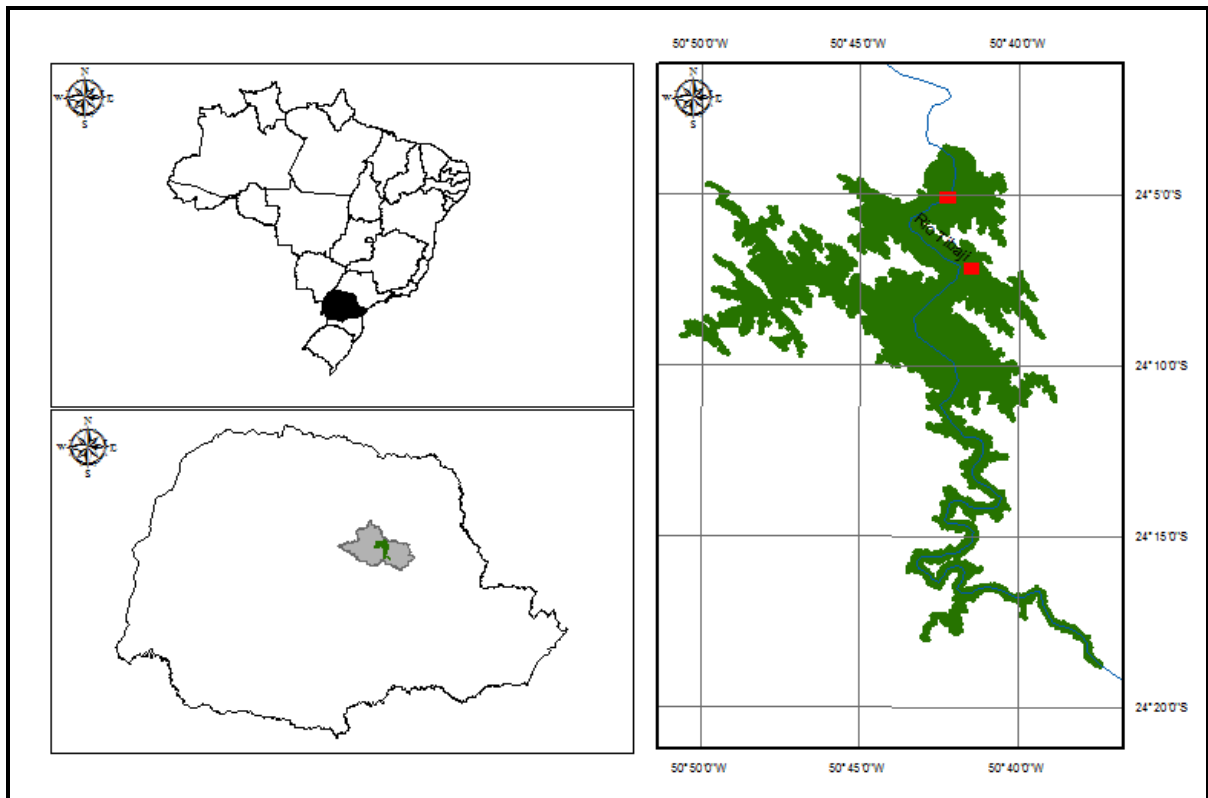


FIGURA 1 - Mapa de localização da área de estudo, município de Telêmaco Borba - PR. Pontos em vermelho identificam as áreas de coleta das amostras de *Araucaria angustifolia*.

O fragmento florestal ocupa a porção média da bacia do rio Tibagi, correspondendo geologicamente à sequência de sedimentos do Paleozoico/Mesozoico da Bacia Sedimentar do Paraná, em que afloram rochas pertencentes ao Grupo Itararé, ao Grupo Guatá e ao Grupo Passa Dois, e rochas básicas do Grupo São Bento (MILANI *et al.*, 1994). Os solos predominantes são Argissolos, Latossolos, Neossolos, Nitossolos e Cambissolos (EMBRAPA, 2006),

dispostos em relevos planos (0 a 2,9°) a fortemente ondulados (>45°) (LACTEC, 2010).

Segundo a classificação de Köppen, o clima predominante da região é do tipo Cfb (temperado), caracterizado como úmido, de verão quente a moderadamente quente, com geadas frequentes e sem estação seca definida. A temperatura média anual na região é de 18 °C, sendo a temperatura média do mês mais quente de 22°C e a do mês mais frio de 15° (IAPAR, 1978). A precipitação média anual é de 1.577 mm, com flutuações que vão desde 2.092 mm, no ano de 1982, até 983 mm no ano de 1999 (SUDERHSA, 1998). A umidade relativa média anual é de 73% (SUDERHSA, 2009).

Em relação à paisagem original, localiza-se no domínio da Mata Atlântica e está inserida na região dos Campos Gerais, conforme definição de Maack (2012). As variações geológicas, pedológicas e climáticas que ocorrem na bacia do rio Tibagi (MEDRI *et al.*, 2002b) permitem o desenvolvimento de diferentes tipos vegetacionais, entretanto, nas áreas desse estudo ocorre o predomínio da Floresta Estacional Semidecidual e da Floresta Ombrófila Mista (MEDRI *et al.*, 2009).

2.2 SELEÇÃO DOS FRAGMENTOS

A grande extensão da área de estudo abrange diferentes condições ambientais, representadas por mudanças geológicas, pedológicas e geomorfológicas em diferentes escalas e intensidades. Entretanto, as formas predominantes são encostas íngremes com diferentes formas de rampa (retilínea, côncava e convexa), provocadas por intrusões basálticas (diques de diabásio) e terrenos planos próximos ao rio Tibagi sujeitos a pulsos periódicos de inundação. A distinção dessas formações são visíveis e expressas na fitofisionomia, motivo pelo qual foram selecionados dois fragmentos contíguos para a coleta de material destinado às análises dendrocronológicas, sendo um na encosta e outro na planície de inundação do rio.

A encosta, situada nas coordenadas 24°07'02" S e 50°41'20" W, apresenta, no terço superior (aprox. 750 m s.n.m), a geologia proveniente da Formação Serra Geral (diques de diabásio), seguida pela Formação Palermo, ambos com relevo montanhoso (>45% a ≤75%) e solo Cambissolo Háplico (FIGURA 2). A vegetação

arbórea alta, contendo espécies emergentes (25 a 35 m de altura), com destaque para *Araucaria angustifolia*.

Localizada entre as coordenadas 24°04'50" S e 50°42'31" W, a área de planície, paralela ao rio Tibagi, apresenta relevo plano ($\leq 3\%$), elevação de 565 a 580 m s.n.m, contendo a Formação Rio Bonito, e solo Argissolo Vermelho-Amarelo (FIGURA 3). A vegetação arbórea baixa, contendo poucas espécies emergentes.

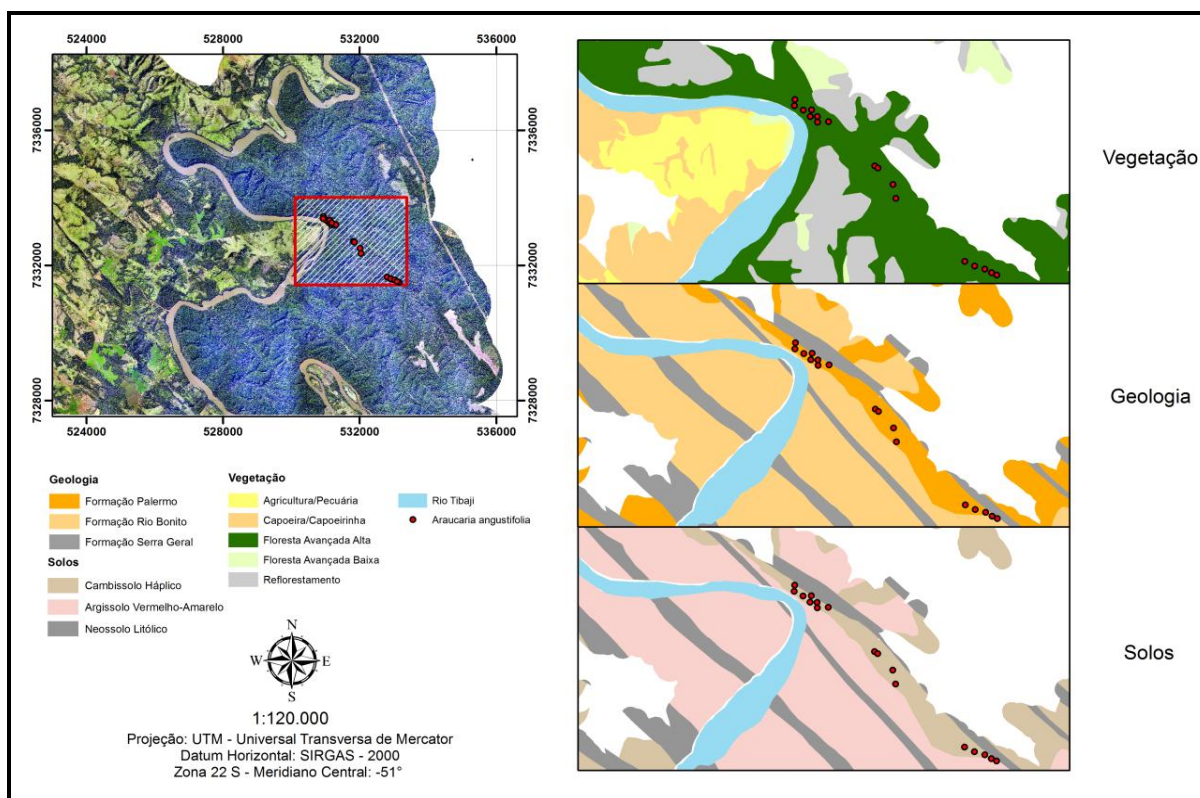


FIGURA 2 - Mapa de caracterização da vegetação, geologia e pedologia do fragmento florestal situado na encosta, município de Telêmaco Borba - PR. Retângulo em vermelho (hachurado) delimita a área de estudo e os pontos vermelhos representam os indivíduos de *Araucaria angustifolia* amostrados.

A caracterização do meio físico das duas áreas foi realizado com base em ortofotos, escala de 1:25.000, disponibilizadas pela Companhia Paranaense de Energia (COPEL) e processadas com o auxílio do programa de sistemas de informações geográficas ARCVIEW, versão 3.2 (ESRI, 2004). A cartografia-base foi extraída das folhas topográficas, escala 1:250.000, do IBGE (1995-2010). Para o detalhamento geológico, foi consultada a carta geológica do estado do Paraná, escala 1:250.000 (MINEROPAR, 2001) e do município de Telêmaco Borba, escala 1:250.000 (MINEROPAR, 2005). Para a geomorfologia, utilizou-se a carta geomorfológica do estado do Paraná, escala 1:250.000 (MINEROPAR, 2006), com

apoio na literatura (MAACK, 2001; IBGE, 2006). Para a pedologia, foi utilizado o mapa de solos do Paraná, escala 1:600.000 (EMBRAPA, 2008) e 1:250.000 (EMBRAPA, 2007), amparados no mapeamento de solos do Paraná (SANTOS *et al.*, 2006) e na classificação brasileira de solos proposta por Embrapa (2006). A confirmação das classes de solo foi alcançada pela abertura de três trincheiras (perfis de solo) orientadas nos terços superior, médio e inferior (encosta), na bacia de acumulação e no terraço (planície).

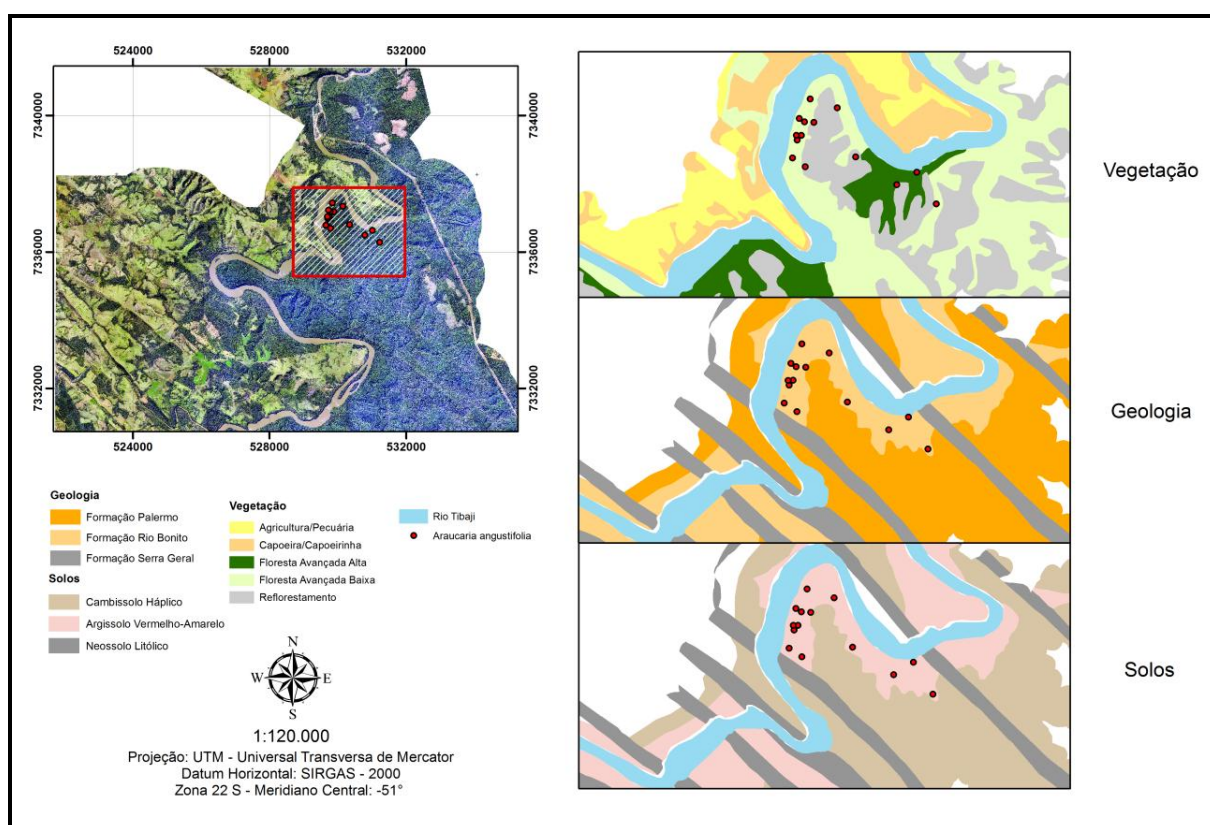


FIGURA 3 - Mapa de caracterização da vegetação, geologia e pedologia do fragmento florestal situado na planície do rio Tibagi, município de Telêmaco Borba - PR. Retângulo em vermelho (hachurado) delimita a área de estudo e os pontos vermelhos representam os indivíduos de *Araucaria angustifolia* amostrados.

2.3 AMOSTRAGEM E MEDIÇÃO DOS ANÉIS DE CRESCIMENTO

No estado do Paraná, entre os municípios de Telêmaco Borba e Ortigueira, no ano de 2010 foi iniciada a construção de uma usina hidroelétrica (UHE - MAUÁ), pela Companhia Paranaense de Energia (COPEL). Para a construção do reservatório, foi removida toda a vegetação arbórea presente (2.675 ha), o que permitiu a coleta de amostras de madeira (seções transversais do tronco “discos”) para o presente estudo.

A definição da espécie *Araucaria angustifolia* como objeto de estudo foi em decorrência da sua presença nas geomorfologias de encosta e planície, diâmetros elevados e na possibilidade de repetição, seguindo os princípios da dendrocronologia.

Foram selecionadas 25 árvores na área de encosta e 20 na área de planície destinadas ao estudo dendrocronológico. A coleta das amostras foi realizada pelo método destrutivo, com auxílio de uma motosserra, tomando-se duas seções transversais do tronco em diferentes alturas, sendo a 0,4 m de altura do nível do solo (base) e outra antes do último verticilo vivo (FIGURA 4). A amostragem foi realizada entre junho e setembro de 2011.



FIGURA 4 - Coleta das amostras de madeira (discos do tronco) pelo método destrutivo. Seleção do indivíduo (A), abate (B) e seções transversais do fuste de *Araucaria angustifolia* (C), mostrando (setas) os discos da base e do último verticilo vivo utilizados nas análises.

Após a coleta, os discos de madeira foram submetidos à secagem em temperatura ambiente, sendo, posteriormente polidos com lixadeiras de cinta e orbital em diferentes granulometrias (e.g.: lixas de 80, 100, 180, 220, 360, 400, 600grãos/cm²). O polimento extensivo das amostras foi necessário para que os anéis de crescimento de *Araucaria angustifolia*, delimitados por fina camada de lenho tardio, com traqueídes axiais achatados radialmente e de paredes celulares grossas (ROIG, 2000; WEHR e TOMAZELLO, 2000), pudessem ser melhor evidenciados (STOKES e SMILEY, 1968). Os discos de grande dimensão foram polidos na marcenaria da Embrapa Florestas junto ao Laboratório de Dendrocronologia desta unidade.

Sobre a seção transversal de cada amostra de madeira foram traçados pelo menos 4 raios ortogonais (casca - medula), sobre os quais foram marcados os anéis de crescimento. Os anéis de crescimento foram demarcados e digitalizados em scanner SATELLITE (A-PD520), com resolução de 600 dpi, juntamente com uma

escala. Na imagem digital foi determinado a largura dos anéis de crescimento com programa de análise de imagem (Image Pro Plus), segundo metodologia proposta por Lobão (2011), com precisão de 0,001mm.

2.4 ANÁLISE DE DADOS

Todas as amostras foram coletadas entre os meses de agosto e setembro de 2011. Portanto, teoricamente, para efeito de análise o período vegetativo do ano de formação do último anel completo corresponderia ao ano de 2010.

A avaliação e controle das medições das larguras dos anéis de crescimento foram realizadas empregando-se o programa COFECHA (HOLMES, 1983) e, eventualmente, pela análise gráfica, segundo metodologia proposta por Longhi-Santos (2013). Este foi usado inicialmente empregado para avaliar a sincronia das quatro séries temporais da mesma árvore e, posteriormente, entre indivíduos. O programa COFECHA correlaciona as séries cronológicas a partir da sobreposição de segmentos "janelas" (pré-definidas), com uma média construída de todas as amostras "*master*" (GRISSINO-MAYER, 2001). As estatísticas resultantes permitem indicar a existência de correlações significativas entre as séries, servindo como critério de controle para cada amostra analisada. Considerando a extensão das séries temporais analisadas foi utilizado uma janela de 30 anos com a sobreposição de 15 anos.

As séries temporais utilizadas na sincronização carregam consigo as informações referentes aos ritmos endógenos e exógenos de crescimento, considerado por Cook e Kairiukstis (1990) como um modelo de agregação linear de crescimento. Embora na sincronização estas informações possam estar sobrepostas, para a construção de uma cronologia é preciso que estejam discriminadas de maneira a maximizar estes sinais (e.g.: crescimento originado de estímulos ambientais/climáticos) e minimizar ruídos (e.g.: tendências biológicas de crescimento) (LONGHI-SANTOS, 2013).

Para construir uma cronologia é necessário remover as tendências de crescimento relacionadas com a idade e outras variações de longo prazo não relacionados com o clima (COOK, 1985). O programa ARSTAN (COOK e HOLMES, 1984 e HOLMES, 2001) foi usado para padronizar todas as séries, removendo as

tendências (“*detrending*”) e transformando os incrementos correntes em índices de largura dos anéis de crescimento (FRITTS, 1976).

No processo de padronização, Cook e Kairiukstis (1990) aconselham que as séries cronológicas sejam normalizadas a partir dos dados utilizados na sincronização, seguido da aplicação de uma curva (função) que possibilite remover os sinais “ruídos”, maximizar o sinal comum de crescimento e preservar as oscilações de baixa frequência (sinais climáticos) nas séries instrumentais. Para padronização das séries temporais analisadas neste trabalho empregou-se uma função “*spline cúbica*”, com porcentagem de longitude da série de 67%. A mesma foi utilizada por OLIVEIRA (2007) e CATTANEO *et al.* (2013) em trabalhos envolvendo a mesma espécie.

A qualidade das cronologias foi avaliada por meio da correlação média (r), entre as séries instrumentais (COOK e KAIRIUKSTIS, 1990); a média do índice de sensibilidade (MS), que indica a reação de uma árvore aos fatores ambientais; o sinal-ruído (SNR), que expressa a robustez do sinal comum entre as árvores; e o sinal expresso da população (EPS), que mede o sinal total presente em uma cronologia (COOK e KAIRIUKSTIS, 1990 e SCHWEINGRUBER, 1996).

As diferenças de crescimento em diâmetro e altura entre as árvores localizadas na encosta e planície ao longo do tempo foram avaliadas pelo teste de análise de variância (ANOVA). Para confirmar o pressuposto de que às variâncias são iguais (homogeneidade das variâncias), foi aplicado o teste de Bartlett.

