

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

FABIO BOSIO

**VARIAÇÃO NA ESTRUTURA DO XILEMA SECUNDÁRIO DE *Miconia sellowiana*
(DC.) Naudin (MELASTOMATACEAE) EM TRÊS FITOFISIONOMIAS NO ESTADO
DO PARANÁ, BRASIL.**

CURITIBA

2008

FABIO BOSIO

**VARIAÇÃO NA ESTRUTURA DO XILEMA SECUNDÁRIO DE *Miconia sellowiana*
(DC.) Naudin (MELASTOMATACEAE) EM TRÊS FITOFISIONOMIAS NO ESTADO
DO PARANÁ, BRASIL.**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Botânica, área de concentração Estrutura e fisiologia do desenvolvimento vegetal, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Botânica.

Orientadora: Dra. Maria Regina Torres Boeger

Co-orientadora: Dra. Patrícia Soffiatti

CURITIBA

2008

AGRADECIMENTOS

São muitos os agradecimentos que eu tenho a fazer. São muitas as pessoas que, de alguma maneira, contribuíram para a construção deste trabalho. Talvez palavras não sejam suficientes para traduzir a minha profunda gratidão!

Agradeço a Deus, pela vida, bênção, proteção e por esta conquista;

À professora Dra. Maria Regina Torres Boeger, minha orientadora, pela oportunidade que tive de trabalhar com ela; por sua paciência, ensinamentos, pela preocupação e envolvimento com o trabalho; agradeço também a minha co-orientadora, Dra. Patrícia Soffiatti, por sua dedicação, sua ajuda, seus conhecimentos e seu companheirismo. A elas agradeço também a oportunidade de aprender com seus conhecimentos e por acreditarem no meu potencial como profissional.

Aos meus pais, Pedrinho e Marinêz e aos meus irmãos Leandro e Humberto Mateus por me apoiarem; pelos momentos bons que passamos juntos nestes dois anos, por rir e chorar comigo e, principalmente, por acreditarem sempre no meu potencial;

A CAPES, pela concessão da bolsa de Mestrado;

Agradeço a professora Dra. Graciela Inês Bolzón de Muñiz por ter aberto as portas do Laboratório de Anatomia da Madeira para que eu pudesse fazer os cortes histológicos. Obrigado também pela sua atenção, pelas oportunidades e por seus ensinamentos.

À professora Dra. Érika Amano por ter ensinado a confeccionar o climatograma e por sua prontidão em me ajudar sempre que precisei;

Ao laboratório de Botânica Estrutural por ter possibilitado a confecção das lâminas histológicas.

Ao biólogo Nilson Belém filho, pelos esclarecimentos das dúvidas referentes à confecção das lâminas, pela sua atenção e, principalmente, pela sua amizade;

Agradeço a técnica do Laboratório de Anatomia da Madeira, Dionéia Calixto, pelo esclarecimento das dúvidas que surgiram durante a confecção dos cortes e aos estagiários e bolsistas deste laboratório.pela companhia e atenção;

Agradeço a minha amiga Ciane Costa Biu, colega de Mestrado e de laboratório, pela troca de informações referentes à dissertação; pelos ensinamentos, conversas e, principalmente, por sua amizade sincera. Muito obrigado.

Aos amigos e colegas do Mestrado: Alba Antonieta Yánez Aybaca, Alessandra Mara Gogosz e Nelson Luiz Cosmo, Alessandra Regina Aguilar Voigt, Angela Maria da Silva, Anna Luiza Pereira Andrade, Dilma Silva do Nascimento, Elton Augusto Lehmuhl, Fabrício Schmitz Meyer, Fernanda Pereira Fanti, Giovana dos Santos, Gracielle Pavan, Katiane Paula Bagatin, Lucas Nogueira, Luciana Luiza Pelegrini, Manuela Dal Forno, Marcelo Reginato, Mariângela Ceschin Iurk Dlugosz e Fernando Luís Dlugosz, Renata Charvet Inckot e Rafael da Silva Possete, pela amizade, brincadeiras, desabafos, troca de informações, companhia. O Mestrado não teria sido o mesmo sem vocês!

Aos colegas de laboratório Letíci Larcher, Maria Wilhelmina Barbosa de Oliveira Pil, Diego de Camargo Venante, Talita Iatski da Silveira e Marco Antônio Gomes Souto pela companhia durante o desenvolvimento do mestrado.

À Marcela de Oliveira Bernardes Moura e ao Carlos Augusto F. Chinasso, meus amigos e meus “irmãos” de Curitiba pelo companheirismo e por terem ajudado a tornar a vida mais fácil durante estes dois anos que morei em Curitiba;

À Embrapa pelo empréstimo do trado de incremento para a coleta das amostras; ao SIMEPAR pelo fornecimento dos dados climatológicos para a confecção do climatograma;

À direção da Fazenda Experimental do Canguirí e do Centro de Educação Ambiental dos Mananciais da Serra por ter possibilitado a coleta das amostras

À secretária do programa de Pós-Graduação em Botânica, Elizabeth Regina Xisto pela disponibilidade que sempre teve em atender os alunos;

Agradeço a bibliotecária Thelma Stresser pelas correções nas referências bibliográficas deste trabalho e a todos os bibliotecários da biblioteca do Setor de Ciências Biológicas e do Setor de Ciências Agrárias pela disposição que sempre tiveram em ajudar na busca de material bibliográfico;

Aos meus familiares que sempre me apoiaram durante a minha vida acadêmica;

E a todos que de alguma forma contribuíram para o desenvolvimento desta dissertação e que aqui não foram citados

MUITO OBRIGADO!