Para examinar o crescimento em diâmetro ao longo do tempo, os indivíduos de *Araucaria angustifolia* utilizados como unidades amostrais foram selecionados por faixa etária semelhante, entre os ambientes. Desta forma, os incrementos em diâmetro foram analisados por todo o período de crescimento em comum de 1787 a 2010 (223 anos). Com propósito de identificar lapsos de tempo com crescimento diferenciado, a análise foi executada em intervalos de 10 anos. O incremento corrente anual do diâmetro foi obtido pela multiplicação do incremento corrente anual (largura do anel) por 2.

Com intuito de determinar a idade e o crescimento em altura das araucárias, nas duas condições estudadas, os indivíduos foram aferidos quanto ao número anéis de crescimento nas seções transversais da base e logo abaixo do primeiro verticilo vivo. O número de indivíduos utilizados como unidades amostrais totalizou 19 árvores no ambiente de encosta e 18 árvores na área de planície. O crescimento

médio em altura foi determinado pela diferença do número de anéis registrados no disco da base com o número de anéis registrados no disco logo abaixo do primeiro verticilo vivo.

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software Action versão 2.6 (SFB/ACTION, 1991) e planilhas do Excel (Microsoft Office Excel 2007).

2.5 RELAÇÃO ENTRE O CRESCIMENTO E O CLIMA

Para averiguar as relações entre o crescimento arbóreo e as variáveis climáticas mensais, as cronologias foram correlacionadas (correlação de Pearson) com as séries históricas de precipitação e temperatura (média, mínima e máxima), obtidas da estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2012), localizada a aproximadamente 30 km das áreas de estudo (município de Telêmaco Borba-PR). As séries históricas utilizadas contemplam períodos distintos, sendo de 1947 a 2010 para precipitação e de 1974 a 2010 para os registros de temperatura (FIGURA 5).

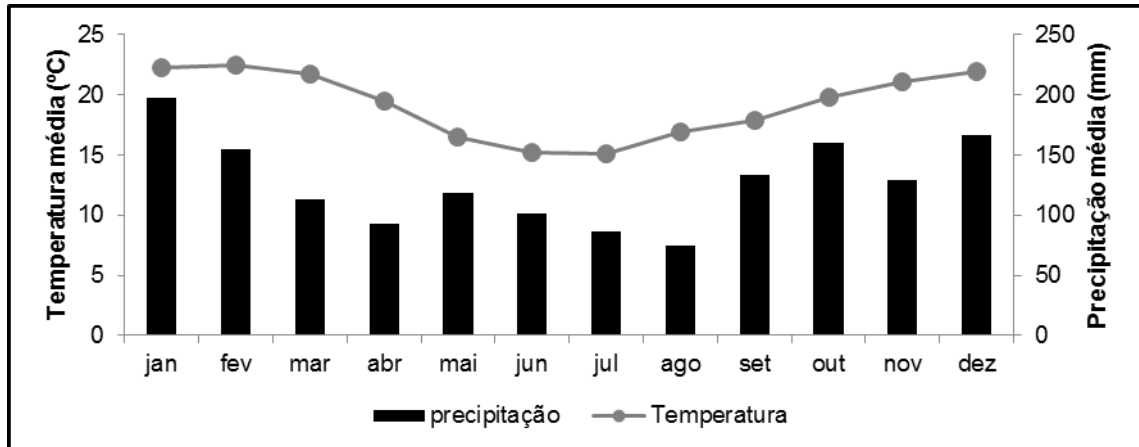


FIGURA 5 - Valores médios de precipitação (mm) e de temperatura (°C) correspondentes aos períodos de 1947 a 2010 e de 1974 a 2010, respectivamente.

As séries de crescimento arbóreo foram correlacionadas com cada uma das variáveis mensais, combinando as séries para o mesmo ano (Lag = 0), ou para o ano anterior (Lag = 1). Para o arranjo resultante das correlações entre variáveis, foi gerado um perfil gráfico de correlações (correlação de Pearson), ressaltando os períodos de influência climática positiva ou negativa no crescimento das árvores. As análises foram estabelecidas em planilhas do Excel (Microsoft Office Excel 2007).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 CRESCIMENTO EM DIÂMETRO DE *Araucaria angustifolia* ENTRE OS AMBIENTES

Os parâmetros obtidos na análise do incremento em diâmetro para todo o período de crescimento em comum de 1787 a 2010 (223 anos) entre as áreas, testados quanto à homogeneidade da variância e a diferença estatística, estão apresentados na Tabela 1.

TABELA 1 - Descrição das características e parâmetros estatísticos considerados na avaliação do crescimento em diâmetro de *Araucaria angustifolia* entre o período comum de 1787 a 2010 (223 anos) para os ambientes de encosta e de planície do rio Tibagi-PR.

Parâmetros	Encosta	Planície
Número de árvores	13 (19)	18 (18)
Idade média (anos)	57,31 (DP±54,98)	70,67 (DP±61,33)
Diâmetro médio (cm)	63,12 (DP±16,53)	55,49 (DP±22,92)
Diâmetro máximo (cm)	132,42	99,63
Diâmetro mínimo (cm)	45,2	24,51
Incremento em diâmetro (cm/ano)	0,59 (DP±0.35)	0,45 (DP±0.19)

*Estatisticamente significativo pelo teste variância (ANOVA), $p < 0,0001$.

DP: desvio padrão.

Os valores médios de diâmetro não apresentaram diferenças estatísticas, quando aplicado o teste ANOVA ($p < 0,0001$). Entretanto, ainda que não sejam estatisticamente significativos, observa-se que os indivíduos na área de encosta desenvolveram diâmetros superiores aos da planície (TABELA 1). Resultado semelhante foi obtido no levantamento florístico e fitossociológico tratado no Capítulo 1, onde as espécies situadas na área de planície exibiram diâmetros inferiores, quando comparado ao ambiente de encosta.

A distribuição irregular dos diâmetros pode indicar o ciclo de recrutamento da espécie, que neste caso pode ter ocorrido de forma descontínua. E também, segundo Cunha e Silva-Junior (2012), apontar para limitações impostas pelo ambiente com distúrbios pretéritos, exploração seletiva, incêndios e ataque constante de pragas e insetos (SANTANA *et al.*, 2011; BERNASOL e LIMA, 2010 e MARANGON *et al.*, 2008) e, desta forma, dificultando ou inviabilizando o processo de recrutamento da espécie *Araucaria angustifolia*, na área de estudo.

O teste de variância ANOVA, quando aplicado a todo o período em comum de incremento em diâmetro (1787 a 2010), determinou que os indivíduos mostram diferenças significativas no crescimento em diâmetro ($p < 0,001$). Assim, as araucárias localizadas na área de encosta, com valores de incremento radial de 0,59 cm, apresentam taxas de crescimento estatisticamente superiores aos dos indivíduos de planície, com incremento médio de 0,45 cm (FIGURA 6), considerando a extensão completa de crescimento em comum.

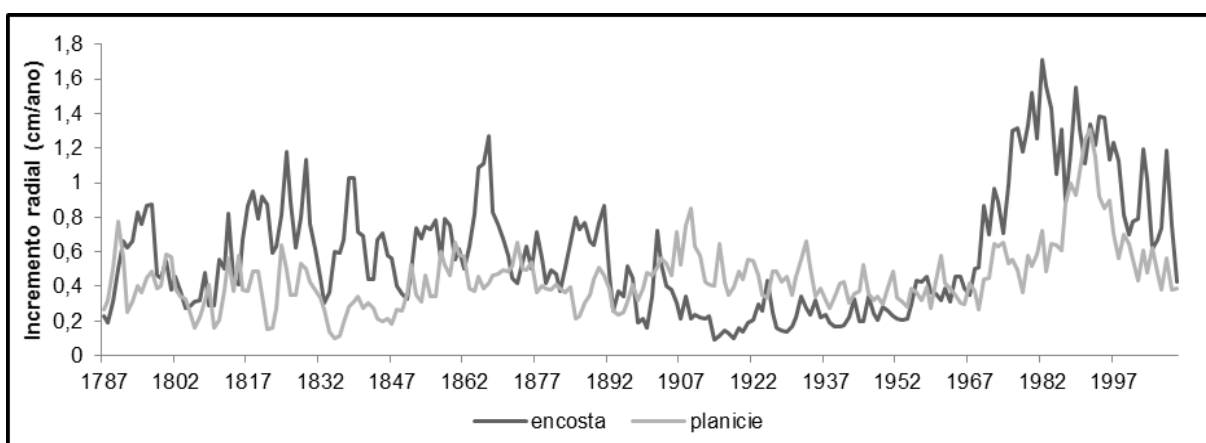


FIGURA 6 - Incremento radial médio das araucárias localizadas na área de encosta (linha preta) e planície do rio Tibagi (linha cinza), para o intervalo comum de 1787 a 2010.

Os valores de incremento radial contemplados para a série de 223 anos entre as áreas são similares aos encontrados para a mesma espécie em outros estudos, 0,3 a 0,58 cm (STEPKA, 2012); 0,45 cm (FIGUEIREDO *et al.*, 2010); 0,5 cm (MATTOS *et al.*, 2010); 0,32 cm (SCHAAF, 2001); 0,42 cm (DURIGAN, 1999).

O fragmento florestal estudado ocupa a porção média da Bacia do rio Tibagi, correspondendo geologicamente à sequência de sedimentos do Paleozoico - Mesozoico da Bacia Sedimentar do Paraná (MINEROPAR, 2001), originado pelas transgressões marinhas do mar de Pantalassa. Em particular, a área de encosta dominada geologicamente pela Formação Palermo, constituída por siltitos de origens marinhas (transgressões) de águas rasas e de baixa intensidade e, a área de planície submetida à Formação geológica de Rio Bonito, composta por siltitos e folhelhos de natureza flúvio-deltaica por influência de oscilações eustáticas (transgressões e regressões).

O arcabouço geológico representado nas duas áreas, modelados em sedimentos do Paleozoico (Grupo Guatá), com as suas respectivas unidades de solo, determina grande fragilidade ao ambiente e pouco acrescenta nas condições

mineralógicas e pedológicas para o melhor desenvolvimento vegetal. Entretanto, o destaque voltado ao ambiente de encosta está no arranjo da Formação Palermo, com intrusões vulcânicas relacionadas à tectônica do Arco de Ponta Grossa. Esses lineamentos geológicos na forma de diques de diabásio, por meio da dissociação ácida liberam minerais, principalmente, augita, pigeonita e feldspato, tornando-se suplementos iônicos a floresta.

Outros fatores podem ser atribuídos ao menor desenvolvimento dos indivíduos situados na planície. A área de estudo está em relevo plano (0 a 5°) e condicionado as margens por diques marginal, seguido por bacia de inundação que pode ocorrer regimes de hidromorfia sazonal ou até mesmo o afloramento permanente do lençol freático. Logo, as mudanças estruturais podem estar pautadas pela dinâmica do rio Tibagi.

Curcio (2006a) descreve que espécies arbóreas quando são submetidas à saturação hídrica temporária, com água estagnada (ambientes anóxicos), em bacias de inundação ou interbarras afastadas do rio, os indivíduos são raquíticos, com baixa capacidade de revitalização. Variações na topografia frequentemente são relacionadas como causadoras de padrões diferenciados de desenvolvimento e abundância de espécies arbóreas, em escala local, especialmente devido às modificações resultantes na fertilidade e profundidade dos solos, drenagem e profundidade do lençol freático ou quantidade de serapilheira (GIEHL *et al.*, 2007; OLIVEIRA-FILHO *et al.*, 1994 e BUDKE *et al.*, 2007).

Considerando que *Araucaria angustifolia*, segundo Reitz e Klein (1966) afirmam que a espécie é incapaz de sobreviver em condições de acentuada hidromorfia. Entretanto, Barddal *et al.* (2007), estudando o comportamento de plantas jovens de araucária submetidas à inundação simulada, demonstraram que o ambiente hipóxico prejudicou o crescimento, mas as plântulas resistiram fortemente a saturação, não ocorrendo mortalidade.

O desempenho diferenciado das espécies frente a essa diversidade ambiental pressupõe que em algum momento os indivíduos de *Araucaria angustifolia* situados na encosta ou planície, expressam crescimentos distintos. Esse efeito foi evidenciado quando o incremento em diâmetro foi analisado em intervalos de 10 anos (TABELA 2). As árvores localizadas na área de encosta, como esperado, apontaram maior intervalo de tempo com taxas de crescimentos superiores. De maneira geral, todas as araucárias aumentaram as taxas de crescimento nos últimos

39 anos, atingindo 0,84 cm (DP±0,11), na encosta e 0,66 cm (DP±0,09), na planície (FIGURA 6).

TABELA 2 - Períodos em décadas de incremento radial (diamétrico) médio com diferença estatística significativa pela análise de variância ANOVA ($p < 0,001$) entre as araucárias de encosta (49 séries diamétricas) e planície (54 séries diamétricas) do rio Tibagi - PR.

Intervalo	Crescimento radial médio (cm/ano)		Valor de - P
	Encosta	Planície	
1787 – 1790	0,308	0,465	0,284071
1791 – 1800	0,675*	0,421	0,000514
1801 – 1810	0,346	0,315	0,513645
1811 – 1820	0,693**	0,418	0,001571
1821 – 1830	0,829*	0,388	0,000037
1831 – 1840	0,637*	0,247	0,000205
1841 – 1850	0,519*	0,253	0,000031
1851 – 1860	0,683*	0,458	0,000371
1861 – 1870	0,832*	0,461	0,000275
1871 – 1880	0,531	0,473	0,175675
1881 – 1890	0,637	0,360	0,000068
1891 – 1900	0,385	0,352	0,653885
1901 – 1910	0,369	0,602**	0,002148
1911 – 1920	0,155	0,456*	0,000000
1921 – 1930	0,224	0,447*	0,000016
1931 – 1940	0,239	0,427*	0,000016
1941 – 1950	0,246	0,372*	0,000287
1951 – 1960	0,320	0,360	0,314800
1961 – 1970	0,456	0,385	0,241617
1971 – 1980	1,089*	0,542	0,000015
1981 – 1990	1,324*	0,756	0,000022
1991 – 2000	1,145	0,899	0,036314
2001 – 2010	0,818*	0,490	0,000992

*Estatisticamente significativo pelo teste variância (ANOVA), $p < 0,001$,

**Estatisticamente significativo pelo teste variância (ANOVA), $p < 0,001$.

Da mesma forma, Cattaneo *et al.* (2013), estudando a relação entre o clima e o crescimento de um plantio de araucárias do sexo masculino e feminino, observaram diferenças significativas quando analisados ao longo de intervalos de 10 anos, resultando em incrementos superiores para as araucárias do sexo feminino, principalmente na última década avaliada de 1990.

Ainda, analisando os intervalos de incremento radial, é possível observar que os crescimentos estatisticamente superiores na área de encosta são interrompidos ao longo do tempo, por melhores taxas de desenvolvimento dos indivíduos localizados na planície ou períodos onde não houve diferença estatística. O

resultado sugere que algum fator ambiental ou de ação antrópica ao longo do tempo, pode ter ocasionado mudanças nas condições ambientais e/ou na alocação de recursos ao longo do tempo, favorecendo ou prejudicando o desenvolvimento vegetal em cada ambiente.

O fato pode ser observado no lapso de tempo em que os indivíduos situados na planície apontam crescimentos superiores (estatisticamente), corresponde ao declínio do incremento nos indivíduos da encosta a partir de 1900, e que perdurou até 1950, com picos individualizados de crescimento. Outros estudos constataram o mesmo declínio de crescimento para *Araucaria angustifolia*. Mattos *et al.* (2010), avaliando a aceleração de crescimento de espécies da Floresta Ombrófila Mista nos últimos 90 anos, registrou crescimento lento entre 1917 a 1936 e Stepka (2012), constatou baixos índices de crescimento para a sequência de 1880 a 1930.

Outro aspecto relevante a essa alternância de crescimento ao longo do tempo pode ser relacionado ao uso da madeira no processo de colonização da bacia do rio Tibagi, que não ocorreu de maneira contínua no tempo ou no espaço. O primeiro período, relacionado à fundação e subsequente destruição das reduções jesuíticas espanholas, vai de 1610 a 1663, o segundo, começando pela descoberta do ouro passando pelo tropeirismo que se estende até o final do século XIX, e o terceiro, abrangendo o ciclo da madeira (MARTINS, 1995).

Entre a década de 1630 até 1850 (cerca de 220 anos), a vegetação do rio Tibagi estava praticamente intacta e nas mãos dos seus primeiros ocupantes, os Kaingang (SOARES e MEDRI, 2002). Para os índios, os rios e suas margens, e as florestas próximas das chamadas terras baixas da bacia do Tibagi, constituíam espaços de sobrevivência (coleta de mel, palmito, pinhão, tubérculos, raízes e plantas) e, simultaneamente, lugares de uma cultura, de uma forma de organização social específica (TOMMASINO, 2002).

A descoberta de ouro e de diamante no rio Tibagi teve início na metade do século XX (MINEROPAR, 2001), e a exploração econômica do diamante só ocorreu entre os anos de 1920 e 1940. Na região de salto Mauá e rio Pitanguí, ambos localizados no médio Tibagi, ocorre a maior concentração diamantíferas do vale do Tibagi (PERDONCINI e SOARES, 1999). Entretanto, as grandes cheias do rio Tibagi tornam inviáveis os trabalhos em certas épocas do ano, obrigando à sazonalidade na atividade extrativa.

A partir de 1917, a Inglaterra que importava madeira da Rússia, passou a ter dificuldades para sua aquisição com a revolução comunista e a importação de madeira de terras mais distantes, como a Ásia, era inviável devido aos problemas econômicos criados para aquele país com a Primeira Guerra Mundial. A missão Montagu, chefiada por Lord Lovat, veio ao Paraná com a proposta do plantio de algodão, e, assim, deu início a um processo de colonização e encontrou a madeira que a Inglaterra precisava (SOARES e MEDRI, 2002). O ciclo da madeira nesta época, no alto e no médio Tibagi, foi um desmatamento seletivo sobre as araucárias, retirando os melhores exemplares (SOARES e MEDRI, 2002). Nestas áreas, sobreviveram manchas de florestas ou de campos e cerrados, locais de banhado e áreas muito íngremes, impróprias para a agricultura ou de difícil acesso (MAACK, 2012). A região do médio Tibagi foi povoada na primeira metade do século XX, no período de 1920 a 1940, onde a floresta era derrubada e o fogo foi o grande agente de limpeza da área, e, por falta de estradas, boa parte da madeira não foi aproveitada

Desta forma, as especificidades de cada ambiente podem ter alterado a dinâmica de desenvolvimento das araucárias. Entretanto, outros fatores ao longo do tempo também podem ter exercido influência, como a sua exploração seletiva e a mineração do ouro e diamante, dificuldade de acesso ou a proteção cultural dos índios Kaingang à espécie.

Entre os fatores que podem influenciar no desenvolvimento das espécies arbóreas, Schweingruber (1996) enumera as variáveis climáticas, temperatura e precipitação como principais reguladores de crescimento. A competição intraespecífica em florestas conservadas também pode causar mortalidade ou crescimento lento dos indivíduos, pois, segundo Townsend *et al.* (2010), os indivíduos de uma mesma espécie sofrem uma redução na sobrevivência ou no crescimento como resultado da exploração de recursos ou interferência de indivíduos de outra espécie.

Outros incidentes ao longo do tempo como períodos de estiagem ou elevada precipitação, epidemias, podem ocasionar taxas de crescimento inferior (SILVA *et al.* 2009b, GONZÁLEZ, 2005; NUNES *et al.*, 2003 e PIZATTO, 1999), e distribuição diamétrica irregular para a espécie *Araucaria angustifolia* (RODE *et al.*, 2010). Fato esse que pode ser observado pela diminuição de crescimento na década de 1975, pelos indivíduos localizados na planície. Este ano foi marcado por uma grande

geada, que centenas de milhares de pés de café queimaram e foram então erradicados (RODRIGUES e PELEGRINI, 2012), ocasionando imenso êxodo rural na época.

3.2 IDADE E CRESCIMENTO EM ALTURA DAS *Araucaria angustifolia* ENTRE OS AMBIENTES

A avaliação da idade e do crescimento em altura das araucárias, nas duas condições estudadas, testadas quanto à homogeneidade da variância e a diferença estatística, encontra-se na Tabela 3.

TABELA 3 - Descrição das características e parâmetros estatísticos considerados na avaliação de idade e do crescimento em altura dos indivíduos de *Araucaria angustifolia*, para o ambiente de encosta e planície do rio Tibagi-PR.

Parâmetros	Encosta		Planície	
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão
Altura total (m)	23,03**	7,16	15,47**	6,24
Idade total (anos)	147,32*	143,84	70,67*	61,33
Tempo para atingir 10m (anos)	22,38*	15,00	18,30**	9,36
Incremento em altura (m/ano)	0,71	0,44	0,68	0,30

*Estatisticamente significativo pelo teste variância (ANOVA), $p < 0,0001$.

**Estatisticamente significativo pelo teste variância (ANOVA), $p < 0,01$.

Em média, os valores observados para a área de encosta foram estatisticamente superiores na altura total e idade total, quando aplicado o teste ANOVA ($p < 0,01$). Como esperado, os resultados são análogos ao discutido anteriormente para o incremento em diâmetro, destacando o ambiente de encosta.