RESUMO

Este estudo investigou a anatomia do xilema secundário de *Miconia sellowiana* (D.C.) Naudin ocorrente em três fitofisionomias: Floresta Ombrófila Mista, Floresta Ombrófila Densa Alto – Montana e Floresta Ombrófila Densa Montana no Estado do Paraná, com o objetivo de verificar a influência das condições ambientais sobre a estrutura anatômica do xilema secundário desta espécie. Foram coletadas amostras a altura do peito de seis indivíduos adultos por fitofisionomia, que foram fixadas em FAA 70, amolecidas e seccionadas em micrótomo de deslize. As secções foram coradas com safranina 1 % e azul de astra e safranina 1% e montadas em lâminas permanentes. Adicionalmente, realizou-se a dissociação dos elementos celulares. As variáveis analisadas foram: diâmetro e comprimento de fibras e de elementos de vaso (μm), espessura da parede das fibras (μm), frequência de vasos (n.mm^{-2}), altura de raios (em μm e em número de células), largura de raios (em μm e em número de células) e frequência de raios (n.mm^{-1}). A ANOVA indicou diferenças significativas para o comprimento de fibras e de elementos de vaso, diâmetro de fibras e de vaso, espessura da parede de fibras, largura de raios (em μm e em número de células) e frequência de raios principalmente para os indivíduos da Floresta Ombrófila Densa Alto - Montana em relação às demais fitofisionomias. O xilema secundário dos indivíduos dessa fitofisionomia é formado por fibras e de elementos de vaso com menor comprimento, parede de fibras mais espessas e por raios mais largos. Estas características morfológicas podem ser associadas às condições ambientais mais xéricas da Floresta Ombrófila Densa Alto – Montana, como alta intensidade luminosa, baixa umidade relativa do ar, associadas às condições de solo (neossolo lítico) extremamente raso, com pequena capacidade de retenção de água, principalmente quando se situa em topo de paisagem sobre contato lítico. Apesar da pluviosidade ser alta, a baixa retenção de água do solo impõe estresse hídrico às plantas na maior parte do ano, o que torna esta fitofisionomia um ambiente mais xérico quando comparada com as demais fitofisionomias. As Florestas Ombrófila Mista e a Ombrófila Densa Montana possuem condições mais métricas, devido a menor intensidade luminosa, maior precipitação e solos mais profundos o que reflete em algumas características. o padrão de variação das características anatômicas. Como demonstrou a ANOVA, um pequeno número de características anatômicas apresentou variação entre os indivíduos dos três ambientes, enquanto outras características como o comprimento de fibras e de elementos de vaso e a largura de raios diferenciaram principalmente os indivíduos da FDAM das demais populações, não permitindo estabelecer um gradiente mesomórfico-xeromórfico entre os três ambientes. Esta análise parece suportar a hipótese de que as características anatômicas do xilema secundário de *M. sellowiana* apresentam uma menor plasticidade fenotípica quando comparada com a alta plasticidade foliar da espécie. Apesar de serem poucas as variações observadas entre o xilema secundário das populações de *M. sellowiana* estudadas, essas parecem ser adaptações importantes que possibilitam a espécie ocupar ambientes com condições ambientais diferenciadas.

Palavras-chave: *Miconia sellowiana*. Anatomia do xilema secundário. Plasticidade fenotípica.

ABSTRACT

This study investigated the wood anatomy of *Miconia sellowiana* (D.C.) Naudin present in three phytogeographies: Araucaria Forest, Upper Montane Atlantic Forest and Montane Atlantic Forest in the state of Paraná, with the goal of verifying the influence of environmental conditions on the wood anatomy of this species. Samples of six individuals per phytogeographies were collected 1,3 cm above ground level, which were fixed in FAA 70, softened and sectioned in a sledge microtome. The sections were colored with safranin 1% and astrablau and safranin 1% and put on permanent slides. Additionally, maceration of the cellular elements was made. The analyzed variables were: diameter and length of fibers and vessel elements (μm), fiber's wall thickness (μm), vessels per square millimeter (n.mm^{-2}), rays' height (in μm and in number of cells), rays' width (in μm and in number of cells) and rays per millimeter (n.mm^{-1}). ANOVA indicated significant differences for length of fibers and vessel elements, diameter of fibers and vessels, thickness of fiber's wall, width of rays (in μm and in number of cells) and rays per millimeter, specially for the individuals of the Upper Montane Forest in relation to the other phytogeographies. The secondary xylem of the individuals from this phytogeography is composed by fibers and vessel elements of shorter length, thicker fiber's walls and larger rays. These morphological characteristics may be associated to the more xeric environment conditions of the Upper Montane Atlantic Forest, as high light intensity and low relative humidity, associated to the extremely shallow soil conditions (Litholic Neosol), with little capacity of water retention, especially when it is situated in the top of the landscape above lithic contact. Despite the high rainfall, the low water retention of the soil imposes water stress to the plants for most part of the year, which makes this phytogeography a more xeric environment when compared to the other phytogeographies. The Araucaria Forest and the Montane Atlantic Forest share more mesic conditions due to lower light intensity, higher precipitation and deeper soils, which are reflected in some characteristics. As ANOVA demonstrated, a small number of characters present variation among individuals in the three habitats. Characters such as vessel element and fibre length, and rays width mainly differentiate the population from the Upper Montane Forest from the other, hence do not allowing the establishment of a mesomorphic-xeromorphic gradient among the three areas. This analysis supports the hypothesis that the anatomical characteristics of the secondary xylem of *M. sellowiana* show a smaller phenotypic plasticity when compared to the high foliar plasticity of the species. Although there were few observed variations between the secondary xylem of the studied population of *M. sellowiana*, these seem to be important adaptations which allow the species to occupy environments which have different conditions.