Outro aspecto semelhante entre os dados foram os elevados desvio observados quanto à média de idade total dos indivíduos em ambos os ambientes. As respostas equivalentes, como discutidas anteriormente, podem apontar sobre o processo de regeneração descontínua da espécie, como também informar sobre fatores transcorridos pela população ao longo do tempo.

Considerando que a área foi acometida por um grande incêndio florestal em 1963, que segundo Tetto *et al.*, (2012), teria impactado cerca de 85% da área. O incêndio foi um dos maiores da história, atingindo uma área de dois milhões de hectares, cerca de 10% da superfície do estado, sendo 20.000 ha de cultivos florestais, 500.000 ha de florestas primárias e 1.480.000 ha de campo, florestas

secundárias e capoeiras (MARCOLA, 1997). Logo, a perturbação ocorrida em 1963 pode ter sido um marco na dinâmica populacional da *Araucaria angustifolia*, pois, no momento em que os indivíduos foram avaliados antes e após o evento, apresentaram diferenças estatísticas, pelo teste ANOVA ($p < 0,0001$) (TABELA 4) permitindo diagnosticar dois comportamentos distintos, no incremento em altura e tempo para atingir o primeiro verticilo vivo dos indivíduos.

TABELA 4 - Descrição das características e parâmetros estatísticos considerados na avaliação de idade e do crescimento em altura dos indivíduos de *Araucaria angustifolia*, separados em antes e após o incêndio de 1963, para o ambiente de encosta e planície do rio Tibagi-PR.

Parâmetros	Encosta		Planície	
	Antes	Após	Antes	Após
Altura média (m)	27,20**	18,39	20,57**	12,38
Idade média (anos)	250,80*	32,33	131,71*	31,82
Tempo médio para atingir 10 m (anos)	36,40*	12,2	26,10**	16,10
Incremento médio em altura (cm/ano)	0,332	1,130*	0,368	0,879*

*Estatisticamente significativo pelo teste variância (ANOVA), $p < 0,0001$.

**Estatisticamente significativo pelo teste variância (ANOVA), $p < 0,01$.

A análise da separação dos indivíduos antes e após o incêndio permite diagnosticar dois comportamentos distintos no incremento em altura. As araucárias mais velhas, representadas na área de encosta por A1 a A10 e na planície de B1 a B7 (FIGURA 7), exibiram (estatisticamente) menor incremento em altura e levaram mais tempo para atingir 10 m de altura. A reposta dos indivíduos mais velhos sugere que o recrutamento desta população se deu em um componente florestal mais atuante.

Consequentemente, nesta condição os indivíduos investiram maior tempo para atingir o dossel da florestal, frente a maior competição inter e intraespecífica por recursos e condições. Este aspecto também pode ser observado nas seções transversais (FIGURA 8), onde os indivíduos estabelecidos antes do incêndio apresentam uma taxa iniciais de crescimento inferior, de cerca de 14 anos por centímetro, aos estabelecidos após o incêndio, com aproximadamente dois anos por centímetro. De fato, a distribuição e composição vegetal na diversidade de ambientes são fortemente condicionadas às estratégias de sobrevivência adotadas pelas espécies quando na sua fase juvenil (KOZLOWSKI, 1997).

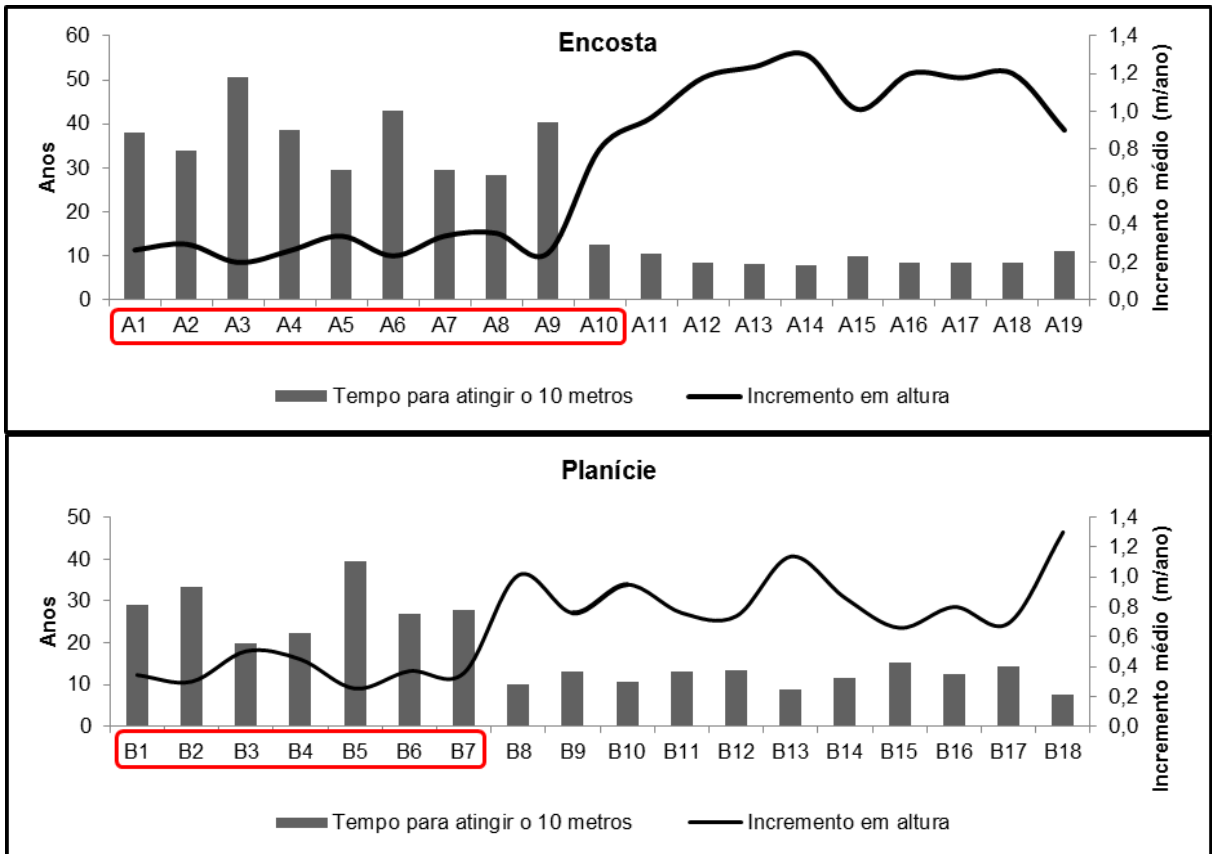


FIGURA 7 - Valores de incremento médio em altura (linha preta) e tempo para atingir a altura de 10 metros (barras cinza) das araucárias localizadas nas áreas de encosta (A1 a A19) e de planície do rio Tibagi (B1 a B18). Polígono em vermelho delimita os indivíduos estabelecidos antes do incêndio.

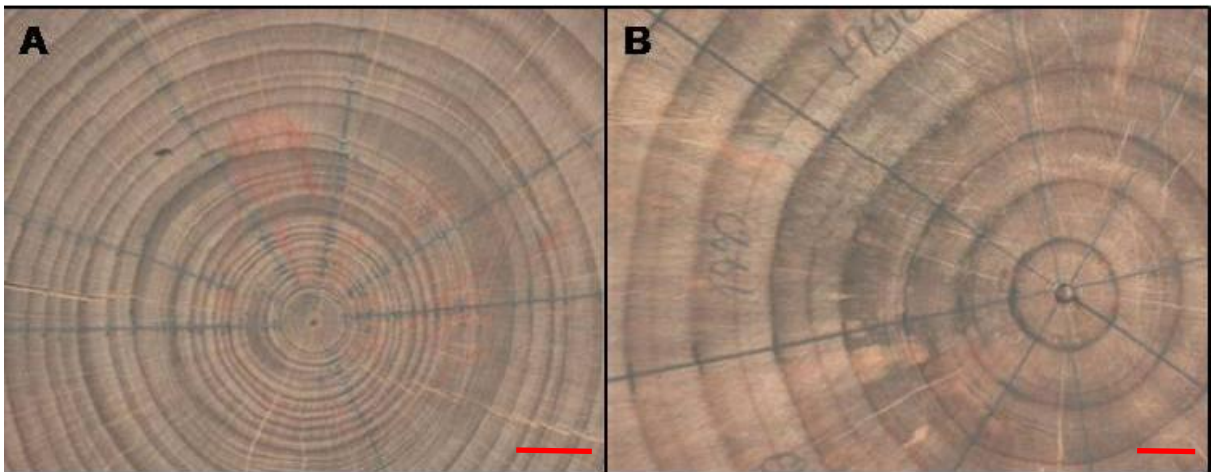


FIGURA 8 - Seções transversais de *Araucaria angustifolia* (encosta), evidenciando baixas taxas de incremento diamétrico nos primeiros anos de estabelecimento (A) e indivíduos com elevadas taxas de incremento (B). Barras em vermelho representam 1 cm.

A propriedade de investirem maior crescimento em altura sob ambientes sombreados é uma estratégia comum e adotada por espécies arbóreas como *Lonchocarpus muehlbergianus* (CANCIAN e CORDEIRO, 1998), *Scutia buxifolia*

(FERRER e DILLENBURG, 2000), inclusive para a espécie em estudo (FRANCO e DILLENBURG, 2007 e INOUE e TORRES, 1980).

Avaliando o desenvolvimento de plantas jovens de *Araucaria angustifolia* em resposta ao sombreamento, Franco e Dillenburg (2007) obtiveram que indivíduos jovens estabelecidos em ambientes com baixa irradiância acumularam menor massa seca total, tanto da parte aérea quanto no sistema radicular. Ainda, estes autores, afirmam que a redução da massa total, está diretamente relacionada ao menor comprimento da parte aérea e menor área foliar, resultando em crescimento estatisticamente diferenciado para os indivíduos sombreados em comparação ao controle, sem sombreamento.

As espécies estabelecidas em sub-bosque crescem em condições lumínicas inferiores àquelas encontradas pelas plantas de dossel (LONGHI-SANTOS, 2013). Logo, espécies que necessitam e atingem o dossel, determinam mudanças no padrão de crescimento, em resposta ao maior suprimento lumínico (HALLÉ *et al.*, 1978).

Em contrapartida, os indivíduos mais jovens, representados na encosta por A11 a A19 (45 a 21 anos), e na planície por B8 a B18 (47 a 25 anos), teoricamente, estabelecidos após o grande incêndio florestal de 1963, a colonização destes teria supostamente ocorrido em ambiente de menor competição e maior disponibilidade lumínica, conferindo-lhes as maiores taxas de incremento em altura e um menor tempo para atingirem os primeiros 10 m de altura. Segundo Franco e Dillenburg (2007), taxas elevadas de irradiância em plantas de *Araucaria angustifolia* permitem o crescimento contínuo com maior investimento em ramos laterais.

Além disso, a liberação de crescimento também pode estar relacionada à maior disponibilidade de nutrientes no solo, pela mineralização da matéria orgânica provocada pelo fogo e, ainda, pela menor competição intraespecífica (SOUZA, 2007). Entre os principais efeitos do fogo sobre um ecossistema está o aumento da taxa de decomposição dos resíduos e a rápida mineralização da matéria orgânica. A mineralização se constitui o elo entre o orgânico e inorgânico, sendo tão importante para a vida das plantas quanto à fotossíntese (REINHEIMEIR *et al.*, 2003; SCHACHT *et al.*, 1996).

O estudo da dinâmica de colonização de *A. angustifolia* em campos no Sul do Brasil, realizado por Silva (2009) concluiu que logo após o distúrbio de fogo ou pastejo ter cessado, pode ter sido um dos fatores de facilitação ao recrutamento e

estabelecimento de diversas espécies lenhosas como a *A. angustifolia*. Da mesma forma, Silva e Batalha (2009), estudando a ocorrência de diferentes espécies arbóreas do Cerrado sobre diferentes regimes de fogo, afirmam sobre o melhor desenvolvimento vegetal das espécies lenhosas que sobrevivem ou se estabelecem em ambiente pós-incêndio. Ainda, Watson *et al.* (2009) demonstram que a ocorrência de incêndios em diferentes intensidades pode favorecer a colonização de espécies arbóreas, pois a competição por condições e recursos com outras espécies é fragilizada pela ação do fogo.

A regeneração de *Araucaria angustifolia* é pouco conhecida e controversa. Alguns estudos que contemplam a dinâmica da espécie descrevem a mesma como pioneira heliófila (KLEIN 1960, REITZ e KLEIN 1966), necessitando de mudanças drásticas ao ambiente para ocorrer o estabelecimento da espécie. A ocorrência do fogo é considerado o principal fator de alteração do ambiente, e facilitador da colonização (SILVA, 2009; SOUZA, 2007; OLIVEIRA e PILLAR, 2004; NEGRELLE e SILVA, 1992), considerando a espécie como pioneira longeva (SOUZA, 2007). Outros trabalhos contrariam essa hipótese, afirmando que a araucária é capaz de sobreviver sob baixas irradiâncias (BARDDAL *et al.* 2007; BACKES, 2001; INOUE e TORRES 1980 e INOUE *et al.* 1979), investindo inicialmente no crescimento em altura nestes ambientes sombreados (FRANCO e DILLENBURG, 2007). Outro fator relacionado ao declínio da população de araucárias está na competição por exclusão com espécies latifoliadas (SILVA *et al.*, 1998, NEGRELLE e SILVA 1992; KLEIN 1960).

Assim, o desempenho diferenciado da *Araucaria angustifolia*, antes e após o evento de incêndio, permite inferir que os indivíduos jovens estabelecidos em ambiente de menor competição, conseguiram sobrepujar rapidamente a vegetação concorrente, garantindo seu sucesso regenerativo. Prontamente, as araucárias adultas, recrutadas em ambiente florestal, investem estrategicamente no crescimento em altura por longo período até atingir o dossel (1º verticilo vivo). Deste modo, a espécie torna-se competitiva em ambientes com domínio de folhosas, pois segundo Coomes *et al.* (2005) as angiospermas possuem vários mecanismos que atuam em conjunto para reduzir as oportunidades de regeneração das coníferas.

3.3 SINCRONIZAÇÃO E OBTENÇÃO DAS SÉRIES DOS ANÉIS DE CRESCIMENTO

Para o estudo dendroecológico, as séries temporais foram sincronizadas, primeiramente, em função do ambiente (planície ou encosta), e posteriormente agrupadas.

Na área de encosta, das 25 árvores amostradas, somente 19 (69 raios) apresentaram sincronismo satisfatório, e na de planície, das 20 árvores amostradas, somente 18 (60 raios) exibiram sincronismo satisfatório (TABELA 5).

TABELA 5 - Parâmetros numéricos e estatísticos considerados e resultados obtidos na avaliação de sincronia das séries temporais de *Araucaria angustifolia* para os ambientes de encosta e planície do rio Tibagi - PR com uso do programa COFECHA.

Parâmetros	Encosta	Planície	Encosta/Planície
Árvores selecionadas	19	18	37
Séries temporais	69	60	122
Anéis de crescimento	9.744	4.296	11.921
Comprimento médio da série (anos)	140 (DP± 137,3)	72 (DP±62,4)	108 (DP± 114,1)
Comprimento máx./mín. da série	370 / 21	236 / 25	236 / 21
Período considerado	1641 - 2010	1775 - 2010	1775 - 2010
Intercorrelação das séries (r)	0,401 (DP±0,15)	0,431(DP±0,09)	0,318(DP±0,14)
Correlação crítica	0,422	0,422	0,422
Sensibilidade média (MS)	0,383	0,370	0,380
Sinal de ruído (SNR)	26,17	16,36	36,01
Sinal expresso da população (EPS)	0,799	0,775	0,781
Desvio Padrão (DP)	0,202	0,185	0,226

Correlação crítica de 0,422 para intervalos "janelas" de 30 anos. EPS e DP obtidos pelo Arstan.

O comprimento das séries que indicaram sincronismo comum na área de encosta tem como intervalo de tempo de 1641 a 2010- 370 anos (FIGURA 9), e na planície de 1775 a 2010 - 236 anos (FIGURA 10). A extensão cronológica obtida de 370 anos (1641 - 2010), mesmo que representada por poucos indivíduos, somada a outros estudos da mesma espécie, concebe representa ser uma contribuição importante para o desenvolvimento de uma cronologia extensa para *Araucaria angustifolia*.

A ocorrência de anomalias anatômicas, como anéis de cunha, flutuações de densidade, cicatrizes (FIGURA 11) e crescimento difuso foram as principais dificuldades enfrentadas na sincronia dos anéis de araucária. Contudo, tais anomalias não prejudicaram a datação precisa das amostras. Da mesma forma,

Oliveira *et al.*, (2009a), avaliando os sinais climáticos em cronologias da mesma espécie, excluiu porções mais antigas das séries, devido a flutuações intra-anuais de densidade e deposição de resina, sem influenciar na datação cruzada das séries. As irregularidades em sua maioria foram encontradas no terço final das árvores adultas. Constatação semelhante foi obtida por Cattaneo *et al.* (2013), onde as anomalias foram frequentes em indivíduos com idades superiores a 38 anos e quase inexistentes em indivíduos jovens de araucária.

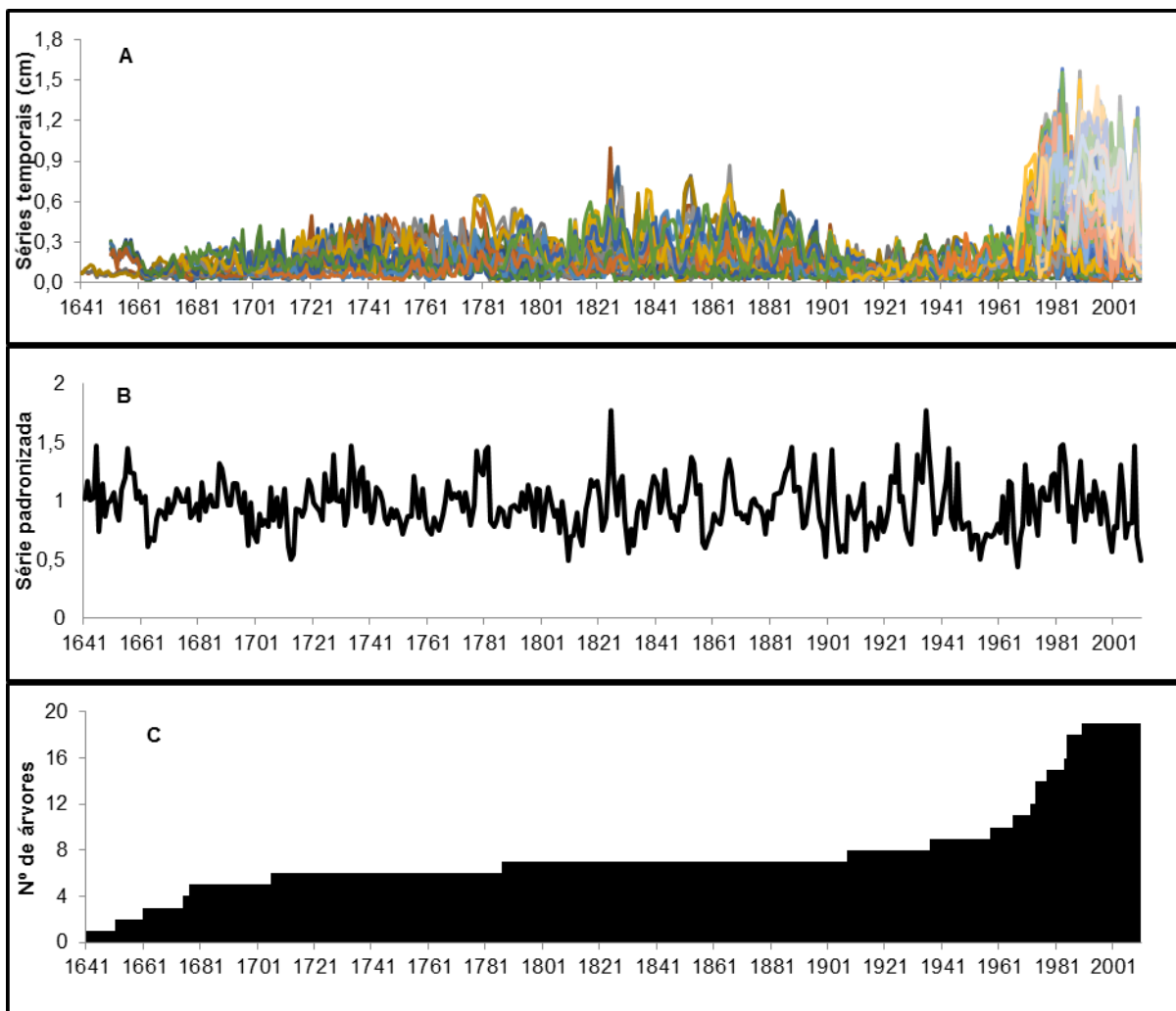


FIGURA 9 - Resumo da sincronização de *Araucaria angustifolia* para o ambiente de encosta. A - séries temporais; B - série padronizada; C - número de árvores utilizadas por período.

Na área de encosta, as 19 árvores de *Araucaria angustifolia* apresentaram correlação média de 0,401 (FIGURA 9) e na de planície, com 18 árvores, a correlação média foi de 0,431 (FIGURA 10). No intervalo comum para os dois ambientes (1775 a 2010 - 236 anos), 37 árvores mostraram uma correlação média de 0,318. Apesar de o ponto crítico de 0,422 assumido para essa análise ser

atingido somente pelos indivíduos de planície, todas as séries foram sincronizadas satisfatoriamente.

A qualidade das cronologias avaliadas pela sensibilidade média (MS) das duas áreas de estudo foi levemente superior ao registrado para a mesma espécie em outros estudos, como 0,2 e 0,22 (CATTAEIO *et al.*, 2013); 0,24 e 0,16 (OLIVEIRA, 2007) e 0,2 (SEITZ e KANINNEN, 1989), sugerindo que a variação interanual pode estar atrelada à sensibilidade climática (FRITTS, 1971). A expressão da robustez do sinal comum entre as árvores (SRN) seguiu o padrão encontrado para a espécie, 8,25 e 10,16 (CATTANEO *et al.*, 2013). Entretanto, o sinal expresso da população (EPS) foi inferior ao adotado como ideal ($>0,85$), indicando a necessidade de um maior número de séries temporais para melhorar o sinal comum (COOK e KAIRIUKSTIS, 1990).

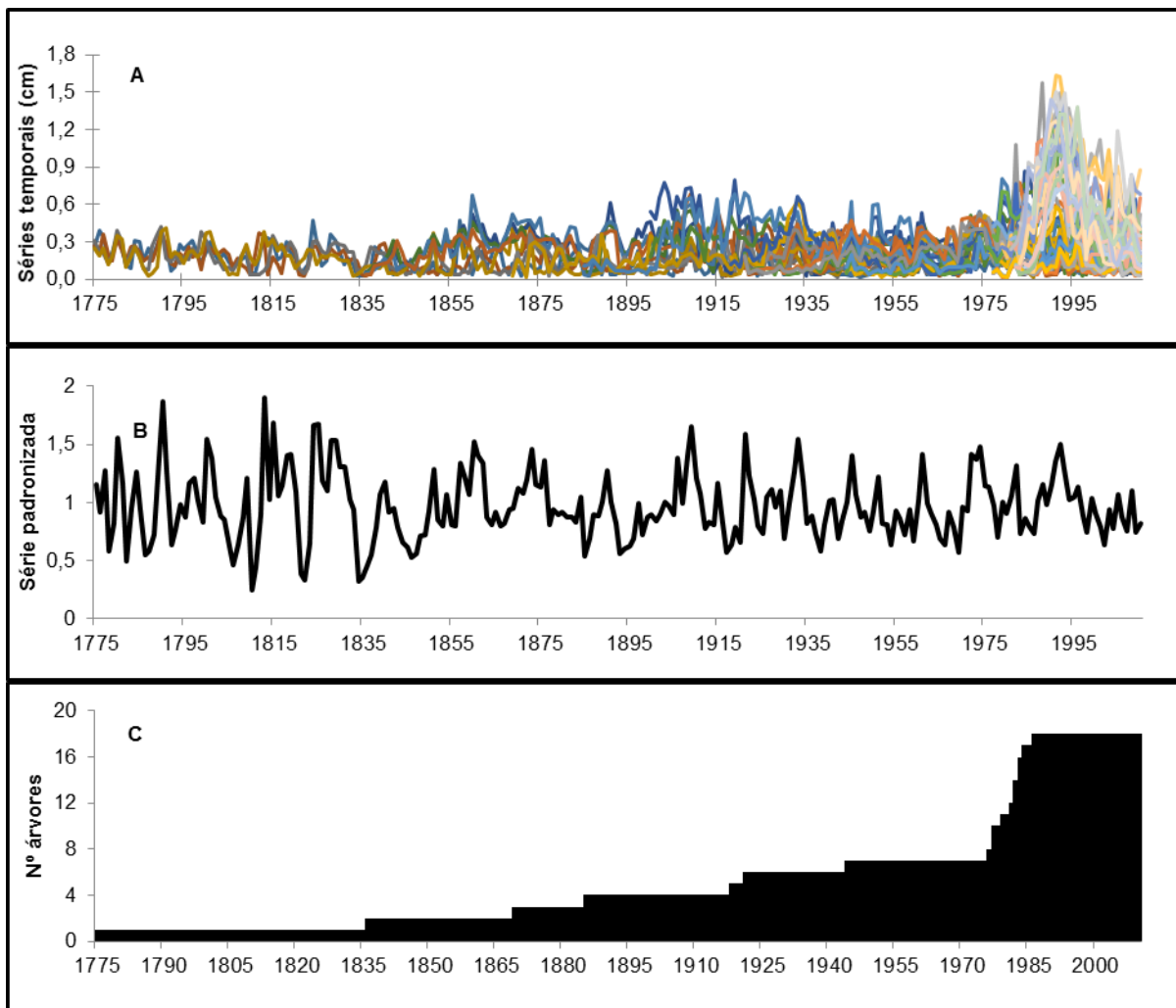


FIGURA 10 - Resumo da sincronização de *Araucaria angustifolia* para o ambiente de planície do rio Tibagi - PR. A - séries temporais; B - série padronizada; C - número de árvores utilizadas por período.

A possibilidade de séries extensas estarem sujeitas a maior influência de fatores ambientais, como flutuações climáticas sazonais e perturbações, podem induzir a respostas diferenciadas de crescimento e, conseqüentemente, reduzir o sincronismo entre as séries. Este fato foi discutido no tópico anterior sobre incremento em diâmetro, onde o predomínio de crescimento superior dos indivíduos localizados na encosta é suplantado pelos indivíduos situados na planície no período de 1900 a 1950, e que podem ser verificados nas séries cronológicas de cada ambiente (FIGURAS 9 e 10).



FIGURA 11 - Aspectos dos anéis de crescimento de *Araucaria angustifolia*. Anomalias anatômicas indicadas por setas, anel descontinuo “cunha” (A), flutuação intra-anual de densidade (B) e cicatrizes de incêndio (C). Barras em vermelho indicam escala de 1cm.

A liberação de crescimento observado a partir da década de 1960, nos dois ambientes, pode ser justificada pelo efeito do incêndio ocorrido na área em 1963, como discutido no tópico anterior sobre crescimento em altura. O aumento das taxas de incremento evidenciado nas séries temporais do ambiente de encosta e planície neste período é fruto da ausência de competição por recursos entre as espécie pela mortalidade de indivíduos, mas também pela maior disponibilidade de nutrientes, visto que boa parte da vegetação foi mineralizada pela ação do fogo.

Além das evidências do grande incêndio de 1963 documentadas pela literatura, com a perda de milhares de hectares com florestas e de plantios das Indústrias Klabin de Papel e Celulose (TETTO *et al.*, 2012), queima de casas, tratores, centenas de mortos e milhares de famílias desabrigadas (GAZETA DE MARINGÁ, 1963), o impacto do fogo também ficou registrado na marcação e sincronia dos anéis de crescimento de *Araucaria angustifolia*, na forma de cicatrizes no lenho. Outro indício foi o elevado número de árvores na área de estudo com ritidomas carbonizados e cicatrizes de incêndio no lenho, principalmente para *Araucaria angustifolia*, *Aspidosperma polyneuron* e *Myrocarpus frondosus* (FIGURA 12).



FIGURA 12 - Evidências do incêndio florestal ocorrido em 1963, com a formação de cicatrizes no lenho (a 0,4 m de altura) de algumas espécies ocorrendo na área de estudo: *Araucaria angustifolia* (A), *Myrcarpus frondosus* (B) e *Aspidosperma polyneuron* (C).

Os indivíduos jovens, com ritidomas delgados, provavelmente não resistiram ao fogo, persistindo poucos indivíduos de grande porte, dividindo a população de araucárias em duas coortes distintas. A relação do tamanho do fuste e altura das espécies na resistência ao incêndio foi discutida por Bernasol e Riberio (2010), relatando que indivíduos com maiores diâmetros e alturas possuem elevada taxa de sobrevivência quando expostos ao fogo. Determinadas características morfológicas desta espécie (fuste alto, córtex espesso) indicariam adaptações para resistir a perturbações desse gênero (SOARES, 1979).

Analisando as séries cronológicas, após a elevação das taxas de crescimento em 1960, é possível verificar um leve declínio no crescimento, em ambas as áreas, a partir do ano de 2000 (FIGURAS 9 e 10). A diminuição do crescimento pode ser associada ao empobrecimento do solo pós-incêndio. Heringer *et al.* (2000) afirma que após a ação do fogo, grande parte dos minerais é consumida pelas plantas ou volatilizada, necessitando períodos longos para que o solo retorne ao seu potencial. Ainda, segundo Giovannini e Lucchesi (1997), o efeito do incêndio sobre o solo pode provocar diminuição da capacidade de troca de cátions (CTC) e uma elevação no pH do solo.

Outro aspecto relevante é o desempenho de espécies que tende a estabilizar com o tempo até atingir o declínio natural. Turner (2004) descreve que cada indivíduo ou espécie reflete suas próprias condições e limitações de crescimento. A perda de vigor em árvores mais velhas de *Araucaria angustifolia*, indicado pelo declínio do incremento radial médio à medida que aumenta as dimensões, também foi relatado por Mattos *et al.* (2010) e Silva (2009), e em séries cronológicas por Stepka (2012).

Para conceber uma cronologia regional foi realizada a junção dos indivíduos (amostras) localizados na área de encosta e de planície. A sincronia de todas as séries seguiu as mesmas tendências dos resultados por ambiente, seja na intercorrelação ou na média de sensibilidade (TABELA 6), mostrando que as araucárias compartilham o mesmo padrão de crescimento.

A sincronia realizada a partir da junção dos indivíduos de *Araucaria angustifolia* localizados na área de encosta e de planície contemplou 37 árvores e um total de 122 raios (FIGURA 13). A cronologia estabelecida com intervalo total de 1775 a 2010 (236 anos) obteve a intercorrelação média de 0,318.

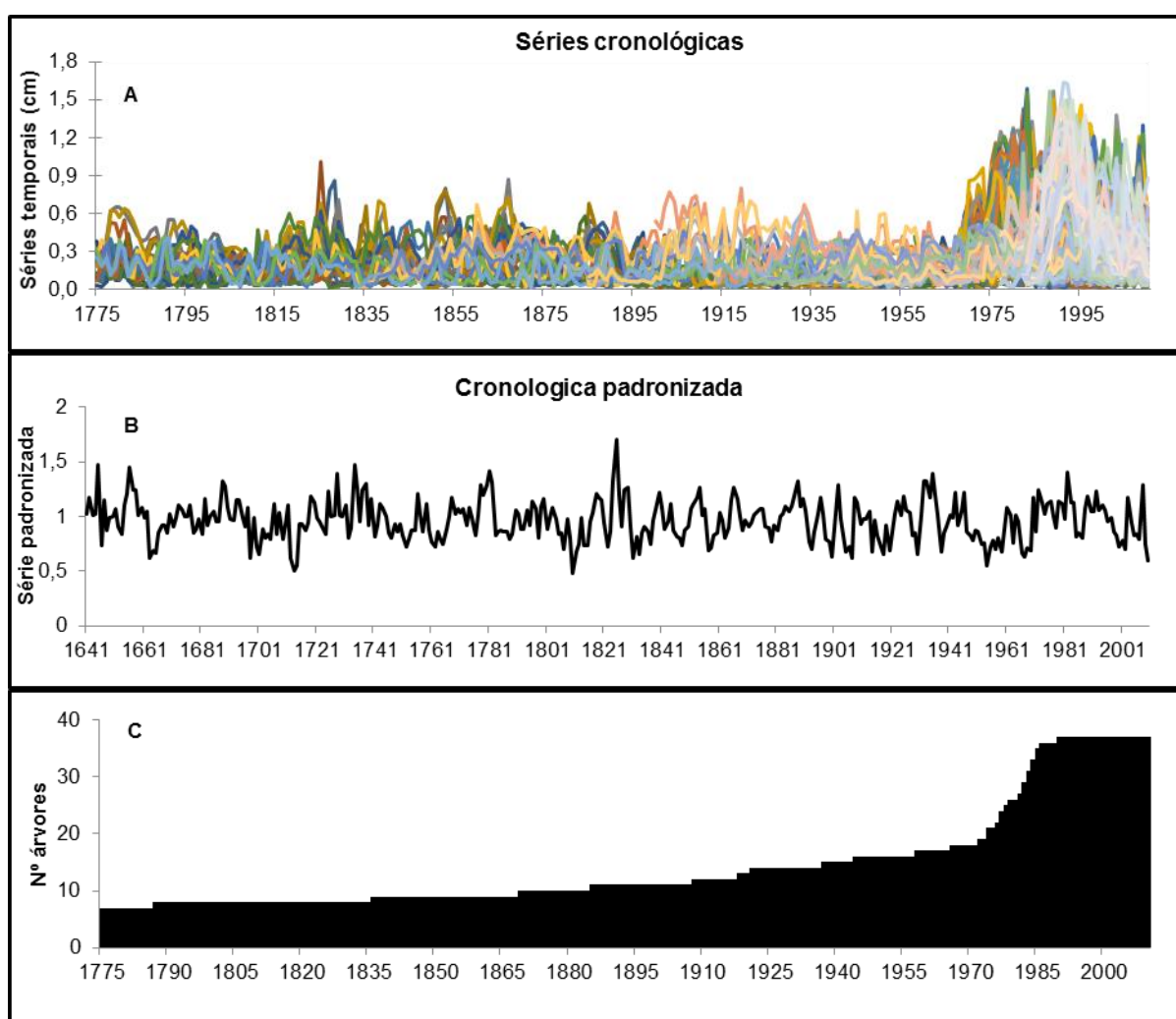


FIGURA 13 - Resumo da sincronização de *Araucaria angustifolia* para a área. Séries temporais (A); série padronizada (B); número de árvores utilizadas por período (C).

Embora, o valor crítico de 0,422, para significância dos dados a 99% de probabilidade não tenha sido atingido, os resultados de sincronismo para *Araucaria angustifolia* foram satisfatório e não se distanciam de outras cronologias

estabelecidas para a mesma espécie, em diferentes regiões do Sul do Brasil e do exterior (TABELA 6).

As diferenças entre as cronologias de áreas distintas podem estar relacionadas com o sinal mais forte em determinados locais ou atreladas ao processo de amostragem e padronização do comprimento das séries (OLIVEIRA, 2007).

TABELA 6 - Intercorrelações (r) obtidas para a *Araucaria angustifolia* em estudos dendrocronológicos conduzidos em diferentes localidades do sul do Brasil e no exterior.

Autor (s)	Intercorrelação (r)	Período considerado	UF	Local
Adenesky (2014) - Regional	0,318	236 anos (1641 - 2010)	FESD/FOM	PR
Adenesky (2014) - Encosta	0,401	370 anos (1641 - 2010)	FESD/FOM	PR
Adenesky (2014) - Planície	0,431	236 anos (1775 - 2010)	FESD/FOM	PR
Cattaneo <i>et al.</i> , (2013)	0,460	59 anos (1950 - 2008)	Plantio	Argentina
	0,510	56 anos (1952 - 2008)	Plantio	Argentina
Oliveira (2007)	0,250	122 anos (1882 - 2003)	FOM	RS
	0,340	142 anos (1861 - 2003)	FOM	RS
Rigozo <i>et al.</i> , (2012)	0,340	120 anos (1888 - 2007)	FOM	RS
Seitz e Kanninen (1989)	0,600	54 anos (1929 - 1982)	FOM	PR

3.4 CORRELAÇÕES ENTRE A CRONOLOGIA E VARIÁVEIS CLIMÁTICAS

Procurando identificar as possíveis correlações entre as variáveis climáticas e as séries cronológicas de cada ambiente. As cronologias foram analisadas separadamente para a área de encosta e planície, considerando as séries meteorológicas de precipitação total (de 1947 a 2010) e de temperaturas média, mínima e máxima (de 1974 a 2010).

A relação da precipitação com crescimento das araucárias na área de estudo mostrou-se positiva para a maioria dos meses, em ambas as áreas. A relação foi positiva e significativa ($p < 0,05$) na área de encosta, para os meses de novembro, dezembro e fevereiro do ano anterior e dezembro do ano corrente (FIGURA 14).

Nesta área, o sinal positivo e significativo coincide com os meses de maior precipitação e temperaturas da região. Zanon e Finger (2010), estudando a relação do clima com o crescimento das araucárias, concluíram que os meses de verão do hemisfério Sul correspondem as maiores taxas de crescimento da espécie. Portanto, o período significativo da precipitação, para o intervalo de tempo estudado, trata-se da estação de maior crescimento fisiológico, exigindo maior quantidade de água em

seus processos, além de compensar as perdas por respiração devido às altas temperaturas.

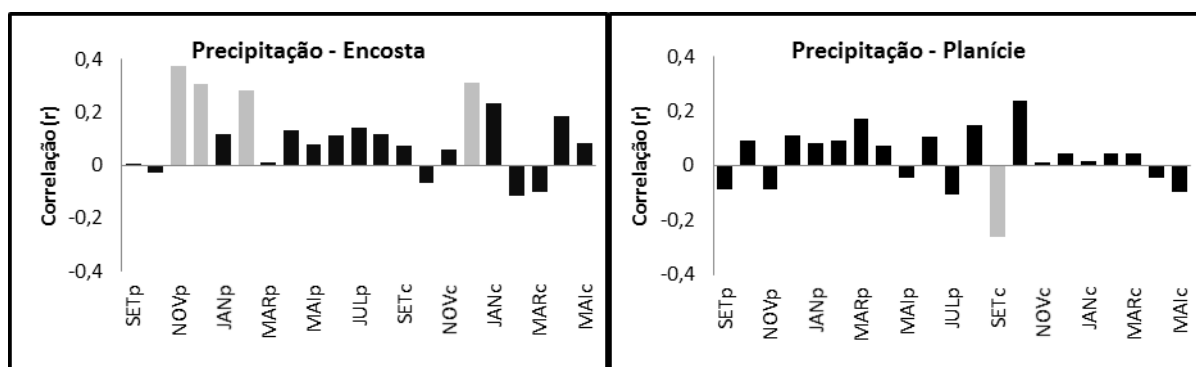


FIGURA 14 - Correlações da série padronizada de *Araucaria angustifolia* com a precipitação mensal acumulada, no ambiente de encosta e planície do rio Tibagi - PR. Colunas em cinza indica a significância dos dados ($p < 0,05$).

A afinidade do crescimento com a precipitação nos meses de liberação de crescimento também foi constatada em outros trabalhos com a mesma espécie (CATTANEO *et al.*, 2013; ZANON e FINGER, 2010 e SILVA *et al.*, 2009a). Contudo, em alguns estudos verificou-se que o regime pluviométrico não influencia significativamente. Stepka (2012), analisando o sincronismo da espécie em seis regiões do Sul do Brasil, obteve relação significativa (negativa) somente para a área de Francisco de Paula (RS), e Oliveira (2009a) não registrou nenhuma influência significativa para a variável precipitação no crescimento da espécie.

A oscilação no regime hídrico pode acarretar alterações nas taxas de crescimento arbóreo (VETTER e BOTOSSO, 1989). Na área de planície, a relação significativa foi verificada na forma negativa para o mês de setembro corrente (FIGURA 14). A associação desfavorável neste período indica que os indivíduos permanecem na fase de inativação cambial ou início de liberação de crescimento. Oliveira (2009b), analisando a atividade cambial de *A. angustifolia*, constatou grande variação entre os meses de início da reativação cambial (julho, agosto e setembro), ocorrendo que grandes volumes pluviométricos não influenciam positivamente no desenvolvimento vegetal.

A menor dependência dos indivíduos de planície pela quantidade de chuva comparada à encosta, mesmo que não significativo, sugere que os indivíduos localizados próximos ao rio possuem o acesso facilitado à água pelo lençol freático. Logo, os indivíduos situados na encosta, sobre relevo montanhoso ($>45\%$ a $\leq 75\%$) e

solos melhor drenados são mais dependentes da precipitação para o crescimento. Igualmente, Villalba e Weblen (1994), estudando a taxa de crescimento de espécies arbóreas, obtiveram maiores correlações entre as variáveis meteorológicas e a atividade cambial em ambientes secos, quando comparado a indivíduos localizados em lugares com maior disponibilidade hídrica.

As diferentes influências exercidas pelas variáveis climáticas entre os ambientes de encosta e planície registradas no presente estudo, e também em outros trabalhos, comprovam que a espécie *Araucaria angustifolia* é sensível a flutuações meteorológicas regionais. Comprovando, segundo Oliveira (2007), a variação interanual específica de crescimento secundário da espécie.

De acordo com Schweingruber (1996), entre as variáveis meteorológicas que podem estabelecer limites ao crescimento das espécies arbóreas, a temperatura é o principal fator regulador. Entretanto, a relação do crescimento com a variável temperatura (média, máxima e mínima) mostrou-se significativa e positiva somente para as araucárias localizadas na planície, entre os meses de setembro e novembro do ano anterior para a variação térmica média, e no ambiente de encosta para o mês de maio corrente, considerando a temperatura máxima.