Key-words: *Miconia sellowiana*; secondary xylem, phenotypic plasticity.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 - ASPECTO DE <i>Miconia sellowiana</i> NA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA.....	18
FIGURA 02 - ASPECTO DE <i>Miconia sellowiana</i> NA FLORESTA OMBRÓFILA Densa MONTANA.....	18
FIGURA 03 - ASPECTO DE <i>Miconia sellowiana</i> NA FLORESTA OMBRÓFILA Densa ALTO-MONTANA.....	18
FIGURA 04 - MARCAÇÃO DA CAMADA DE CRESCIMENTO POR FIBRAS DE PAREDES ACHATADAS RADIALMENTE, COM PAREDES ESPESSAS, ARRANJO DOS VASOS E FIBRAS SEMELHANTES A PARÊNQUIMA.....	23
FIGURA 05 - DETALHE DA CAMADA DE CRESCIMENTO E DAS FIBRAS GELATINOSAS.....	23
FIGURA 06 - PLACAS DE PERFURAÇÃO SIMPLES.....	23
FIGURA 07 - PONTOAÇÕES INTERVASCULARES GUARNECIDAS.....	23
FIGURA 08 - DETALHE DAS FIBRAS SEPTADAS.....	23
FIGURA 09 - PONTOAÇÕES RADIOVASCULARES.....	24
FIGURA 10 - ASPECTO GERAL DA COMPOSIÇÃO DOS RAIOS DO XILEMA.....	24
FIGURA 11 - ASPECTO GERAL DOS RAIOS DO XILEMA SECUNDÁRIO NA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA.....	24
FIGURA 12 - ASPECTO GERAL DOS RAIOS DO XILEMA SECUNDÁRIO NA FLORESTA OMBRÓFILA Densa ALTO – MONTANA.....	24
FIGURA 13 - CLIMATOGRAMA DA ESTAÇÃO DE PINHAIS, PR.....	27

LISTA DE TABELAS

TABELA 01 – TABELA COMPARATIVA DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS DAS TRÊS FITOFISIONOMIAS EM ESTUDO.....	17
TABELA 02 – VALORES MÉDIOS E RESPECTIVOS DESVIO-PADRÃO (EM PARÊNTESES) DA ALTURA E DIÂMETRO DOS INDIVÍDUOS DE <i>Miconia sellowiana</i> NAS TRÊS FITOFISIONOMIAS.....	17
TABELA 03 – VALORES MÉDIOS E RESPECTIVOS DESVIO-PADRÃO (EM PARÊNTESES) DAS CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS DO XILEMA SECUNDÁRIO DE <i>Miconia sellowiana</i> NAS DIFERENTES FITOFISIONOMIAS. LETRAS DIFERENTES NA MESMA VARIÁVEL (MESMA LINHA) SIGNIFICAM VALORES ESTATISTICAMENTE SIGNIFICATIVOS ($p < 0,05$).....	25
TABELA 04 – CORRELAÇÃO ENTRE AS CARACTERÍSTICAS DO XILEMA SECUNDÁRIO DE <i>Miconia sellowiana</i> NAS TRÊS FITOFISIONOMIAS. NÚMEROS EM NEGRITO INDICAM CORRELAÇÕES ESTATISTICAMENTE SIGNIFICATIVAS ($p < 0,05$).....	26

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	09
1.2. Objetivos.....	11
Objetivo Geral.....	11
Objetivos específicos.....	12
1.3. Hipótese.....	12
2 MATERIAL E MÉTODOS	13
2.1. Descrição da espécie.....	13
2.2. Descrição da área de estudo.....	13
2.2.1. Floresta Ombrófila Mista (FOM).....	14
2.2.2. Floresta Ombrófila Densa Montana (FODM).....	15
2.2.3. Floresta Ombrófila Densa Alto - Montana (FDAM).....	16
2.3. Metodologia.....	17
2.4. Análise Estatística.....	19
2.5. Coleta do solo.....	20
2.6. Análise climática.....	20
3 RESULTADOS	21
3.1. Descrição anatômica.....	21
3.2. Análise quantitativa.....	22
3.2.2. Análise de correlação.....	26
3.3. Análise de solos.....	26
3.4. Análise climática.....	26
4 DISCUSSÃO	28
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34

1 INTRODUÇÃO

As plantas são encontradas praticamente sobre toda a superfície terrestre, estando sujeitas as mais diversas condições ambientais. Sob a influência destes fatores, elas podem desenvolver estratégias anatômicas e fisiológicas que lhes permitem sobreviver em condições adversas (SCHLICHTING, 1986). Estas adaptações ao ambiente ocorrem por meio de um mecanismo conhecido como plasticidade fenotípica, que é a capacidade de um organismo expressar diferentes fenótipos a partir da interação de um único genótipo conforme as condições ambientais onde este organismo se encontra (SULTAN, 2003; MINER *et al*, 2005). A expressão da plasticidade fenotípica afeta o funcionamento da planta e, conseqüentemente, o seu sucesso na ocupação de ambientes diversificados, podendo assim influenciar na seleção natural e na diversificação entre populações e espécies (ACKERLY *et al*, 2000; SULTAN, 2004).

Nas plantas a plasticidade fenotípica pode ser expressa de diversas formas, como diferenças de altura e no peso dos frutos (FUZETO; LOMÔNACO, 2000); no peso das sementes (CARDOSO; LOMÔNACO, 2003); na redistribuição espacial do sistema radicular (SULTAN, 2003), na espessura e tamanho das folhas (SULTAN, 2003; GIANOLI, 2004; GLUZEZAK, 2005), alongamento dos entrenós (GIANOLI, 2004), entre outras características.

Historicamente, as folhas têm sido o principal foco da investigação dos ajustes morfofuncionais dos vegetais devido a sua alta plasticidade (DICKISON, 2000). No entanto, em décadas recentes vários estudos têm se concentrado na influência das variáveis climáticas na estrutura do xilema secundário (DICKISON, 2000). Embora o xilema secundário seja um tecido menos plástico, variações podem ser observadas na sua estrutura a partir da influência ambiental na atividade cambial (AMANO, 2007).

Fatores ambientais como a disponibilidade hídrica, condições edáficas, altitude e latitude podem influenciar na estrutura do xilema secundário das espécies (BAAS, 1973; CARLQUIST; HOEKMAN, 1985; BAAS; SCHWEINGRUBER, 1987; NOSHIRO; SUZUKI, 1995; VILLAGRA; ROIG JUÑENT, 1997; RIBEIRO; BARROS, 2006), refletindo na organização do xilema secundário. Características como a distribuição e arranjo do parênquima axial (VILLAGRA; ROIG JUÑENT, 1997),

diâmetro, comprimento e freqüência de vasos (CARLQUIST, 1977, 1982; BAAS; WERKER; FAHN, 1983; BARAJAS-MORALES, 1985; MARCATI; ANGYALOSSY-ALFONSO; BENETATI, 2001; MELO JÚNIOR, 2003; LUCHI, 2004), comprimento e espessura da parede das fibras (BARAJAS-MORALES, 1985; CECCANTINI, 1996; LUCHI, 2004) altura e largura dos raios (DEN OUTER; VAN VEENENDAAL, 1976; LUCHI, 2004; LUCHI; SILVA; MORAES, 2005), bem como a presença ou não de camadas de crescimento e de fibras gelatinosas (LUCHI, 2004), podem variar conforme o ambiente.

Diante destas evidências, alguns autores estabeleceram as tendências gerais para a anatomia do xilema secundário em ambientes xéricos e méxicos (CARLQUIST, 1977; BAAS; WERKER; FAHN, 1983; BAAS; CARLQUIST, 1985; BAAS; SCHWEINGRUBER, 1987) ou ainda criaram índices que demonstram o grau de xeromorfismo/mesomorfismo que uma espécie ou grupo de espécies podem apresentar (CARLQUIST, 1977).

Vários estudos têm demonstrado que as características que apresentam maior variação em relação às flutuações ambientais são o diâmetro, o comprimento e a freqüência dos elementos de vaso (BAAS; WERKER; FAHN, 1983, BARAJAS-MORALES, 1985; LUCHI; SILVA; MORAES, 2005; AMANO, 2007). Estas variações geralmente estão relacionadas com a eficiência e segurança no transporte da água da raiz até as folhas, sendo o fator hídrico a principal influência (CARLQUIST, 1977; BAAS; WERKER; FAHN, 1983; ZIMMERMANN, 1983; BAAS; CARLQUIST, 1985; CARLQUIST; HOEKMAN, 1985).

Contudo, relações entre as condições ambientais e as variações em componentes do xilema secundário como as fibras e os raios têm sido pouco discutidas ou não são avaliadas nestes estudos (MARCATI; ANGYALOSSY-ALFONSO; BENETATI, 2001; ALVES; ANGYALOSSY-ALFONSO, 2000; 2002), o que dificulta uma compreensão da ação dos fatores ambientais sobre a estrutura do xilema secundário como um todo.

Embora exista um numero relevante de estudos com o enfoque das variações ambientais no xilema secundário, ainda assim podemos dizer que este número é pequeno quando considerada a riqueza da flora brasileira (MARCATI; ANGYALOSSY-ALFONSO; BENETATI, 2001). Nesse contexto alguns trabalhos com espécies brasileiras mostraram resultados controversos em relação às tendências estabelecidas para o xilema secundário de espécies das floras mundiais

(CECCANTINI, 1996; MARCATI; ANGYALOSSY – ALFONSO; BENETATI, 2001; LUCHI, 2004, LUCHI; SILVA; MORAES, 2005), demonstrando a necessidade de mais estudos nesta linha, principalmente com espécies lenhosas brasileiras e das regiões tropicais.

Considerando que a plasticidade fenotípica pode ser expressa em características morfológicas e anatômicas, espécies com larga distribuição em ambientes diversos podem servir como modelos para este tipo de estudo. Uma espécie que apresenta este perfil é *Miconia sellowiana* (DC.) Naudin (Melastomataceae), de ampla distribuição no país. No Estado do Paraná esta ocorre em diferentes fitofisionomias, apresentando desde o hábito arbustivo até o arbóreo (GOLDENBERG, 2004).

Devido a esta ampla ocorrência e extrema plasticidade desta espécie, iniciou-se o projeto “Avaliação da plasticidade fenotípica de espécies vegetais de ampla distribuição em diferentes fitofisionomias”. Dentro desta linha de pesquisa estudos ecológicos comparativos da folha de *M. sellowiana* em três fitofisionomias no Estado do Paraná foram realizados por Gluzezak (2005), indicando a presença de diferenças significativas na morfologia foliar entre os ambientes, e estas foram atribuídas à luminosidade e à disponibilidade de hídrica diferenciada entre os ambientes estudados. A fim de oferecer informações complementares sobre a plasticidade fenotípica desta espécie o presente trabalho abordou a influência das condições ambientais na anatomia do xilema secundário de *Miconia sellowiana* em três fitofisionomias do Estado do Paraná.

1.2. Objetivos

Objetivo Geral:

Verificar a influência das condições ambientais sobre a estrutura do xilema secundário de *Miconia sellowiana* (DC.) Naudin em três diferentes fitofisionomias (Floresta Ombrófila Mista, Floresta Ombrófila Densa Montana e Floresta Ombrófila Densa Alto - Montana) no Estado do Paraná.

Objetivos específicos:

- Descrever a estrutura do xilema secundário do caule de *Miconia sellowiana* nas diferentes áreas de estudo;
- Comparar qualitativa e quantitativamente a estrutura do xilema secundário do caule de *M. sellowiana*
- Relacionar as diferenças quantitativas do xilema secundário do caule com as características ambientais de cada fitofisionomia.