A relação da temperatura média no crescimento dos indivíduos localizados na encosta não foi estatisticamente significativa (FIGURA 15). Entretanto, analisando em conjunto as três temperaturas (média, máxima e mínima), é possível verificar que temperaturas elevadas nos meses com maiores taxas de crescimento ou na fase de liberação de crescimento, são relacionadas negativamente. O resultado sugere que nestes períodos poderia ocorrer mais estresse hídrico devido a evapotranspiração. Assim, temperaturas médias e mínimas sugerem melhor desenvolvimento vegetal. A influência negativa de temperaturas elevadas nos períodos de maior atividade cambial também foi evidenciada por outros estudos com a mesma espécie (CATTANEO *et al.*, 2013; ZANON e FINGER, 2010 e OLIVEIRA, 2007) e para outras espécies como *Cedrela fissilis* (ANDREACCI, 2012) e *Sebastiania commersoniana* (KANIESKI *et al.*, 2012).

A influência positiva e significativa encontrada para temperatura máxima do ano corrente (maio) da área de encosta pode estar relacionada à alocação estratégica de elementos fundamentais ao desenvolvimento da espécie. Segundo Oliveira (2007), a relação negativa da temperatura para os meses de início de dormência cambial, verificado no mês de maio passado e maio presente

(significativo), sugere que a temperatura no período anterior determina a mobilização de carboidratos para o crescimento do ano seguinte.

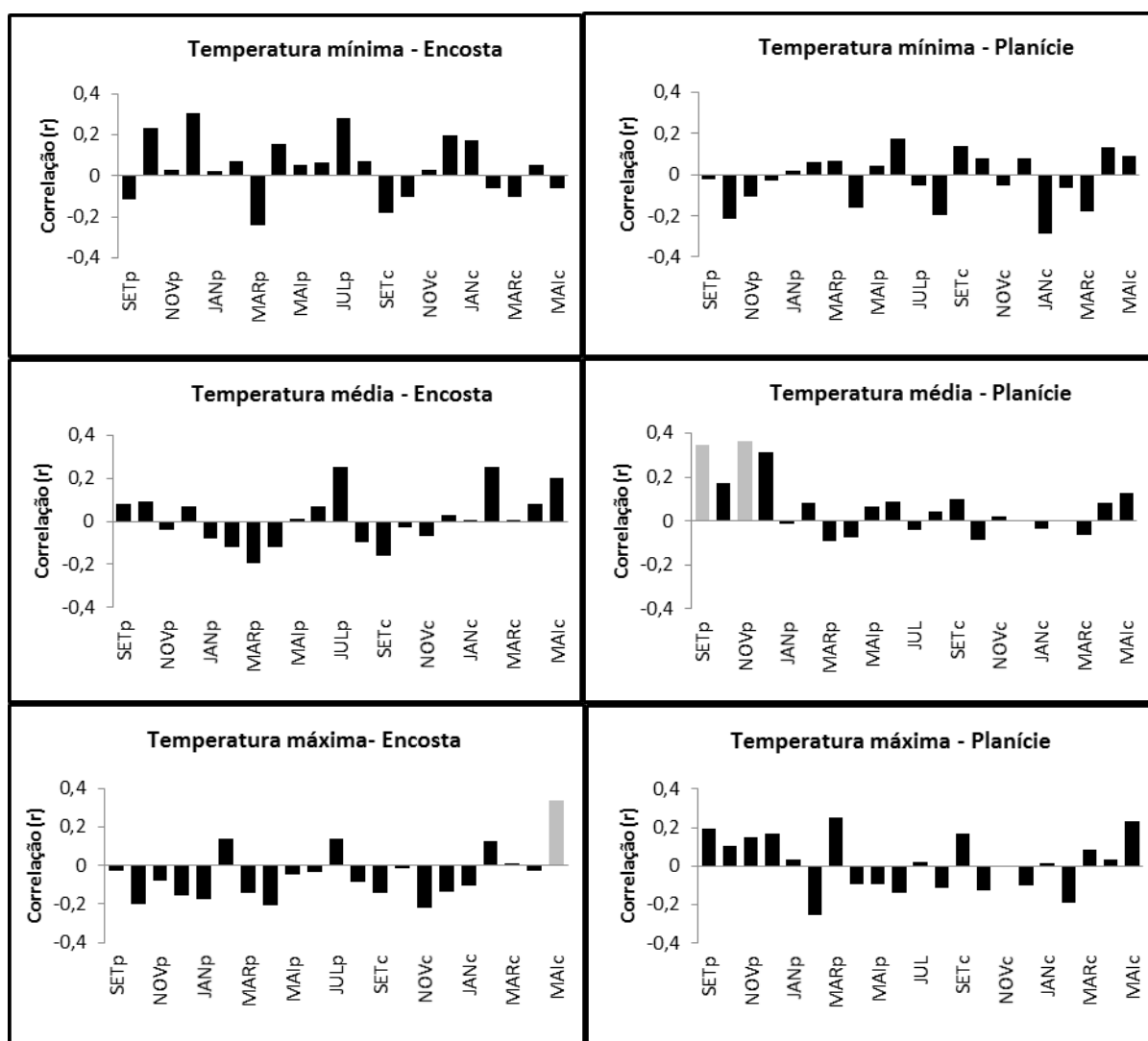


FIGURA 15 - Correlações da série padronizada de *Araucaria angustifolia* com as médias mensais de temperatura, no ambiente de encosta e planície do rio Tibagi - PR. Colunas em cinza indica a significância dos dados ($p < 0,05$).

As araucárias localizadas na área de planície foram mais sensíveis a variável térmica, quando comparadas aos indivíduos de encosta. Como esperado, a temperatura média para o período passado (positiva e significativa) é concomitante aos meses de elevado crescimento vegetal, necessitando de temperaturas amenas, evitando, desta forma, perdas por evapotranspiração.

As condições de proximidade ao rio, relevo plano ($\leq 3\%$) com estrato arbóreo contínuo e poucas árvores emergentes, podem estar favorecendo a estabilidade térmica no ambiente de planície. Desta forma, os extremos de temperatura (máxima

e mínima) pouco influenciaram no desenvolvimento vegetal. Prontamente, na encosta, com relevo inclinado, proporciona maior área de insolação e circulação de ar, possivelmente levando as temperaturas máximas e mínimas a desempenhar maior influência positiva ou negativa à vegetação.

Outro relevante fator a ser considerado é a localização da área de estudo em um ecótono de Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Ombrófila Mista, abordado no Capítulo 1. Neste ambiente, que permite compartilhar elevada diversidade vegetal oriunda de unidades fitogeográficas distintas, representa também o limite de ocorrência de algumas espécies.

A espécie *Araucaria angustifolia*, que ocorre de forma ininterrupta no Sul do Brasil até as latitudes de 22 a 23° S (RAMBO, 1961), está presente na área de estudo em seu limite setentrional de ocorrência. Este fato é um princípio fundamental na ciência dendrocronológica, pois pressupõe que os indivíduos serão mais sensíveis, no registro a oscilações climáticas (FRITTS, 1976).

Assim, além das condições geopedológicas influenciando o crescimento dos indivíduos, a variável precipitação no caso do ambiente de encosta e a temperatura no ambiente de planície, também pode ser relacionada como fatores limitantes da existência da espécie em cada ambiente. Da mesma forma que Morales *et al.*, (2004), sugerem que as condições climáticas podem delimitar as fronteiras naturais da distribuição de espécies subtropicais.

4 CONCLUSÃO

O ambiente de encosta com a presença dos diques de diabásio, aliado a outros fatores como a declividade favorecendo a melhor drenagem, permitiu aos indivíduos de *Araucaria angustifolia* taxas de incremento em diâmetro e em altura estatisticamente superiores aos da planície do rio Tibagi. Diferenças no crescimento em diâmetro também foram identificadas quando analisadas em intervalos de 10 anos, onde indivíduos do ambiente de encosta em algumas décadas são superados pelos de planície, sugerindo que algum fator ambiental ou antrópico pode ter ocasionado essa quebra de regularidade, favorecendo ou prejudicando o desenvolvimento vegetal em cada ambiente.

Os indivíduos de *Araucaria angustifolia*, quando separados em antes e após o grande incêndio de 1963, apresentaram desempenhos estatisticamente diferenciados no crescimento em altura. Indivíduos jovens analisados sugerem ter conseguido superar rapidamente a vegetação concorrente, garantindo seu sucesso regenerativo, com valores elevados de crescimento em altura. As árvores velhas, recrutadas em ambiente florestal com alta concorrência, indicam ter usado a estratégia ecológica de investir em crescimento em altura ao longo do tempo em prejuízo ao crescimento diamétrico para atingir o dossel.

Dentre as dificuldades enfrentadas na sincronia dos anéis de crescimento de *Araucaria angustifolia*, a ocorrência de anomalias anatômicas como anéis descontínuos, flutuações inter e intra-anuais de densidade, crescimento “difuso” e a presença de cicatrizes, ocasionaram as principais dificuldades na marcação e controle de qualidade das séries temporais. Ainda que, a ocorrência destas não prejudicou a datação precisa das amostras.

O sincronismo entre as séries temporais de cada ambiente foi satisfatório, indicando crescimento em comum para o intervalo de tempo de 1641 a 2010, na área de encosta, e de 1775 a 2010, na área de planície. A extensão cronológica obtida de 370 anos (1641 - 2010) para *Araucaria angustifolia* fornece elementos importantes para o desenvolvimento de cronologias regionais extensas para a espécie.

A junção das séries temporais dos indivíduos da encosta e da planície, compondo uma cronologia regional, seguiu as mesmas tendências, seja na

Intercorrelação ou na média de sensibilidade, provando que a espécie compartilha a mesma frequência de crescimento, provavelmente devido aos efeitos de fatores ambientais como a variação meteorológica interanual.

Além de causar mudanças no crescimento dos indivíduos, O impacto do incêndio de 1963, também foi registrado na marcação e sincronia dos anéis de crescimento de *Araucaria angustifolia*, na forma de cicatrizes no lenho.

Na associação das variáveis climáticas com as séries cronológicas foi constatado que os sinais climáticos influenciam de forma diferenciada em cada ambiente. Assim, a precipitação total é o fator limitante para o ambiente de encosta, influenciando positivamente o crescimento das araucárias, principalmente nos meses de maior desenvolvimento fisiológico, que exige maior quantidade de água em seus processos fisiológicos. A menor dependência dos indivíduos de planície por precipitação pode estar relacionado ao acesso facilitado à água pelo lençol freático.

A temperatura média, considerada a principal variável meteorológica limitante ao crescimento vegetal, foi significativa e positiva (estatisticamente) para os indivíduos de planície, coincidindo com os meses de liberação de crescimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SÁBER, A. N. The natural organization of Brazilian inter and sub-tropical landscapes. **Revista do Instituto Geológico**, v. 21, n. 1 - 2, p. 57-70. 2000.

ALMEIDA, D.G. de; ARAUJO, P.A. de M. Comprimentos de elementos fibrosos. **Arquivos do Serviço Florestal**, n. 4, p. 9-85, 1950.

ANDREACCI, F. **Atividade cambial, fenologia vegetativa e ritmo de crescimento de *Cedrela fissilis* Vell. em áreas de Floresta Ombrófila Mista e Densa do estado do Paraná: aspectos dendrocronológicos e dendroecológicos.** 56 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2012.

ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.161. p. 105-121. 2009.

ANTONEL. D. Estado de calamidade pública no Paraná. **Gazeta do Povo**, Curitiba, 28 ago.1963.

BACKES, A. Determinação da idade e regeneração natural de uma população de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze em um povoamento florestal localizado no município de Caxias do Sul, RS, Brasil. **Iheringia**. Série Botânica, v. 56, p. 115-130. 2001.

BARDDAL, M. L.; BONNET, A.; CURCIO, G. R. Comportamento de plantas jovens de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze submetidas à inundação simulada. *in*: Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu - MG. p. 1-2. 2007.

BEHLING, H. South and southeast Brazilian grassland during late Quaternary times: a synthesis. **Palaeogeography, Paleoclimatology, Palaeocology**, n.177, p. 19-27. 2002.

_____. Late Quaternary vegetation, climate and fire history in the Araucaria forest and Campos region from Serra Campos Gerais (Paraná), S Brazil. **Rev. Palaeo. bot. Palynol**, v. 97, p. 109-121. 1997.

_____. Investigations into the late Pleistocene and Holocene history of vegetation and climate in Santa Catarina (Brasil). **Vegetation History and Archaeobotany**, n. 4, p. 127-152. 1995.

BERGAMIN, R. S.; MONDIN, C. A. Composição florística e relações fitogeográficas do componente arbóreo de um fragmento florestal no município de Barra do Ribeiro, Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas Botânicas**. São Leopoldo: Instituto Anchieta de Pesquisas, n. 57, p. 217-230. 2006.

BERNASOL, W. P.; LIMA-RIBEIRO, M. S. Estrutura espacial e diamétrica de espécies arbóreas e seus condicionantes em um fragmento de cerrado sentido restrito no sudeste goiano. **Hoehnea**, n. 37, p. 181-198. 2010.

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

BROWN, C. L. Secondary growth. *In*: ZIMMERMAN, M.H; BROWN, C.L. (Ed). **Trees: Structure and Function**. 2 ed. New York: Springer-Verlag, 1974.

BONNET, A.; CURCIO, G.R.; LAVORANTI, O. J.; GALVÃO, F. **Flora epifítica vascular em três unidades vegetacionais do rio Tibagi, Paraná, Brasil**. Relatório técnico. 2011.

BOTOSSO, P.C.; MATTOS, P.P. **Conhecer a idade das árvores**: Importância e aplicação. Colombo, Paraná. 25p. 2002.

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

BUDKE, J. C.; GIEHL, E. L. H.; ATHAYDE, E. A.; EISINGER, S. M.; ZÁCHIAI, R. A. Florística e fitossociologia do componente arbóreo de uma floresta ribeirinha, arroio Passo das Tropas, Santa Maria, RS, Brasil. **Acta Bot. Bras.**, São Paulo, v.18, n.3, p. 581- 589, 2004.

CAMARGOS, V. L.; SILVA, A. F.; NETO, J. A. A.; MARTINS, S. V. Influência de fatores edáficos sobre a variação florística na Floresta Estacional Semidecidual no entorno da lagoa carioca, parque estadual do rio Doce, MG, Brasil. **Acta Bot. Bras.**, v. 22, p. 75-84. 2008.

CANCIAN, M. A. E.; CORDEIRO, L. Efeito do sombreamento no crescimento inicial de *Lonchocarpus muehlbergianus* Hassl. **Acta Botanica Brasilica**, v. 12, p. 367-373. 1998.

CARDOSO, C. M. V.; SAJO, M. D. G. Vascularização foliar e a identificação de espécies de *Eugenia* L. (Myrtaceae) da bacia hidrográfica do rio Tibagi, PR. **Revista Brasil. Bot.**, v.27, p. 47-54. 2004.

CARMO, M. R. B. **Caracterização fitofisionômica do Parque Estadual do Guartelá, Município de Tibagi, Estado do Paraná.** Rio Claro. 126 f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho". 2006.

CARMO, M. R. B.; ASSIS, M. A. Caracterização e estrutura das florestas naturalmente fragmentadas no Parque Estadual do Guartelá, município de Tibagi, estado do Paraná. **Acta Botânica Brasilica**, n.26, p.133-145. 2012.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras.** Colombo: Embrapa Floresta, v.1. 2003.

_____. **Espécies Arbóreas Brasileiras.** Colombo: Embrapa Floresta, v.2. 2006.

_____. **Espécies Arbóreas Brasileiras.** Colombo: Embrapa Floresta, v.3. 2008.

_____. **Espécies Arbóreas Brasileiras.** Colombo: Embrapa Floresta, v.3. 2010.

CARVALHO, F. A.; NASCIMENTO, M. T.; BRAGA, J. M. A. Composição e riqueza florística do componente arbóreo da Floresta Atlântica Sub-Montana na região de Imbaú, município de Silva Jardim, RJ. **Acta Bot. Bras.**, v.20, p. 727-740. 2006.

CATTANEO, N.; PAHR, N.; FASSOLA, H.; LEPORATI, J.; BOGINO, S. Sex-related, growth–climate association of *Araucaria angustifolia* in the Neotropical ombrophilous woodlands of Argentina. **Dendrochronologia**, v. 31, P. 147 - 152. 2013.

CHAGAS, M. P. **Caracterização dos anéis de crescimento e dendrocronologia de árvores de *Grevillea robusta* A. Cunn, *Hovenia dulcis* Thunb., *Persea americana* Mill. *Tabebuia pentaphylla* Hemsl. e *Terminalia catappa* L. nos municípios de Piracicaba e Paulínia, SP.** 114 f. Dissertação (Mestrado em

Recursos Florestais) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

CHRISTENHUSZ, M. J. M.; SCHWARTSBRUD, P. B.; LABIAK, P. H. *Hymenophyllum filmenofilicum* (Hymenophyllaceae, Pteridophyta): a new epipetric filmy fern from Paraná, southern Brazil. **Kew Bulletin**, v.64, p. 175–178. 2009.

CLEMENTS, F. E. **Research methods in ecology**. University Publishing, Nebraska, USA. p. 1-512. 1905.

COMITÊ COORDENADOR DAS ATIVIDADES DE MEIO AMBIENTE DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO - COMASA. **Usinas Hidroelétricas**. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. 1994

COOMES, D.A.; ALLEN, R.B.; BENTLEY, W.A.; BURROWS, L.E.; CANHAM, C.D.; FAGAN, L.; FORSYTH, D.M.; ALCANTAR, A.G.; PERFITT, R.L.; RUSCOE, W.A.; WARDLE, D.A., WILSON, D.J.; WRIGTH, E.F. The hare, the tortoise and the crocodile: the Ecology of angiosperm dominance, conifer persistence and fern filtering. **Journal of Ecology**, n. 93, p. 918 – 935. 2005

CNEC - CONSÓRCIO NACIONAL DE ENGENHEIROS CONSULTORES. Estudo de impacto ambiental e relatório de impacto ambiental da UHE Mauá. Curitiba, Paraná. 2004.

COOK, E. R.; KAIRIUKSTIS, L. A. **Methods of dendrochronology: applications in the environmental science**. Amsterdam: Kluwer. 391p. 1990.

COOK, E. R. **A time series analysis approach to tree-ring standardization**. 171 f. Thesis (PhD in Management of Watersheds).University of Arizona, Tucson. 1985.

COOK, E. R.; HOLMES, R. L. **Program ARSTAN users manual**. Tucson: The University of Arizona Press. 1984.

COSTA, J. T.; ESTEVAN, D. A.; BIANCHINI, E.; FONSECA, I. C. Composição florística das espécies vasculares e caráter sucessional da flora arbórea de um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual no Sul do Brasil. **Revista Brasil. Bot.**, v.34, n.3, p.411-422. 2011.

COTARELLI, V. M. **Florística, estrutura das sinúcias herbácea e arbustiva e características edáficas em fragmentos florestais da bacia do rio Tibagi, PR**. 85

f. Dissertação (Mestrado em Biologia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2010.

COTTAM G.; CURTIS, J. T. The use of distance measures in phytosociological sampling. **Ecology**, v. 37, n. 3, p. 451-460. 1956.

COUTINHO, L. M. Fire in the ecology of the Brazilian cerrado. **Fire in the tropical biota**. Berlin, Springer-Verlag, p. 81-105. 1990.

CUNHA, M. C.; SILVA JÚNIOR, M. C. Estrutura diamétrica e hipsométrica na Floresta Estacional Semidecidual Montana do Pico do Jabre, PB. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, n.2, p. 292-300. 2012.

CURCIO, G. R. **Relações entre geologia, geomorfologia, pedologia e fitossociologia nas planícies fluviais do rio Iguaçu, Paraná, Brasil**. 488 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2006a.

_____. Caracterização geológica, geomorfológica, pedológica e fitossociológica dos ambientes fluviais do rio Tibagi, Paraná, Brasil. *In*: Projeto de Franklin Galvão sobre "Caracterização geológica, geomorfológica, pedológica e fitossociológica dos ambientes fluviais do rio Tibagi, Paraná, Brasil", CNPQ. 2006b.

DANIEL, O.; ARRUDA, L. Fitossociologia de um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Aluvial às margens do rio Dourados, MS. **Scientia Florestalis**, n. 68, p. 69-86. 2005.

DANTAS, T. V. P.; NASCIMENTO-JÚNIOR, J. E.; RIBEIRO, A. S.; PRATA, A. P. Florística e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea das Areias Brancas do Parque Nacional Serra de Itabaiana/Sergipe, Brasil. **Revista Brasil. Bot.**, v. 33, n. 4, p. 575-588. 2010.

DIAS M.C; VIEIRA, A. O. S.; PAIVA, R. C. Florística e fitossociologia das espécies arbóreas das florestas da bacia do rio Tibagi. *In*: **A Bacia do Rio Tibagi**. Londrina, p. 109-124. 2002.

DIAS, M. C.; VIEIRA, A. O. S.; NAKAJIMA, J. N.; PIMENTA, J. A.; LOBO, P. C. Composição florística e fitossociológica do componente arbóreo das florestas ciliares do rio Iapó, na bacia do rio Tibagi, Tibagi, PR. São Paulo. **Rev. Bras. Bot.**, v. 21, n. 2, p. 1-17. 1998.

DO CARMO, M. R. B. **Levantamento florístico e fitossociológico do remanescente florestal da fazenda Doralice, Ibiporã, PR.** Monografia (Bacharelado em Biologia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, 1995.