1.3. Hipótese:

- H0: A estrutura do xilema secundário das populações de *Miconia sellowiana* não apresenta diferenças morfológicas significativas entre os indivíduos das três fitofisionomias.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Espécie em estudo

Miconia sellowiana (DC.) Naudin pertence à família Melastomataceae, de ampla distribuição, principalmente nas regiões tropicais e subtropicais do globo (RENNER, 1993), com cerca de 166 gêneros e 4.570 espécies (RENNER, 1993; CLAUSING, RENNER, 2001).

Miconia possui aproximadamente 1000 espécies distribuídas por toda a América tropical, com ampla ocorrência em quase todas as formações vegetais. No Brasil, ocorrem cerca de 250 espécies do gênero (MARTINS *et al*, 1996), sendo que no Estado do Paraná ocorrem 32 espécies (GOLDENBERG, 2004), onde a maior concentração de espécies encontra-se na porção leste do Estado. No entanto, cerca de um terço das espécies apresentaram uma distribuição relativamente ampla, ocorrendo ao menos em três das cinco regiões do Estado (GOLDENBERG, 2004).

Miconia sellowiana é uma espécie que pode variar desde arbustos de dois metros de altura até árvores com cerca de 15m. A filotaxia dos ramos é oposta e as folhas apresentam-se morfológicamente heterogêneas, lanceoladas ou oblongo-lanceoladas; distintamente serradas exceto pelo terço superior. As inflorescências são formadas por panículas terminais, piramidais, com flores sésseis e pentâmeras (GOLDENBERG, 2000; 2004). Esta espécie ocorre desde Goiás até o Rio Grande do Sul (MARTINS *et al*, 1996) e no Estado do Paraná em diferentes fitofisionomias, como o Cerrado, Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Mista, florescendo em fevereiro e entre maio e dezembro e frutificando entre agosto e janeiro e em maio (GOLDENBERG, 2004).

É uma espécie que apresenta grande sucesso na colonização em áreas alteradas pela atividade de mineração, sendo indicada como espécie para uso nos programas de reabilitação destas áreas (NAPPO *et al*, 2004).

2.2. Descrição das áreas de estudo

As áreas de estudo compreendem três diferentes fitofisionomias encontradas no Estado do Paraná:

2.2.1. Floresta Ombrófila Mista (FOM)

Esta fitofisionomia está representada no Centro de Estações Experimentais do Canguirí (CEEC), conhecido também como Fazenda Experimental do Canguirí, de propriedade da Universidade Federal do Paraná. Localiza-se no Município de Pinhais, região metropolitana de Curitiba (22°06'55"S e 47°45'15"W) e está inserida dentro da APA do Irai. A Fazenda possui uma área de 430 ha, com uma altitude aproximada de 775m acima do nível do mar, onde estão presentes remanescentes da Floresta Ombrófila Mista (DONHA, 2003).

O solo predominante é o Cambissolo Háplico Alumínico típico, que é um solo mais profundo com um teor de alumínio extraível acima de 4c mol/kg de solo (DONHA, 2003). O clima foi classificado como Cfb, segundo a classificação de Koeppen, com temperatura média anual de 18°C, sendo que a temperatura média do mês mais quente é acima de 24°C e a do mês mais frio é de 13°C, com verões frescos, geadas freqüentes e sem estação seca definida e com precipitação média anual de 1.451 mm (MAACK, 2002).

O termo Mista origina-se da mistura de duas floras, a tropical afro-brasileira e a temperada austro - brasileira, decorrente das condições propícias do Planalto Meridional Brasileiro, cujos fatores ambientais estão associados à latitude e a altitude, que determinam uma situação peculiar na Região Neotropical (IBGE, 1992).

Esta fitofisionomia ocorre predominantemente no Planalto Meridional em altitudes acima de 500 metros, abrangendo os Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, sendo conhecida como "Mata – de – Araucária" ou "Pinheiral" (IBGE, 1992), por apresentar a espécie endêmica *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (Araucariaceae), também conhecida como pinheiro-do-paraná. Esta espécie ocupa o dossel, enquanto que no subosque encontram-se espécies como *Sloanea monosperma* Vell., *Ocotea porosa* (Ness & Mart.) Barroso, *Cedrela fissilis* Vell., *Ilex paraguariensis* A. St. – Hil. (KLEIN, 1984; RODERJAN *et al*, 2002). *Miconia sellowiana* ocorre na forma arbórea, nos estratos inferiores da floresta (Fig. 01) (GLUZEZAK, 2005).

2.2.2. Floresta Ombrófila Densa Montana (FODM)

Esta fitofisionomia está representada no Centro de Educação Ambiental dos Mananciais da Serra, área sob jurisdição da Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR). Localiza-se no município de Piraquara, região metropolitana de Curitiba (25°29'S e 48°59'W), no Primeiro Planalto Paranaense (MAACK, 2002). Possui uma área de 2.340 ha e está aproximadamente a 1.100m de altitude, caracterizada pelo encontro da Floresta Ombrófila Mista com a Floresta Ombrófila Densa (REGINATO; GOLDENBERG, 2007).

O solo é do tipo Neossolo Litólico Húmico típico Tb hipodistrófico e álico, textura argilosa, relevo ondulado, substratos de granitos e gnaisses. Estes solos são rasos, com baixa saturação em bases (hipodistrófico), álicos (saturação por AL⁺³, 50%) e ácidos, embora apresentem diferenças na textura em função do material de origem (GLUZEZAK, 2005). O clima foi classificado como Cfb segundo a classificação de Koeppen, onde a temperatura média anual fica entre 16,6 °C, sendo a média no mês mais frio é de 13 °C e no mais quente é de 24 °C. A precipitação média anual é de 1500 mm, (REGINATO; GOLDENBERG, 2007).

Grande parte da área dos Mananciais da Serra é revestida por Floresta Ombrófila Densa Montana (REGINATO; GOLDENBERG, 2007). Este tipo de fitofisionomia corresponde, no sul do país, às que se situam entre 500 a 1.500m de altitude (IBGE, 1992), onde os solos delgados ou litólicos influenciam no tamanho das plantas. Sua florística é constituída de um dossel caracterizado por espécies como *Ocotea catharinensis* Mez, *Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer, *Copaifera trapezifolia* Hayne, *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart, *Cedrella fissilis* Vell., entre outras, e nos estratos inferiores destacam-se espécies como *Drimys brasiliensis* Miers, *Weinmannia paulinifolia* Pohl, *Inga sessilis* (Vell.) Mart., além de espécies de Myrtaceae e Rubiaceae (RODERJAN *et al*, 2002). *Miconia sellowiana* ocorre na forma arbórea, nos estratos inferiores da floresta (Fig. 02) (GLUZEZAK, 2005).

2.2.2. Floresta Ombrófila Densa Alto - Montana (FDAM)

A área de estudo que abrange esta fitofisionomia está representada no Morro do Canal, localizado ao sul da Serra do Marumbi, no município de Piraquara, na porção leste da região metropolitana de Curitiba (25°30'54"S e 48°59'26"W). Esta área é uma propriedade particular, mas aberta à visitação do público em geral. Devido a sua localização, pode ser considerada como uma área de transição entre a Serra do Mar e o Primeiro Planalto (MAACK, 2002). Possui uma área de 2.456 ha a uma altitude de 1.370m acima do nível do mar.

O clima da região foi classificado como Cfb, segundo a classificação de Koeppen, sendo a média do mês mais quente inferior a 24°C e a do mês mais frio inferior a 12°C, sendo a média geral da precipitação de 1500 mm (IAPAR, 1994; MAACK, 2002).

Este tipo de fitofisionomia corresponde no sul do Brasil aquelas que ocupam as porções mais elevadas da Serra do Mar, em média 1200 metros acima do nível do mar (IBGE, 1992; RODERJAN *et al*, 2002), onde a vegetação está sujeita a constante umidade do ar, ventos fortes e constantes, alta nebulosidade e por médias térmicas anuais às vezes inferiores a 15° C, sendo conhecida também como “matinha nebulosa” (IBGE, 1992; RODERJAN *et al*, 2002).

A vegetação é constituída por plantas com altura média de 3 a 7 m, com troncos tortuosos, galhos finos e folhas pequenas e coriáceas, formando um dossel uniforme e homogêneo (IBGE, 1992; RODERJAN *et al*, 2002), sendo típica a presença de espécies como *Ilex microdonta* Reissek, *Siphoneugena reitzii* D. Legrand, *Podocarpus selowii* Klotzsch ex Eichler, *Drimys brasiliensis* Miers, *Ocotea catharinensis* Mez e as exclusivas *Tabebuia catarinensis* A. H. Gentry, *Weinmannia humilis* Engl. e *Clethra uleana* Sleumer, entre outras (RODERJAN *et al*, 2002). Nesta fitofisionomia *Miconia sellowiana* apresenta porte arbóreo ou arbustivo e encontra-se em áreas abertas onde o relevo permitiu maior acúmulo de material orgânico (Fig. 03).

A Tabela 01 apresenta um quadro comparativo das características ambientais de cada fitofisionomia.

TABELA 01 - TABELA COMPARATIVA DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS DAS TRÊS FITOFISIONOMIAS EM ESTUDO

Características ambientais	Fitofisionomias		
	FOM (Centro de Estações Experimentais do Canguirí)	FODM (Mananciais da Serra)	FDAM (Morro do Canal)
TEMPERATURA MÉDIA ANUAL (mínima - máxima)	18 (13-24) ° C	16,6 (13-24) ° C	18 (12-24) ° C
PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL	1.451 mm	2008 mm	1500 mm
CLIMA	Cfb	Cfb	Cfb
SOLOS	Cambissolo Háplico Aluminico típico	Neossolo Litólico Húmico típico Tb hipodistrófico e álico	Neossolo Litólico Húmico típico
ALTITUDE	775 m	1.100 m	1.370 m
UMIDADE MÉDIA RELATIVA DO AR	91%	80-85%	80-85%

2.3. Metodologia

Foi coletada uma amostra do xilema secundário, por indivíduo, de seis indivíduos adultos de *Miconia sellowiana* por fitofisionomia (Floresta Ombrófila Mista, Floresta Ombrófila Densa Montana e Floresta Ombrófila Densa Alto - Montana). Destes, foram coletados ramos férteis para a identificação. Para cada indivíduo, foi medida a altura e o diâmetro à altura do peito (DAP = 1,3 m acima do solo), com o auxílio de uma fita métrica. As médias da altura e do diâmetro dos indivíduos amostrados encontram-se na Tabela 02 Na posição do DAP, foram retiradas as amostras de lenho, com cerca de 2 cm³. Para os indivíduos de ramificação baixa, o DAP foi medido abaixo da primeira bifurcação (IBAMA, 1991) de onde foram retiradas as

TABELA 02 - VALORES MÉDIOS E RESPECTIVOS DESVIO-PADRÃO (EM PARÊNTESES) DA ALTURA E DIÂMETRO DOS INDIVÍDUOS DE *Miconia sellowiana* NAS TRÊS FITOFISIONOMIAS.

	FOM	FODM	FDAM
Altura (m)	2,18 (± 0,47)	3,40 (± 0,32)	2 (± 0,52)
Diâmetro (cm)	1,99 (± 0,44)	3,01 (± 0,37)	3,82 (± 0,97)



FIGURAS 01 a 03 - Aspecto de *Miconia sellowiana* nas três fitofisionomias estudadas. 01: Floresta Ombrófila Mista. 02: Floresta Ombrófila Densa Montana. 03: Floresta Ombrófila Densa Alto – Montana.

amostras, com o auxílio de trado de incremento. Padronizou-se a coleta na face norte e na região mais externa do caule (COPANT, 1974), ou seja, em contato com a região cambial (CECCANTINI, 1996).