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

DURIGAN, G.; BERNACCI, L. C.; FRANCO, G. A. D. C.; ARBOCZ, G. F.; METZGER, J. P.; CATHARINO, E. L. M. Estágio sucessional e fatores geográficos como determinantes da similaridade florística entre comunidades florestais no Planalto Atlântico, Estado de São Paulo, Brasil. **Acta Bot. Bras.**, v. 22, n. 1, p. 51-62. 2008.

ELETROBRÁS – CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S. A. O tratamento do impacto das hidrelétricas sobre a fauna terrestre. Relatório. Ministério de Minas e Energia (MME). Rio de Janeiro. 53p. 1999.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias. Mapa de solos do estado do Paraná: escala 1:600.000. **Mapas.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, Embrapa Florestas. 2008.

_____. Mapa de solos do estado do Paraná: escala 1:250.000. **Documentos.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2007.

_____. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2006.

ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE. ARC VIEW: Geographic Information Systems. Version 3.2. Redlands: USA. **Software.** 2004.

FÁVERO, A. A. Contingência florística do elemento arbóreo de uma floresta subtropical no sul do Brasil. *In*: X CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL. São Lourenço, MG. p. 1-2. 2011.

FERREIRA, G. F. **Análise dendroclimatológica do cedro (*Cedrela fissilis* L. - Meliaceae) para reconstrução do cenário ambiental recente da cidade de São Paulo.** 88 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal de São Paulo. 2012.

FERNANDES, H. V. **Monte Alegre, cidade papel**. Telêmaco Borba. 240p. 1974.

FERRER, R. S.; DILLENBURG, L. R. Efeitos da disponibilidade de luz no crescimento inicial e ecofisiologia de *Scutia buxifolia* Reissek (Rhamnaceae). **Hoehnea**, v. 27, p. 147-157. 2000.

FIGUEIREDO FILHO, A.; DIAS, A. N.; STEPKA, T. F.; SAWCZUK, A. R. Crescimento, mortalidade, ingresso e distribuição decamétrica em Floresta Ombrófila Mista. **Revista Floresta**, Curitiba, PR. v. 40, n. 4, p. 763-776. 2010.

FISCHER, F. M. Estrutura etária de *Araucaria angustifolia* em um remanescente florestal primário. *In: Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil*. São Lourenço, MG, p. 114-116. 2009.

FONSECA, R. C. B.; RODRIGUES, R. R. Análise estrutural e aspectos do mosaico sucessional de uma Floresta Semidecidual em Botucatu, SP. **Scientia Forestalis**, n. 57, p. 27-43. 2000.

FORZZA *et al.* **Lista da Flora do Brasil 2013**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2011/>>. Acesso em: 02/02/2012.

FRANÇA, V. O rio Tibagi no contexto hidrográfico paranaense. *In: A Bacia do Rio Tibagi*. Londrina, p. 109-124. 2002.

FRANCO, A. M. S.; DILLENBURG, L. R. Ajustes morfológicos e fisiológicos em plantas jovens de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntz e em resposta ao sombreamento. **Hoehnea**, v. 34, n. 2, p. 135-144. 2007.

FRITTS, H. C. **Tree rings and climate**. London: Academic Press, 1976.

FRITTS, H. C. Dendroclimatology and dendroecology. **Quaternary Research**, v. 1, p. 419-449. 1971.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA/INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Atlas dos remanescentes florestais da mata atlântica: período 2008-2010**. Relatório parcial. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica/INPE. Disponível em: <<http://www.sosma.org.br/index.php?section=atlas&action=atlas>>. Acesso em: 07/09/2013. 2009.

GAMA, M. P. **Bases da análise de agrupamentos (“Cluster analyses”)**. 229 f. UNB. (Mestrado em Estatística e Métodos quantitativos) – Universidade de Brasília, Brasília. 1980.

GANDOLFI, S.; LEITÃO FILHO, H. F.; BEZERRA, C. L. E. Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo-arbóreas de uma floresta mesófila Semidecídua no município de Guarulhos, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 55, n. 4, p. 753-767. 1995.

GAZETA DE MARINGÁ. 1963. **Quando o Paraná virou um inferno**. Disponível em <http://www.gazetamaringa.com.br/maringa/conteudo.phtml?tl=1&id=1398410&tit=Quando-o-Parana-virou-um-inferno>. Acesso em novembro de 2013.

GENTRY, A.H. Tree species richness of upper Amazonian forests. **Proc. Nat. Acad. Sci. Wash**, v. 85, p. 156-159. 1988.

GIEHL, E. L. H.; BUDKE, J. C.; ATHAYDE, E. A. Distribuição espacial de espécies arbóreas em um Floresta Estacional em Santa Maria, Sul do Brasil. **Pesquisas botânicas**, n. 58, p. 215-226. 2007.

GIOVANNINI, G.; LUCCHESI, S. Modifications induced in soil physico-chemical parameters by experimental fires at different intensities. **Soil Science**, v. 162, n.7, p. 479-486. 1997.

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

GOLFIARIA, L. Coníferas aptas para reflorestamento nos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. IBDF, Brasil Florestal. *Boletim Técnico*. 71 p. 1971.

GONZÁLEZ, M. E. Fire history data as reference information in ecological restoration. **Dendrochronologia**, v. 22, p. 149-154. 2005.

GUARANTINI, M. T. G.; CABRAL, E. P.; TAMASHIRO, J. Y.; RODRIGUES, R. R. Composição florística da Reserva Municipal de Santa Genebra, Campinas, SP. **Revista Brasil. Bot.**, v.31, n.2, p.323-337. 2008.

HACK, C.; LONGHI, S. J.; BOLIGON, A. A.; MURARI, A. B.; PAULESKI, D. T. Análise fitossociológica de um fragmento de Floresta Estacional Decidual no município de Jaguari, RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 5, p. 1083-1091. 2005.

HALLÉ, F.; OLDEMAN, R. A. A.; TOMLINSON, P. B. **Tropical trees and forests: an architectural analysis**. New York: Springer-Verlag. 1978.

HATSCHBACH, G. G.; ZILLER, S. R. **Lista vermelha de plantas ameaçadas de extinção no Estado do Paraná**. SEMA/GTZ, Curitiba, 1995.

HERINGER, I.; JACQUES, A. V. A.; TEDESCO, C. A. B. M. Características de um Latossolo Vermelho sob pastagem natural sujeita à ação prolongada do fogo e de práticas alternativas de manejo. **Ciência Rural**, v. 32, n. 2, p. 309-314. 2002.

HILL, T.; LEWICKI, P. **STATISTICS: Methods and Applications**. Tulsa, OK: Stat Soft. 2007.

HOLMES, R. L. **Dendrochronology Program Library**. Available from the Laboratory of Tree-Ring Research, University of Arizona, Tucson. 2001.

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

HUECK, K. **As Florestas da América do Sul: ecologia, composição e importância econômica**. São Paulo: Editora da Universidade de Brasília: Editora Polígono. 466p.1972.

IAPAR. **Cartas climáticas básicas do Estado do Paraná**. Londrina: Instituto Agrônomo do Estado do Paraná, 41 p. 1978.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro: Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 271 p. 2012.

_____. **Mapa de unidades de relevo do Brasil**. Rio de Janeiro: Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 2006.

_____. **Folhas Cartográficas**. Rio de Janeiro: Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 1995-2010.

INOUE M. T.; TORRES D. V. Comportamento do crescimento de mudas de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze em dependência da intensidade luminosa. **Revista Floresta**, v.11, p. 7-11. 1980.

INOUE, M. T.; GALVÃO, F.; TORRES, D. V. Estudo ecofisiológico sobre *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze., Fotossíntese em dependência à luz no estágio juvenil. **Revista Floresta**, v. 10, p. 5-9. 1979.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Séries meteorológicas históricas para o Brasil. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/>. Acesso em: 15/07/2012. 2012.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Atlas dos remanescentes florestais da Mata atlântica. São Paulo, 60p. 2010.

ISERNHAGEN, I. A fitossociologia florestal no Paraná: listagem bibliográfica comentada. 127 f. (Dissertação de Mestrado em Botânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2006.

IVANAUSKAS, N. M.; RODRIGUES, R. R. Florística e fitossociologia de Floresta Estacional Decidual em Piracicaba, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 23, n. 3, p. 291-304. 2000.

IVANAUSKAS, N. M.; RODRIGUES, R. R.; NAVE, A. G. Fitossociologia de um trecho de Floresta Estacional Semidecidual em Ipatinga, São Paulo, Brasil. **Scientia Forestalis**, p. 83-99. 1999.

JACCARD, P. Nouvelles recherches sur la distribution florale. **Bull. Soc. Vaud. Sci. Nat.**, v. 44, p. 223-270. 1908.

JARENKOW, J. A.; BUDKE, J. C. Padrões florísticos e análise estrutural de remanescentes de florestas com araucárias no Brasil. In: **Floresta com Araucária: ecologia, conservação e desenvolvimento sustentável**. Ribeirão Preto, SP. 328p. 2009.

JARENKOW, J. A.; WAECHTHER, J. L. Composição, estrutura e relações florísticas do componente arbóreo de uma floresta estacional no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasil. Bot**, São Paulo, v. 24, p. 263-272. 2001.

JURINITZ, C. F.; JARENKOW, J. A. Estrutura do componente arbóreo de uma floresta estacional na Serra do Sudeste, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, Rio de Janeiro, v.26, n.4, p. 475-478. 2003.

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. **Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 1, p. 17-25. 2012.

KERSTEN, R. A.; GALVÃO, F. Suficiência amostral em inventários florísticos e fitossociológicos. In: FELFILI-FAGG, J. M.; EISENLOHR, P. V.; MELO, M. M. R. F.; ANDRADE, L. A.; MEIRA NETO, J. A. A. (Eds.). **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de caso**, v.1. p. 156-173. 2010.

KLAUBERG, C.; PALUDO, G. F.; BORTOLUZZI, R. L. C.; MANTOVANI, A. Florística e estrutura de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista no Planalto Catarinense. **Biotemas**, v. 23, p. 35-47, 2010.

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

_____. Ecologia da flora e vegetação do Vale do Itajaí. **Sellowia**, v. 31, 164p. 1980.

_____. Ecologia da flora e vegetação do Vale do Itajaí. **Sellowia**, v. 31, 164p. 1979.

_____. Árvores nativas da Floresta Subtropical do Alto Uruguai. **Sellowia**, v. 24, p. 9-62. 1972.

_____. Observações e considerações sobre a vegetação do Planalto Nordeste Catarinense. **Sellowia**, v. 15, p. 39-56. 1963.

_____. O aspecto dinâmico do pinheiro brasileiro. **Sellowia**, v. 12, p. 17-44. 1960.

KOZERA, C.; DITTRICH, V. A. de O.; SILVA, S. M. Fitossociologia do componente arbóreo de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana, Curitiba, PR, BR. **Floresta**, v.36, p. 225-238. 2006.

KOZLOWSKI, T. T. Responses of woody plants to flooding and salinity. **Tree Physiology Monograph**. Canada, n.1, 1997. Disponível em <<http://www.hero.npublishing.com/tp/monograph/kozowski.pdf>>. Acessado em Dezembro de 2013.

LACTEC – Instituto de Tecnologia para o desenvolvimento. **Plano ambiental de conservação e uso do entorno de reservatório artificial – PACUERA**: Usina Hidroelétrica Mauá. Curitiba, PR. 310 p. 2010.

LINDENMAIER, D. de S.; BUDKE, J. C. Florística, diversidade e distribuição espacial das espécies arbóreas em uma Floresta Estacional na Bacia do Rio Jacuí, Sul do Brasil. **Pesquisas Botânica**, São Leopoldo, n. 57, p.193-216. 2006.

LISI, C. S.; TOMAZELLO-FILHO, M.; BOTOSSO, P. C.; ROIG, F. A.; MARIA, V. R. B.; FERREIRA-FEDELE, L.; VOIGT, A. R. A. Tree-ring formation, radial increment periodicity, and phenology of tree species from a seasonal Semi-Deciduous Forest in Southeast Brazil. **IAWA Journal**, v.29, n. 2, p. 189-207. 2007.

LOBÃO, M. S. **Dendrocronologia, fenologia, atividade cambial e qualidade do lenho de árvores de *Cedrela odorata* L., *Cedrela fissilis* Vell. E *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* Hub. ex Ducke, no estado do Acre, Brasil**. 216 f. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

LONGHI-SANTOS, T. **Dendroecologia de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) L. B. Sm. & Downs em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista aluvial, Paraná, Brasil**. 95 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2013.

LONGHI, S. J. **A estrutura de uma floresta natural de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze., no sul do Brasil**. 197 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 1980.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 3 ed. Nova Odessa: Plantarum, v. 1. 2000.

_____. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2 ed. Nova Odessa: Plantarum, v. 2. 2002.

_____. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, v. 3. 2009.

MAACK, R. **Geografia física do estado do Paraná**. Ponta Grossa: UEPG, 526p. 2012.

_____. Breves notícias sobre a geologia dos estados do Paraná e Santa Catarina. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. Curitiba, v. 2. p. 63-154. 1947-2001. 2001.

MAGURRAN, A. E. **Ecological diversity and its measurement**. MAGURRAN, A. E., eds. 177p. 1988.

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

MANTOVANI, W.; ROSSI, L.; ROMANIUC NETO, S.; ASSAD-LUDEWIGS, I. Y.; WANDERLEY, M. G. L.; MELO, M. M. R. F.; TOLEDO, C. B. Estudo fitossociológico de áreas de mata ciliar em Mogi-Guaçu, SP, Brasil. *In*: Anais do I Simpósio sobre Mata Ciliar. São Paulo, SP. p. 235-267. 1989.

MARANGON, L. C.; FELICIANO, A. L.; BRANDÃO, C. F. L. S.; JÚNIOR, F. T. A. Relações florísticas, estrutura diamétrica e hipsométrica de um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa (MG). **Floresta**, Curitiba, PR, v. 38, p. 699-709. 2008.

MARCHIORI, J. N. C. **Dendrologia das Gimnospermas**. Santa Maria: UFSM, 1996.

MARCONDES, F. N. W. *Aspidosperma* Mart., nom. cons. (Apocynaceae): estudos taxonômicos. 100 f. Tese (Doutorado em Botânica) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 1988.

MARCOLLA, E. Fogo e fumaça no horizonte. *In*: BRUZAMOLIN, B.; JOHANSSON, L. A. P. S.; KIKUTI, L.; BERNDT, R. A.; MIKULIS, R. A. da L. (Coord.) **A Fazenda Monte Alegre conta seu canto**. Telêmaco Borba: Klick Ed. p. 114–115. 1997.

MAROCHI, C. I. **Anéis anuais de crescimento do cedro (*Cedrela fissilis* - *Meliaceae*) aplicado à avaliação da taxa de crescimento e dedroclimatologia.** 141 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2007

MARTINELLI, G. Livro vermelho da flora do Brasil. Centro Nacional de Conservação da Flora. Rio de Janeiro. 1102p. 2013.

MARTINS, R. História do Paraná. Fundação Cultural de Curitiba, Curitiba. 1995.

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.** Colombo, Paraná, v. 30, n. 64, p. 319-326. 2010.

MCCUNE, B.; MEFFORD M. J. **PC-ORD:** Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 6.0. Gleneden Beach, Oregon, U.S.A: MjM Software. 2011.

MEDEIROS, J. G. S. **Anéis de crescimento de árvores de *Araucaria columnaris* Hook., caracterização anatômica, densitométrica e aplicação no monitoramento ambiental.** 86 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

MEDEIROS, J. D.; GONÇALVES, M. A.; PROCHNOW, M.; SCHAFFER, W. B. **Floresta com Araucárias:** um símbolo da Mata Atlântica a ser salvo da extinção. Rio do Sul; APREMAVI, 2004.

MEDRI, P. S.; FERRACIN, T. P.; SILVA, V. T.; TOREZAN, J. M. D.; PIMENTA, J. A.; BIANCHINI, E. Comparação de parâmetros bióticos e abióticos entre fragmento de floresta secundária e reflorestamento de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) O. Kuntze. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde,** Londrina, v. 30, n. 2, p. 185-194. 2009.

MEDRI, M. E.; BIANCHINI, E.; PIMENTA, J. A.; COLLI, S.; MULLER, C. Estudos sobre tolerância ao alagamento em espécies arbóreas nativas da bacia do rio Tibagi. In: **A Bacia do Rio Tibagi.** Londrina, p. 39-43. 2002a.

MEDRI, M. E.; BIANCHINI, E.; SHIBATTA, O. A.; PIMENTA, J. A. **A bacia do rio Tibagi.** Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR. 601p. 2002b.

MELLO, R. S. **Detecção de padrões de coexistência arbórea e processos ecológicos em zona de contato de Florestas Ombrófilas Montanas no sul do Brasil**. 127f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2006.

MENDONÇA, F. A.; OLIVEIRA, I. M. D. Dinâmica atmosférica e tipos climáticos predominantes da bacia do rio Tibagi. In: **A Bacia do Rio Tibagi**. Londrina, p. 63-66. 2002.

MICHELON, C. **Samambaias e licófitas do Parque Estadual do Guartelá, Paraná**. 120 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 120 p. 2012.

MILANI, E. J.; FRANCA, A. B.; SCHNEIDER, R. L. Bacia do Paraná. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, v. 8, n. 1, p. 69-82, 1994.

MINEROPAR. **Mapa geomorfológico do Paraná**. Escala 1:650.000. Curitiba. 2006.

MINEROPAR. 2001. **Carta geológica de Telêmaco Borba**. Escala 1:250.000. Curitiba. 2005.

_____. **Atlas Geológico do Estado do Paraná**. Secretaria de Estado da Indústria, do Comércio e do Turismo. Minerais do Paraná S/A - MINEROPAR, Curitiba. 116p. 2001.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. Lista Oficial da Flora Brasileira Ameaçada de Extinção. Instrução Normativa nº 06, de 23 de setembro de 2008.

MOBOT, Missouri Botanical Garden's, 2013. Disponível em: <<http://www.mobot.mobot.org/W3T/Search/vast.html>>. Acesso em: 10 mar. 2013.

MONTANHER, D. R. **Aspectos dendrocronológicos de três espécies arbóreas nas áreas alagáveis do Alto Rio Paraná**. 64 f. Dissertação (Mestrado em Biologia das Interações orgânicas) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná. 2012.

MORALES, M.; VILLALBA, R.; GRAU, R.; PAOLINI, L. Rainfall-controlled tree growth in high-elevation subtropical tree lines. **Ecology**, v. 85, n. 11, p. 3080-3089. 2004.

NAKAJIMA, J.; SOARES-SILVA, L. H.; MEDRI, M. E.; GOLDENBERG, R.; CORREA, G. T. Composição florística e fitossociológica do componente arbóreo das florestas ciliares da bacia do rio Tibagi, Fazenda Monte Alegre, município de Telêmaco Borba, Paraná. **Arq. Biol.**, v. 39, n. 4, p. 933-948. 1996.

NASCIMENTO, A. R. T.; LONGHI, S. J.; BRENA, D. A. Estrutura e padrões de distribuição espacial de espécies arbóreas em uma amostra de Floresta Ombrófila Mista em Nova Prata, RS. **Ciência Florestal**. Santa Maria, v. 11, n. 1, p. 105-119. 2001.

NEGRELLE R. A. B.; SILVA F. C. Fitossociologia de um trecho de Floresta com *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. no município de Caçador-PR. **Boletim de Pesquisas Florestais**, v. 24, n. 25, p. 37-54. 1992.

NEIFF, J. J. Planícies de inundação são ecótono?. *In*: Ecótonos nas Interfaces dos Ecossistemas Aquáticos. São Carlos, p. 29-46, 2003.

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

NUNES, J. R. S.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. Um novo índice de perigo de incêndios florestais para o estado do Paraná. *In* Anais do II Seminário de Atualidades em Proteção Florestal. Blumenau, SC. p. 1-12. 2005.

NUNES, Y. R. F.; MENDONÇA, A. V. R.; BOTEZELLI, L.; MACHADO, E. L. M.; OLIVEIRA FILHO, A. T. Variações da fisionomia da comunidade arbórea em um fragmento de Floresta Semidecidual em Lavras, MG. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 17, p. 213-229. 2003.

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

OLIVEIRA, J. M.; ROING, F. A.; PILLAR, V. D. Climatic signals in tree-rings of *Araucaria angustifolia* in the southern Brazilian highlands. **Austral Ecology**. 2009a.

OLIVEIRA, J. M.; SANTAROSA E.; PILLAR, V. D.; ROING, F. A. Seasonal cambium activity in the subtropical rain forest tree *Araucaria angustifolia*. **Trees**, v. 23, p. 107-115. 2009b.

OLIVEIRA, J. M. **Anéis de crescimento de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) O. Kuntze**: Bases de dendroecologia em ecossistemas subtropicais montanos no Brasil. 139 f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2007.

OLIVEIRA, P. E. *et al.* Paleovegetação e paleoclimas do Quaternário do Brasil. In: Quaternário do Brasil. Ribeirão Preto: Holos. 382p. 2005.