As amostras foram fixadas em FAA 70 e armazenadas em etanol 70%. O amolecimento das amostras foi feito em água fervente em placa aquecedora FANEM modelo 186, por um período de cerca de nove a 18 horas. Após o amolecimento, as amostras foram seccionadas em micrótomo de deslize Reichert, com navalhas do tipo “C”, nos planos transversal, tangencial radial e longitudinal, com espessura variando entre 20 e 50 μm (JOHANSEN, 1940; SASS, 1951; BURGER; RICHTER, 1991).

Os cortes foram clarificados com hipoclorito de sódio 20% e corados com coloração simples de safranina 1% em solução alcoólica de 50% e com dupla colora

ção de azul de astra e safranina 1% em solução alcoólica de 50%. Lâminas permanentes contendo um corte de cada plano (transversal, longitudinal radial e tangencial) foram montadas com resina sintética Permount®.

Para a dissociação dos elementos celulares, foram retiradas lascas das amostras nos dois milímetros mais externos (CECCANTINI, 1996), que foram dissociadas em uma solução de peróxido de hidrogênio 30% e ácido acético glacial 1:1 (v/v) (FRANKLIN, 1945).

Foram analisadas quantitativamente as seguintes características: diâmetro e comprimento dos elementos de vaso e fibras, frequência de vasos, espessura da parede de fibras, altura e largura dos raios (em μm e em número de células) e frequência de raios. As medidas do comprimento dos elementos de vaso, comprimento e espessura das fibras foram realizadas em material dissociado. As descrições das características anatômicas do lenho estão de acordo com as normas do IAWA Committee (1989).

As medidas foram feitas em microscópio óptico BIOVAL modelo L 2000, com auxílio de ocular micrometrada acoplada. A medida da frequência de vasos foi estimada através de imagem capturada por câmara de vídeo (dLux CCD Color Camera) acoplada ao microcomputador em microscópio óptico BIOVAL modelo L 2000. A frequência dos raios foi estimada em microscópio óptico Zeiss com câmara clara acoplada e escala milimetrada.

2.4 Análise estatística

Para todas as variáveis foram calculados as médias e os respectivos desvios-padrão. O número de medições para cada característica foi de $n=60$ por indivíduo, obtido de acordo com o proposto por ECKBLAD (1991). As variáveis quantitativas foram tratadas com a análise de variância (ANOVA) com o auxílio do programa STATISTICA versão 6.0 (StatSoft, Inc., Tulsa, OK, USA, 1998). Para verificar se os dados eram homogêneos foi aplicado o teste de Bartlett e as médias foram comparadas através o teste de Fisher, com um nível de significância de 5%.

Foi feito o Teste de Correlação de Pearson através do programa STATISTICA versão 6.0 (Statsoft, Inc., Tulsa, OK, USA, 1998), e a correlação foi considerada alta quando $-0,7 \geq r \geq 0,7$.

2.5 Coleta do solo

A coleta do solo da Floresta Ombrófila Densa Alto - Montana foi realizada através da perfuração do solo com auxílio de trado holandês, sendo feitas dez perfurações próximas às plantas de onde as amostras de xilema secundário foram coletadas. Em seguida estas amostras foram homogeneizadas e enviadas para o Laboratório de Química e Fertilidade do DSEA - UFPR, onde foi feita análise físico-química, utilizando a metodologia da EMBRAPA (1999). Para as demais fitofisionomias foram utilizados os dados de Gluzezak (2005) para Floresta Ombrófila Densa Montana e os de Donha (2003) para Floresta Ombrófila Mista.

2.6. Análise Climática

Para a análise climática foi elaborado um climatograma de acordo com a metodologia de Walter e Lieth (1960), com dados da estação meteorológica de Pinhais, fornecidos pelo Simepar, para o período de janeiro de 2004 a dezembro de 2006. Esta estação meteorológica encontra-se localizada no município de Pinhais, região metropolitana de Curitiba, nas proximidades das áreas de estudo.

Para a delimitação de períodos secos e chuvosos utilizou-se o critério de Worbes (1995), que considera um período seco aquele que apresenta precipitação acumulada menor que 60 mm por mês, por dois meses consecutivos ou mais.

3 RESULTADOS

3.1 Descrição anatômica

Segue abaixo a descrição anatômica geral do xilema secundário de *Miconia sellowiana* para as três fitofisionomias:

Camadas de crescimento presentes, delimitadas por uma camada estreita de fibras achatadas radialmente com paredes mais espessas (Fig. 04 e 05).

Elementos de vaso: porosidade difusa, com (28-) 60 (-112) vasos/mm² nos espécimes da FOM, (34-) 62 (-110) vasos/mm² nos indivíduos da FDAM e (42-) 64 (-93) vasos/mm² nos espécimes da FODM; vasos solitários, múltiplos de dois e três (41, 45 e 10%, respectivamente), e múltiplos de quatro, cinco, seis, sete, oito, nove a doze elementos, podendo os múltiplos de cinco a doze estar agrupados em cachos ou dispostos radialmente; secção circular a oval, com diâmetro tangencial de (15-) 43 (-96) µm na FOM, (15-) 45 (-104) µm na FDAM e (15-) 50 (-96) µm na FODM; comprimento de (146-) 389 (-683) µm na FOM, (122-) 342 (-634) µm na FDAM e (122-) 377 (-659) µm na FODM. Placas de perfuração simples (Fig. 06); os elementos de vaso podem ou não apresentar apêndices e, quando estes estão presentes, podem ser encontrados em uma ou ambas as extremidades; pontoações intervasculares alternas, areoladas, poligonais e guarnecidas (Fig. 07); pontoações radiovasculares com bordas reduzidas, semelhantes às intervasculares (Fig.09), de formato arredondado ou alongado.