OLIVEIRA, J. M.; PILLAR, V. D. Vegetation dynamics on mosaics of Campos and Araucaria Forest between 1974 and 1999 in Southern Brazil. **Community Ecology**, v. 5, n. 2, p. 197-202. 2004.

OLIVEIRA, R. J.; MANTOVANI, W.; MELO, M. M. R. F. Estrutura do componente arbustivo-arbóreo da Floresta Atlântica de encosta, Peruíbe, SP. **Acta Botanica Brasilica**, n. 15, p. 391-412. 2001.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; VILELA, E. A.; CARVALHO, D. A. & GAVILANES, M. L. Effects of soils 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.

PEIXOTO, G. L.; MARTINS, S. V.; DA SILVA, A. F.; SILVA, E. Composição florística do componente arbóreo de um trecho de Floresta Atlântica na Área de Proteção Ambiental da Serra da Capoeira Grande, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Acta Bot. Bras.**, v. 18, n. 1, p. 151-160. 2004.

PERDONCINI, L. C.; SOARES, P. C. O diamante na bacia do rio santa rosa, Tibagi (PR). Revista Brasileira de Geociências, v. 29, n. 3, p. 299-306. 1999.

PETRI, S.; FÚLFARO, V. J. **Geologia do Brasil**. T. A. Queiroz/Edusp, São Paulo. 165 p. 1983.

PIELOU, E. C. **Ecological diversity**. John Wiley & Sons, New York. 1975.

PICCIRILLO, E. M.; BELLINI, G.; CAVAZZINI, G.; COMIN-CHIARAMONTI, P.; PETRINI, R.; MELFI, A. J.; PINESE, J. P. P.; ZANTEDESCHI, P.; DE MIN, A. Lower Cretaceous tholeiitic dyke swarms from Ponta Grossa Arch (SE-Brazil): petrology Sr-Nd isotopes and genetic relationships with the Paraná flood volcanics. **Chem. Geol.**, v. 89, p. 19-48, 1990.

PINESE, J. P. P. Síntese geológica da bacia do rio Tibagi. In: **A Bacia do Rio Tibagi**. Londrina, p. 21-38. 2002.

PINHEIRO, M. H. O.; MONTEIRO, R.; PINTO, J. R. R. Florística de uma Floresta Estacional Semidecidual localizada em ecótono savânico-florestal, no município de Bauru, SP, Brasil. **Acta Bot. Bras.**, v. 22, n. 4, p. 1085-1094. 2008.

PIVELLO, V. R.; COUTINHO, L. M. A qualitative successional model to assist in the management Brazilian cerrados. **Forest Ecology and Management.**, v.87, p. 127-138. 1996.

PIZATTO, W. **Avaliação biométrica da estrutura e da dinâmica de uma Floresta Ombrófila Mista em São João do Triunfo - PR: 1995 a 1998**. 172 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 1999.

PRÓ-MINÉRIO. **Mapa geológico do Estado de São Paulo**. v. I e II. SICCT/Governo de São Paulo, São Paulo. 1981.

RAMBO, B. Migration routes of the south Brazilian rain forest. **Pesquisas Botânica**. São Leopoldo, v. 12, p. 1-54. 1961.

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

RAMOS, V. S.; DURIGAN, G.; FRANCO, G. A. D. C.; SIQUEIRA, M. F.; RODRIGUES, R. R. **Árvores da Floresta Estacional Semidecidual**: Guia de identificação de espécies. São Paulo: EDUSP: Biota/Fapesp, 320p. 2008.

RAUBER, R. C. **Dendroecologia de *Cedrela fissilis* Vell. (Meliaceae) em um ecótono de Florestas Subtropicais Montanas no Brasil**. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2010.

REIS, A. A vegetação original do Estado de Santa Catarina. In: **Caracterização de estádios sucessionais na vegetação catarinense**. Florianópolis: UFSC, p. 3-22. 1995.

REITZ, R. Vegetação da zona marítima de Santa Catarina. **Sellowia**, v. 3, p. 17-116. 1961.

REITZ R.; KLEIN R. M. **Araucariaceae**. Flora Ilustrada Catarinense. Herbário Barbosa Rodriguez, Itajaí. 1966.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Projeto madeira de Santa Catarina**. Lumardeli, Florianópolis, p. 320. 1978.

_____. **Projeto madeira do Rio Grande do Sul**. Sellowia, v. 34-35, p. 1-525. 1983.

_____. **Projeto madeira do Rio Grande do Sul**. SUDESUL, Porto Alegre, Brasil, 552p. 1988.

RHEINHEIMER, D. S.; SANTOS, J. C. P.; FERNANDES, V. B. B.; MAFRA, A. L.; ALMEIDA, J. A. Modificações nos atributos químicos de solo sob campo nativo submetido à queima. **Ciência Rural**, v. 33, n. 1, p. 75-81. 2003.

RIBEIRO, A. G. **Seca, geada e incêndios no ano de 1963**: uma catástrofe no Paraná e a memória dos universitários de Maringá, vinte anos depois. Maringá, PR. n. 2., p. 24-30. 1984.

RIGOZO, N. R.; LISI, C. S.; TOMAZELLO-FILHO, M.; PRESTES, A.; NORDEMANN, D. J. R.; ECHER, M. P. S.; ECHER, E.; SILVA, H. E.; RIGOZO, V. Solar-Terrestrial Signal Record in tree ring width time series from Brazil. **Pure and Applied Geophysics**, v.169, p. 2181-2191. 2012.

RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil**. 2ª Edição. Âmbito Cultural Edições Ltda, Rio de Janeiro. 1997.

RODE, R. **Avaliação florística e estrutural de uma Floresta Ombrófila Mista e de uma vegetação arbórea estabelecida sob um povoamento de *Araucaria angustifolia* de 60 anos**. 159 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. 2008.

RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACH, G. G. As unidades fitogeográficas do estado do Paraná. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, **Ciência & Ambiente**, n. 24, p. 75-92. 2002.

RODRIGUES, J. P. P.; PELEGRINI, S. C. A. L. Memória e história: os dissabores da geada em Ivatuba. Paraná, Maringá. p. 01-09. 2012.

RODRIGUES, R. R.; SHEPHERD, G. J. Fatores condicionantes da vegetação ciliar. In: R. R. Rodrigues; H. F. Leitão-Filho (Eds.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. EDUSP, São Paulo. p. 101-107. 2009.

RODRIGUES, L. A.; CARVALHO, D. A.; OLIVEIRA FILHO, A. T.; BOTREL, R. T.; SILVA, É. A. Florística e estrutura da comunidade arbórea de um fragmento florestal em Luminárias, MG. **Acta Bot. Bras.**, v. 17, n. 1, p. 71-87. 2003.

ROIG, F. A. **Dendrocronología en los bosques del Neotrópico: revisión y prospección futura**. In: Dendrocronologia em América Latina. EDIUNC. Mendoza Argentina, p. 307-355. 2000.

ROSE, G.; DEANE, W.; MICHAEL, H. Ecotone. In: **Encyclopedia of Earth**. Eds. CUTLER J. C. First published in the Encyclopedia of Earth May 22, 2010; Last revised May 24, 2010. 2010. Disponível em <http://www.eoearth.org/article/Ecotone>. Acesso em Novembro de 2013.

ROSSETTO, E. F. S.; VIEIRA, A. O. S. *Checklist* da flora vascular do parque estadual da Mata dos Godoy, Londrina, Paraná, Brasil. **Relatório técnico**. Londrina, PR. 44 p. 2010.

SÁ-FURLANETE, K. L. V. R.; YAMAMOTO, K.; VIEIRA, A. O. S.; SHEPHERD, G. J. **O ecótono Floresta Estacional Semidecidual/Floresta Ombrófila Mista em São Jerônimo da Serra (Paraná): relações florísticas regionais na bacia do rio Tibagi**. In: Anais do VII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu, MG. 2007.

SAKAGAMI, C. R. **Pteridófitas do Parque Ecológico da Klabin, Telêmaco Borba, Paraná, Brasil**. 212 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2006.

SANTANA, J. A. S.; VIEIRA, F. A.; PACHECO, M. V.; OLIVEIRA, P. R. S. Padrão de distribuição e estrutura diamétrica de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (Catingueira) na Caatinga do Seridó. **Revista de biologia e ciência da terra**, v.11, n.1, p. 116-122. 2011.

SANTOS, R. M. **Identidade e relações florísticas da caatinga arbórea do norte de Minas Gerais e sudeste da Bahia**. 126 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2009.

SANTOS, L. J. C.; OKA-FIORI, C.; CANALI, N. E.; FIORI, A. P.; SILVEIRA, C. T.; SILVA, J. M. F.; ROSS, J. L. S. Mapeamento geomorfológico do estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, n. 2. p. 03-12. 2006.

SCHAAF, L. B. **Florística, estrutura e dinâmica no período 1979-2000 de uma Floresta Ombrófila Mista localizada no Sul do Paraná**. Curitiba. 119 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. 2001.

SCHACHT, W. H.; STUBBENDIECK, J.; BRAGG, T. B.; SMART, A. J.; DORAN, J. W. Soil quality response of reestablished grasslands to mowing and burning. **Journal of Range Management**, v.49, n.5, p.458-463. 1996.

SCHAFHAUSER, M. C.; DOMINGUES, M. J.; FAVORETO, D. E. Inventário florestal e avaliação de fitomassa, UHE Mauá. Relatório técnico. LACTEC. Curitiba. 237 p. 2009.

SCHNEIDER, R. L.; MUHLMANN, H. E.; MEDEIROS, R. A.; DAEMON, R. F.; NOGUEIRA, A. A. Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná. *In: Anais do 28º Congresso Brasileiro de Geologia*, v. 1, p. 41-65. SBG, Porto Alegre. 1974.

SCHWARTSBURD, P. B.; LABIAK, P.H. *Eriosorus areniticola* (Pteridaceae), a New Species from Brazil. **American Fern Journal**, v. 98, p. 160-163. 2008.

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

SCHWEINGRUBER, F. H. **Tree and Wood in Dendrochronology**: Morphological, anatomical, and tree-ring analytical characteristics of trees frequently used in dendrochronology. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg. 702 p. 1993.

SCIPIONI, M.C. **Padrões ambientais e ecológicos de uma Floresta Estacional Decidual sobre uma formação sedimentar na depressão central do Rio Grande do Sul**. 151 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2012.

SCIPIONI, M. C.; LONGHI, S. J.; ARAÚJO, M. M.; REINERT, D. J. Regeneração natural de um fragmento da Floresta Estacional Decidual na reserva biológica do Ibicuí-Mirim (RS). **Floresta**, Curitiba, PR, v. 39, n. 3, p. 675-690. 2009.

SCOLFORO, J. R. S.; PULZ, F. A.; MELO, J. M. Modelagem da produção, idade das florestas nativas, distribuição espacial das espécies e a análise estrutural. *In: Manejo Florestal*. UFLA/FAEPE, Lavras, MG. p.189-246. 1998.

SEGER, C. D.; DLUGOSZ, F. L.; KURASZ, G.; MARTINEZ, D. T.; RONCONI, E.; MELO, L. A. N.; BITTENCOURT, S. M.; 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*, Curitiba, v. 35, n. 2. 2005.

SEITZ, R. A.; KANNINEN, M. Tree ring analysis of *Araucaria angustifolia* in Southern Brazil: preliminary results. *IAWA Bull*, v.10, n.2, p. 170-174. 1989.

SELUSNIAKI, M.; ACRA, L. A. O componente arbóreo-arbustivo de um remanescente de floresta com araucária no município de Curitiba, Paraná. *Floresta*. Curitiba, PR, v.40, p. 593-602. 2010.

SEMA. Lista vermelha de plantas ameaçadas de extinção no estado do Paraná. Curitiba, SEMA/GTZ. 139 p. 1995.

SHEPHERD, G. J. **Fitopac**: Manual do usuário. Departamento de Botânica, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 1996.

SHIMOYA, C. Contribuição ao estudo do ciclo biológico de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) O. Kuntze. *Experientiae*, v. 2, p. 520-540. 1962.

SILVA, A. S. **Dinâmica de colonização de *Araucaria angustifolia* em campos e sua influência na expansão florestal no sul do Brasil**. 109 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2009.

SILVA, A. C. *et al.* 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. 2009b.

SILVA, L. C. R.; ANAND, M.; OLIVEIRA, J. M.; PILLAR, V. D. Past century changes in *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze water use efficiency and growth in forestland grassland ecosystems of southern Brazil: implications for forest expansion. *Global Change Biology*, v. 15, n. 10, p. 2387-2396. 2009a.

SILVA, I. A.; BATALHA, M. A. Woody plant species co-occurrence in Brazilian savanas under different fire frequencies. **Acta Oecologia**, p. 1-7. 2009.

SILVA, V. F.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; VENTURIN, N.; CARVALHO, W. A. C.; GOMES, J. B. V. Impacto do fogo no componente arbóreo de uma Floresta Estacional Semidecídua no município de Ibituruna, MG, Brasil. **Acta. bot. bras**, v. 19, n. 4, p. 701-716. 2005.

SILVA, A. F.; OLIVEIRAS, R. V.; SANTOS, N. R. L.; PAULA, A. Composição florística e grupos ecológicos de um trecho de Floresta Semidecídua Submontana da fazenda São Geraldo, Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v. 27, n. 3, p. 311-319. 2003.

SILVA J. A.; SALOMÃO A. N.; NETTO A. M. Natural regeneration under *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze forest in the genetic reserve of Caçador-SC. **Revista Árvore**, v. 22, n. 2, p. 143-153. 1998.

SILVA, F. C.; FONSECA, E.; SOARES-SILVA, L. H.; MUELER, C.; BIANCHINI, E. Composição florística e fitossociológica do componente arbóreo das florestas ciliares da bacia do rio Tibagi. Fazenda Bom Sucesso, Sapopema, PR. **Acta Bot. Bras.**, v. 9, n. 2, p. 289-302. 1995.

SILVA, S. M.; SILVA, F. C.; VIEIRA, A. O. S.; NAKAJIMA, J. N.; PIMENTA, J. A.; COLLI, S. Composição florística e fitossociológica do componente arbóreo das florestas ciliares da bacia do Rio Tibagi: Ipiranga, PR. **Rev. Inst. Flor.**, v.5, n. 1, p.191-198. 1992.

SIQUEIRA, A. S. **Florística, fitossociologia e caracteres edáficos de duas Florestas Estacionais Deciduais no triângulo mineiro**. 44 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2007.

SOARES, L. R.; FERRER, R. S. Estrutura do componente arbóreo em uma área de floresta ribeirinha na bacia do rio Piratini, Rio Grande do Sul, Brasil. **Biotemas**, Florianópolis, v. 22, n. 3, p. 47-55. 2009.

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C.; NUNES, J. R. S. **Incêndios Florestais no Brasil**. Curitiba. 246p. 2009.

SOARES, C. P. B.; PAULA NETO, F.; SOUZA, A. L. **Dendrometria e inventário florestal**. Viçosa: Ed. UFV. 276 p. 2006.

SOARES, F. S.; MEDRI, M. **Alguns aspectos da colonização da bacia do rio Tibagi**. In: A Bacia do Rio Tibagi. Londrina, p. 69-70. 2002.

SOARES-SILVA, L. H.; BIANCHINI, E.; FONSECA, E. P.; DIAS, M. C.; MEDRI, M. E.; ZANGARO FILHO, W. Composição florística e fitossociológica do componente arbóreo das florestas ciliares da bacia do rio Tibagi: Ibiporã, PR. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo-SP, v.5, n.1, p. 99-206. 1992.

SOARES-SILVA, L. H.; BARROSO, G. M. Fitossociologia do estrato arbóreo da floresta na porção norte do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina-PR., Brasil. In: Anais do VIII Congresso da Sociedade Botânica de São Paulo (Campinas, SP), p. 101-112. 1992.

SOARES, R. V. Considerações sobre a regeneração natural da *Araucaria angustifolia*. **Revista Floresta**, v. 10, n. 2, p. 12 - 17. 1979.

SOBRAL, M.; JARENKOW, J. A.; BRACK, P.; IRGANG, B.; LAROCCA, J.; RODRIGUES, R. S. **Flora arbórea e arborescente do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Rima - Novo Ambiente, 350 p. 2006.

SOFTWARE FOUNDATION BOSTON (SFB). **Programa estatístico Action 2.6**. Boston, USA. 1991.

SONEGO, R.; BACKES, A.; SOUZA, A. Descrição da estrutura de uma Floresta Ombrófila Mista, RS, Brasil, utilizando estimadores não paramétricos de riqueza e rarefação de amostras. **Acta Botanica Brasilica**, v.21, p. 943-955. 2007.

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

SOUZA, L. R. M.; VIEIRA, A. O. S. São Jerônimo da Serra: remanescentes de cerrado na bacia do rio Tibagi (PR). Análise integrada do projeto Aspectos da Fauna e Flora da Bacia do Rio Tibagi. **Resumos**. Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 56 p. 2000.

SPATHELF, P.; FLEIG, F. D.; VACCARO, S.; ESBER, L. M. Análise dendroecológica de *Ocotea pulchella* Nees et Mart. ex Nees (canela-lageana) na Serra Geral de Santa Maria, RS, Brasil. **Ciência Florestal**. Santa Maria, RS. v. 10, p. 95-1008. 2000.

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

STIPP, N. A. F. Principais tipos de solos da bacia do rio Tibagi. In: **A Bacia do Rio Tibagi**. Londrina, p. 39-43. 2002.

STOKES, M.; SMILEY, T. **An introduction to tree-ring dating**. Chicago and London. The University of Chicago Press. USA. 73 p. 1968.

SÜHS, R. B.; PUTZKER, J.; BUDKLE, J. C. Relações florístico-geográficas na estrutura de uma floresta na região central do Rio Grande do Sul, Brasil. **Floresta**, Curitiba, v. 40, n. 3, p. 635-646. 2010.

SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL – SUDERHSA. **Relatório do diagnóstico do plano da bacia hidrográfica do rio Tibagi**. Curitiba: SUDERHSA. 308 p. 2009.

_____. **Atlas de recursos hídricos do Estado do Paraná**. Curitiba: SEMA. 27p. 1998.

SWAINE, M.D.; WHITMORE, T.C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. **Vegetatio**, Dordrecht, v.75, p. 81-86. 1988.

TABARELLI, M. **Flora arbórea da Floresta Estacional baixo Montana no município de Santa Maria, RS, Brasil**. In: Anais do II Congresso Nacional sobre Essências Nativas. Instituto Florestal, Piracicaba, p. 260-268. 1992.

TETTO, A. F.; BATISTA, A. C.; SOARES, R. V. Ocorrência de incêndios florestais no estado do Paraná, no período de 2005 a 2010. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 42, n. 2, p. 391-398. 2012.

TOMAZELLO-FILHO, M.; LISI, C.; HANSEN, N.; CURY, G. Anatomical features of increment zones in different tree species in the State of São Paulo, Brazil. **Scientia Forestalis**, n. 66, p. 46–55. 2004.

TOMMASINO, K. **A ecologia dos Kaingang da bacia do rio Tibagi**. In: A Bacia do Rio Tibagi. Londrina, p. 81-102. 2002.

TOREZAN, J. M. D. Nota sobre a vegetação da bacia do rio Tibagi. In: **A Bacia do Rio Tibagi**. Londrina, p. 103-108. 2002.

TOWNSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, J. L. **Fundamentos em ecologia**. Porto Alegre: Artmed. 576p. 2010.

TURNER, I. M. **The Ecology of Trees in the Tropical Rainforest**. Cambridge, UK: Cambridge University Press. 298 p. 2004.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, Departamento de Editoração, Rio de Janeiro. 123p. 1991.

VETTER, R. E.; BOTOSSO, P. C. Remarks on age and growth rate determination of Amazonian trees. **IAWA Bulletin**: New Series, v. 10, n. 2, p. 133 - 145. 1989.

VILELA, E. A.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; CARVALHO, D. A.; GUILHERME, F. A. G.; APPOLINÁRIO, V. Caracterização estrutural de floresta ripária do Alto Rio Grande, em Madre de Deus de Minas, MG. **Cerne**, v.6, p. 41-54. 2000.

VILLALBA, R.; WEBLEN, T. T.; OGDEN, J. Climatic influences on the growth of subalpine trees in the Colorado front range. **Ecology**, v. 75, n. 5, p. 1450-1462. 1994.

WATSON, P. J.; BRADSTOCK, R. A.; MORRIS, E. C. Fire frequency influences composition and structure of the shrub layer in an Australian subcoastal temperate grassy woodland. **Austral Ecology**, v. 34. p. 218 - 232. 2009.

WATZLAWICK, L. F.; SANQUETA, C. R.; VALÉRIO, Á. F.; SILVESTRE, R. Caracterização da composição florística e estrutura de uma Floresta Ombrófila Mista no Município de General Carneiro/PR. **Ambiência**, Guarapuava, v. 1, n. 2, p. 229-237. 2006.

WEHR, N. J.; TOMAZELLO-FILHO, M. Caracterização dos anéis de crescimento de árvores de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. através da microdensitometria de raios X. **Scientia Forestalis**, v. 58, p. 161-170. 2000.

WORBES, M. **One hundred years of tree-ring research in the tropics - a brief history and an outlook to future challenges.** *Dendrochronologia*, München, v. 20 v. 1-2, p. 217-231, 2002.

ZANON, M. L. B; FINGER, C. A. G. Relação de variáveis meteorológicas com o crescimento das árvores de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze em povoamentos implantados. **Ciência Florestal**, v. 20, n.3, p. 467-476. 2010.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 - Relação de famílias e espécies arbóreas em ordem alfabética, registradas na área de encosta, Telêmaco Borba, PR.

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR
ANACARDIACEAE	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	guaritá
APOCYNACEAE	<i>Aspidosperma polyneuron</i> M. Arg.	peroba-rosa
	<i>Rauvolfia selowii</i> Mull. Arg.	leiteiro
ARALIACEAE	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire et al.	mandiocção
ARAUCARIACEAE	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) O. Kuntze	pinheiro-do-paraná
ARECACEAE	<i>Syagrus oleracea</i> (Mart.) Becc.	jerivá
BIGNONIACEAE	<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	caroba
BORAGINACEAE	<i>Cordia americana</i> (L.) Gottschling & J.S.Mill.	guajuvira
	<i>Cordia superba</i> Cham.	louro-pardo
CANNABACEAE	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	grandiuva
CARICACEAE	<i>Jacaratia spinosa</i> A.DC.	mamão-do-mato
CELASTRACEAE	<i>Maytenus aquifolium</i> Mart.	espinheira-santa
	<i>Maytenus robusta</i> Reissek.	-
DICKSONIACEAE	<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook.	xaxim
EBENACEAE	<i>Diospyros inconstans</i> Jacq.	caqui-do-mato
ERYTHROXYLLACEAE	<i>Erythroxylum deciduum</i> A. St.-Hill	cocão
EUPHORBIACEAE	<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp.	tapia
	<i>Cronton floribundus</i> Spreng.	capixingui
	<i>Manihot grahamii</i> Hook	mandioca-braba
	<i>Bauhinia longifolia</i> (Bong.) Steud.	pata-de-vaca
	<i>Centrolobium tomentosum</i> Guillem. ex Benth.	arariba
FABACEAE	<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Brittan	-
	<i>Holocalix balansae</i> Mich.	alecrim
	<i>Inga marginata</i> Willd.	ingá-feijão
	<i>Lonchocarpus cultratus</i> (Vell.) A et al.	feijão-cru
	<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i> Hassl.	embiruçu
	<i>Machaerium stiptatum</i> Vog.	sapuva
	<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	cabreuva
	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	angico-vermelho
	<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	canafistula
	<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.	pau-jacaré
LAURACEAE	<i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J. F. Macbr.	canela-branca
	<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	canela-fedida
	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	canelinha
	<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez	-
	<i>Persea willdenovii</i> Kosterm.	pau-andrade
	<i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze	jequitiba
LOGANIACEAE	<i>Strychnos brasiliensis</i> Mart.	esporão-de-galo
LYTHRACEAE	<i>Lafoensia pacari</i> A.St.-Hil.	dedaleiro
MALVACEAE	<i>Heliocarpus popayanensis</i> Kunth	algodoeiro
	<i>Luehea divaricata</i> Mart.	açoita-cavalo

MELASTOMATACEAE	<i>Miconia cineracens</i> Miq.	-
MELIACEAE	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	canjerana
	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	cedro-rosa
	<i>Trichilia casaretti</i> C. DC.	catigua
	<i>Trichilia clausenii</i> C.DC.	catigua
	<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.	catigua
MORACEAE	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D.Don ex Steud.	amora
	<i>Sorocea bomplandii</i> (Ball.) WC <i>et al.</i>	espinheira-santa
MYRTACEAE	<i>Calyptanthes concinna</i> DC.	guamirim
	<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) <i>et al.</i>	sete-capote
	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg	guabiroba
	<i>Eugenia uniflora</i> L.	pitanga
	<i>Myrciaria floribunda</i> (H.West ex Willd.) O.Berg	pitanguinha
NYCTAGINACEAE	<i>Bougainvillea glabra</i> Choisy	primavera
	<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	-
PHYTOLACACEAE	<i>Gallsia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	pau-alho
ROSACEAE	<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.brasiensis (L.) Urb.	pessegueiro-brabo
RUBIACEAE	<i>Bathysa australis</i> (A.St.-Hil.) K.Schum.	-
	<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	-
RUTACEAE	<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	pau-marfim
	<i>Esenbeckia febrifoga</i> (A. St.-Hil.) A. <i>et al.</i>	mamoeiro
SALICACEAE	<i>Casearia decandra</i> Jacq.	cafezeiro
SAPINDACEAE	<i>Matayba elaeagnoides</i> Raldk.	miguel-pintado
URTICACEAE	<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich.	urtiga

APÊNDICE 2 - Relação de famílias e espécies vegetais em ordem alfabética, registradas na área de planície de inundação do rio Tibagi, município de Telêmaco Borba, PR.

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR
ANNONACEAE	<i>Annona cacans</i> Warm.	ariticum-cagão
	<i>Xilopia brasiliensis</i> (L.) Spreng.	-
APOCYNACEAE	<i>Aspidosperma polyneuron</i> M. Arg.	peroba-rosa
ARALIACEAE	<i>Dendropanax cuneatus</i> (DC.) <i>et al.</i>	mandicão
ARAUCARIACEAE	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) O. Kuntze	pinheiro-do-paraná
ARECACEAE	<i>Euterpe edulis</i> Mart.	plamito
	<i>Geonoma schottiana</i> Mart.	grumiova
	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	jerivá
BIGNONIACEAE	<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	caroba
EUPHORBIACEAE	<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll. Arg.	leiteiro
	<i>Alchornea sidifolia</i> Müll.Arg.	tapiá
	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Mull.Arg.	tapiá
	<i>Croton floribundus</i> Spreng	capixingui
	<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	leiteiro
FABACEAE	<i>Anadenanthera columbrina</i> (Vell.) Brenan.	angico-branco
	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	pau-óleo
	<i>Inga sessilis</i> (Vell.) Mart.	ingá-ferradura
	<i>Inga striata</i> Benth.	ingá
	<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	cabreúva
	<i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harms	olho-de-cabra

LAURACEAE	<i>Nectandra rigida</i> Nees	canela-ferrugem
MALVACEAE	<i>Luehea divaricata</i> Mart.	açoita
	<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A. et al.	embiruçu
MELIACEAE	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	cedro-rosa
	<i>Guarea kunthiana</i> A.Juss.	marinheiro
	<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	marinheiro
MORACEAE	<i>Ficus guaranitica</i> Chodat.	figueira
	<i>Ficus Insipida</i> Willd.	figo
	<i>Sorocea bomplandii</i> (Ball.) WC et al.	espinheira-santa
MYRTACEAE	<i>Calyptanthes concinna</i> DC.	guamirim
	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg	guabirola
	<i>Eugenia florida</i> DC.	guamirim
	<i>Eugenia neoverrucosa</i> Sobral	rugosa
	<i>Eugenia</i> sp	-
	<i>Myrcia</i> sp	-
	<i>Myrciaria floribunda</i> (H.West ex Willd.) et al.	pitanguinha
PHYTOLACACEAE	<i>Phytolacca dioica</i> L.	ceboleiro
PICRAMNIACEAE	<i>Picramnia parvifolia</i> Engl.	tenente-josé
PROTEACEAE	<i>Roupala brasiliensis</i> Klotzsch	carvalho-brasileiro
RUTACEAE	<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	pau-marfim
	<i>Pilocarpus pennatifolius</i> Lem.	-
SALICACEAE	<i>Casearia decandra</i> Jacq.	cafezeiro
	<i>Prockia crucis</i> P. Browne ex L.	-
SAPINDACEAE	<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	maria-preta
SOLANACEAE	<i>Solanum sanctaecatharinae</i> Dunal	fumeiro-brabo
URTICACEAE	<i>Boehmeria caudata</i> Sw.	-

APÊNDICE 3 - Parâmetros fitossociológicos da área de encosta, Telêmaco Borba, Paraná.

ESPÉCIES	N	D	Drel	F	Frel	Do	Dorel	VI	VC
<i>Aspidosperma polyneuron</i> M. Arg.	12	34	6,7	27	6,8	10,3	31,2	45	38
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) et al.	8	23	4,4	18	4,5	7,2	21,6	31	26
<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.	17	48	9,4	31	7,9	0,1	0,3	18	9,7
<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	10	28	5,6	22	5,7	0,16	0,48	12	6
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	5	14	2,8	11	2,8	1,19	3,6	9,2	6,4
<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	3	9	1,7	6,7	1,7	1,6	4,94	8,3	6,6
<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i> Hassl.	5	14	2,8	11	2,8	0,6	1,93	7,5	4,7
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) et al.	3	9	1,7	6,7	1,7	1,3	4,01	7,4	5,7
<i>Holocalix balansae</i> Mich.	4	11	2,2	8,9	2,3	0,8	2,65	7,1	4,9
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	3	9	1,7	6,7	1,7	0,8	2,67	6	4,3
<i>Eugenia uniflora</i> L.	4	11	2,2	8,9	2,3	0,1	0,56	5	2,8
<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Brittan	4	11	2,2	8,9	2,3	0,1	0,26	4,7	2,5
<i>Sorocea bomplandii</i> (Ball.) WC et al.	4	11	2,2	8,9	2,3	0,1	0,22	4,7	2,4
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	3	9	1,7	6,7	1,7	0,4	1,32	4,7	3
<i>Esenbeckia febrifoga</i> (A. St.-Hil.) A. et al.	4	11	2,2	8,9	2,3	0,1	0,07	4,6	2,3
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	3	9	1,7	6,7	1,7	0,3	1,17	4,5	2,8
<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	3	9	1,7	6,7	1,7	0,3	1,05	4,4	2,7
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg	3	9	1,7	6,7	1,7	0,3	0,95	4,3	2,6

<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook.	3	9	1,7	6,7	1,7	0,3	0,93	4,3	2,6
<i>Inga marginata</i> Willd.	3	9	1,7	6,7	1,7	0,1	0,52	3,9	2,2
<i>Myrciaria floribunda</i> (H.West ex) <i>et al.</i>	3	9	1,7	6,7	1,7	0,1	0,49	3,9	2,2
<i>Calyptanthus concinna</i> DC.	3	9	1,7	6,7	1,7	0,1	0,39	3,8	2,1
<i>Centrolobium tomentosum</i> Guillem. <i>et al.</i>	2	6	1,1	4,4	1,1	0,4	1,47	3,7	2,6
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	3	9	1,7	6,7	1,7	0,1	0,33	3,7	2
<i>Trichilia clausenii</i> C.DC.	3	9	1,7	6,7	1,7	0,1	0,21	3,6	1,9
<i>Bathysa australis</i> (A.St.-Hil.) K.Schum.	3	9	1,7	6,7	1,7	0,1	0,2	3,6	1,9
<i>Trichilia casaretti</i> C. DC.	3	9	1,7	6,7	1,7	0,3	0,16	3,5	1,8
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	2	6	1,1	4,4	1,1	0,3	1,02	3,3	2,1
<i>Lonchocarpuscultratus</i> (Vell.) A. <i>et al.</i>	2	6	1,1	4,4	1,1	0,2	0,93	3,2	2
<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp.	2	6	1,1	4,4	1,1	0,2	0,77	3	1,9
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) <i>et al.</i>	2	6	1,1	4,4	1,1	0,2	0,77	3	1,9
<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	1	3	0,6	2,2	0,6	0,6	1,82	2,9	2,4
<i>Cronton floribundus</i> Spreng.	2	6	1,1	4,4	1,1	0,2	0,7	2,9	1,8
<i>Machaerium stiptatum</i> Vog.	2	6	1,1	4,4	1,1	0,2	0,64	2,9	1,8
<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) <i>et al.</i>	2	6	1,1	4,4	1,1	0,1	0,55	2,8	1,7
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb. <i>et al.</i>	2	6	1,1	4,4	1,1	0,1	0,51	2,8	1,6
<i>Heliocarpus popayanensis</i> Kunth	2	6	1,1	4,4	1,1	0,1	0,5	2,7	1,6
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	2	6	1,1	4,4	1,1	0,1	0,42	2,7	1,5
<i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) <i>et al.</i>	2	6	1,1	4,4	1,1	0,1	0,37	2,6	1,5
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	2	6	1,1	4,4	1,1	0,1	0,22	2,5	1,3
<i>Bauhinia longifolia</i> (Bong.) Steud.	2	6	1,1	4,4	1,1	0,1	0,15	2,4	1,3
<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich.	2	6	1,1	4,4	1,1	0,1	0,12	2,4	1,2
<i>Strychnos brasiliensis</i> Mart.	2	6	1,1	4,4	1,1	0,1	0,11	2,4	1,2
<i>Miconia cineracens</i> Miq.	2	6	1,1	4,4	1,1	0,1	0,09	2,3	1,2
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	2	6	1,1	4,4	1,1	0,1	0,05	2,3	1,2
<i>Maytenus aquifolium</i> Mart.	2	6	1,1	4,4	1,1	0,1	0,03	2,3	1,2
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	1	3	0,6	2,2	0,6	0,3	1,05	2,2	1,6
<i>Cordia americana</i> (L.) <i>et al.</i>	1	3	0,6	2,2	0,6	0,2	0,71	1,8	1,3
<i>Persea willdenovii</i> Kosterm.	1	3	0,6	2,2	0,6	0,2	0,62	1,7	1,2
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) <i>et al.</i>	1	3	0,6	2,2	0,6	0,1	0,59	1,7	1,2
<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	1	3	0,6	2,2	0,6	0,1	0,51	1,6	1,1
<i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze	1	3	0,6	2,2	0,6	0,1	0,49	1,6	1,1
<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez	1	3	0,6	2,2	0,6	0,1	0,42	1,5	1
<i>Diospyros inconstans</i> Jacq.	1	3	0,6	2,2	0,6	0,1	0,37	1,5	0,9
<i>Jacaratia spinosa</i> A.DC.	1	3	0,6	2,2	0,6	0,1	0,33	1,5	0,9
<i>Cordia superba</i> Cham.	1	3	0,6	2,2	0,6	0,1	0,31	1,4	0,9
<i>Bougainvillea glabra</i> Choisy	1	3	0,6	2,2	0,6	0,1	0,27	1,4	0,8
<i>Lafoensia pacari</i> A.St.-Hil.	1	3	0,6	2,2	0,6	0,1	0,23	1,4	0,8
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D.Don ex Steud.	1	3	0,6	2,2	0,6	0,1	0,21	1,3	0,8
<i>Maytenus robusta</i> Reissek.	1	3	0,6	2,2	0,6	0,1	0,15	1,3	0,7
<i>Rauvolfia selowii</i> Mull. Arg.	1	3	0,6	2,2	0,6	0,1	0,1	1,2	0,7
<i>Matayba elaeagnoides</i> Raldk.	1	3	0,6	2,2	0,6	0,1	0,08	1,2	0,6
<i>Syagrus oleracea</i> (Mart.) Becc.	1	3	0,6	2,2	0,6	0,1	0,08	1,2	0,6
<i>Erythroxylum decidum</i> A. St.- Hill	1	3	0,6	2,2	0,6	0,1	0,05	1,2	0,6
<i>Manihot grahamii</i> Hook	1	3	0,6	2,2	0,6	0,1	0,01	1,1	0,6

N - número de indivíduos. D - densidade absoluta. Drel - densidade relativa. F - frequência absoluta. Frel – frequência relativa. Do - dominância absoluta. Dorel – dominância relativa. VI - índice de valor de importância. VC- índice de valor de cobertura.

APÊNDICE 4 - Parâmetros fitossociológicos da área de planície de inundação rio Tibagi. Telêmaco Borba. Paraná.

Espécies	N	D	Drel	F	Frel	Do	Dorel	VI	VC
<i>Aspidosperma polyneuron</i> M. Arg.	6	37	4,29	14,3	3,85	9,4	27	35,1	31,3
<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) et al.	16	98	11,4	40	10,8	0,3	0,97	23,2	12,4
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) et al.	5	31	3,57	14,3	3,85	5,0	14,4	21,8	18
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	14	86	10	31,4	8,46	0,3	0,86	19,3	10,9
<i>Guarea kunthiana</i> A.Juss.	10	61	7,14	22,9	6,15	1,1	3,35	16,6	10,5
<i>Ficus Insipida</i> Willd.	3	18	2,14	8,57	2,31	2,3	6,76	11,2	8,9
<i>Ficus guaranítica</i> Chodat.	3	18	2,14	8,57	2,31	2,2	6,35	10,8	8,49
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Mull.Arg.	5	31	3,57	14,3	3,85	0,9	2,73	10,2	6,3
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	4	25	2,86	11,4	3,08	1,2	3,56	9,5	6,42
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	5	31	3,57	14,3	3,85	0,6	1,93	9,34	5,5
<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	2	12	1,43	5,71	1,54	1,8	5,22	8,19	6,65
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	4	25	2,86	11,4	3,08	0,3	0,98	6,91	3,83
<i>Eugenia neoverrucosa</i> Sobral	4	25	2,86	11,4	3,08	0,2	0,67	6,6	3,53
<i>Eugenia florida</i> DC.	4	25	2,86	11,4	3,08	0,2	0,6	6,53	3,45
<i>Inga striata</i> Benth.	3	18	2,14	8,57	2,31	0,5	1,48	5,93	3,62
<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) et al.	3	18	2,14	8,57	2,31	0,5	1,42	5,87	3,56
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	2	12	1,43	5,71	1,54	0,9	2,77	5,73	4,2
<i>Sorocea bomplandii</i> (Ball.) WC et al.	4	25	2,86	8,57	2,31	0,7	0,26	5,43	3,12
<i>Anadenanthera columbrina</i> (Vell.) et al.	2	12	1,43	5,71	1,54	0,2	2,16	5,13	3,59
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) et al.	3	18	2,14	8,57	2,31	0,1	0,64	5,09	2,79
<i>Xilopia brasiliensis</i> (L.) Spreng.	3	18	2,14	8,57	2,31	0,5	0,3	4,75	2,45
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	2	12	1,43	5,71	1,54	0,4	1,65	4,62	3,08
<i>Roupala brasiliensis</i> Klotzsch	2	12	1,43	5,71	1,54	0,4	1,41	4,38	2,84
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg	2	12	1,43	5,71	1,54	0,1	1,32	4,28	2,74
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	3	18	2,14	5,71	1,54	0,3	0,42	4,1	2,56
<i>Inga sessilis</i> (Vell.) Mart.	2	12	1,43	5,71	1,54	0,3	0,98	3,94	2,4
<i>Annona cacans</i> Warm.	2	12	1,43	5,71	1,54	0,2	0,88	3,85	2,31
<i>Alchornea sidifolia</i> Müll.Arg.	2	12	1,43	5,71	1,54	0,7	0,74	3,7	2,17
<i>Phytolacca dioica</i> L.	1	6.1	0,71	2,86	0,77	0,1	2,17	3,66	2,89
<i>Calyptanthes concinna</i> DC.	2	12	1,43	5,71	1,54	0,1	0,29	3,26	1,72
<i>Geonoma schottiana</i> Mart.	2	12	1,43	5,71	1,54	0,3	0,29	3,25	1,72
<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) et al.	1	6.1	0,71	2,86	0,77	0,2	1,05	2,53	1,76
<i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harms	1	6.1	0,71	2,86	0,77	0,2	0,68	2,16	1,39
<i>Dendropanax cuneatus</i> (DC.) et al.	1	6.1	0,71	2,86	0,77	0,2	0,68	2,16	1,39
<i>Nectandra rigida</i> Nees	1	6.1	0,71	2,86	0,77	0,1	0,67	2,16	1,39
<i>Croton floribundus</i> Spreng	1	6.1	0,71	2,86	0,77	0,1	0,54	2,02	1,25
<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	1	6.1	0,71	2,86	0,77	0,1	0,4	1,89	1,12
<i>Pilocarpus pennatifolius</i> Lem.	1	6.1	0,71	2,86	0,77	0,1	0,29	1,78	1,01
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	1	6.1	0,71	2,86	0,77	0,1	0,24	1,72	0,95
<i>Picramnia parvifolia</i> Engl.	1	6.1	0,71	2,86	0,77	0,1	0,22	1,7	0,93
<i>Eugenia</i> sp	1	6.1	0,71	2,86	0,77	0,1	0,21	1,69	0,92
<i>Myrcia</i> sp	1	6.1	0,71	2,86	0,77	0,1	0,21	1,69	0,92

<i>Myrciaria floribunda</i> (H.West) <i>et al.</i>	1	6.1	0,71	2,86	0,77	0,1	0,14	1,62	0,85
<i>Solanum sanctaecatharinae</i> Dunal	1	6.1	0,71	2,86	0,77	0,1	0,09	1,57	0,8
<i>Boehmeria caudata</i> Sw.	1	6.1	0,71	2,86	0,77	0,1	0,04	1,53	0,76
<i>Prockia crucis</i> P. Browne ex L.	1	6.1	0,71	2,86	0,77	0,1	0,04	1,52	0,75

N - número de indivíduos. D - densidade absoluta. Drel - densidade relativa. F - frequência absoluta. Frel – frequência relativa. Do - dominância absoluta. Dorel – dominância relativa. VI - índice de valor de importância. VC- índice de valor de cobertura.