Fibras: com pontoações simples a areoladas, com bordas diminutas, comprimento de (244-) 536 (-854) µm na FOM, (220-) 469 (-732) µm na FDAM e (268-) 550 (-878) µm na FODM; diâmetro de (7-) 15 (-26) µm na FOM, (7-) 16 (-26) µm na FDAM e (7) 15 (-22) µm na FODM; paredes com espessura de (2-) 4 (-11) µm na FOM, (2-) 4 (-9) µm na FDAM e (1-) 3 (-6) µm na FODM; paredes espessas a delgadas; fibras semelhantes a parênquima (Fig. 04), gelatinosas (Fig. 05) e septadas (Fig. 08) presentes.

Parênquima axial paratraqueal escasso em todos os espécimes.

Raios: uni, bi e trisseriados (Fig. 11, 12), sendo os unisseriados mais freqüentes (94% na FODM, 93% na FOM e 77% na FDAM), enquanto que os bisseriados são mais comuns na FDAM (22%) e os trisseriados estão presentes apenas na FDAM;

largura de (5-) 13 (-33) μm na FOM, (7-) 17,00 (-50) μm na FDAM e (7-) 13 (-36) μm na FODM; altura de (2-) 12 (-81) células e (98 -) 517 (-2268) μm na FOM, (2-) 12 (-64) células e (73-) 485 (-1951) μm na FDAM e (2-) 11 (-57) células e (98-) 411 (-1683) μm na FODM. Freqüência de (6-) 12 (-19)/mm na FOM, (7-) 13 (-20)/mm na FDAM e (8-) 14 (-20)/mm na FODM. Raios heterogêneos, compostos por células eretas e quadradas (Fig. 10). Presença de raios fusionados em alguns indivíduos da FDAM.

Máculas presentes em alguns indivíduos em todas as fitofisionomias.

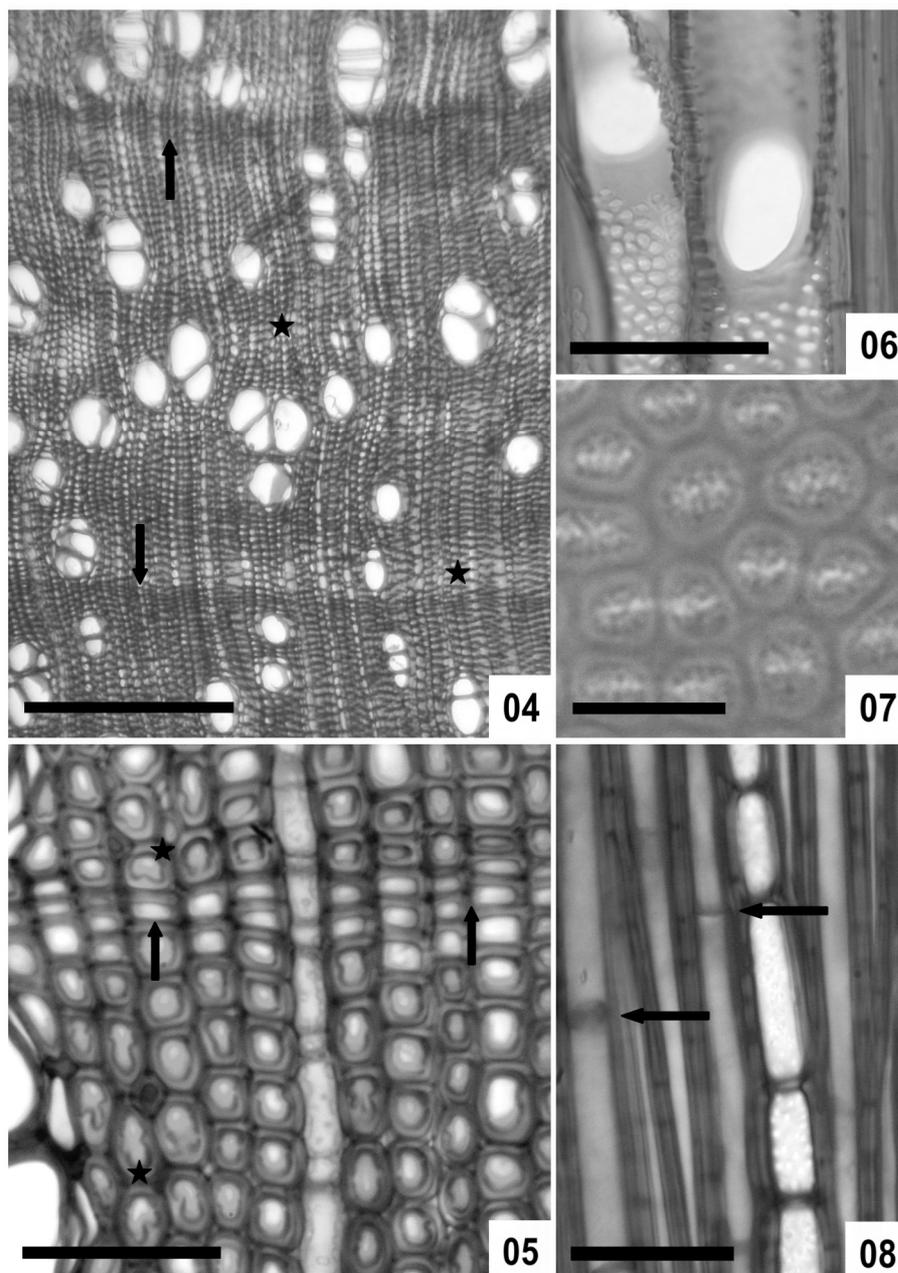
Qualitativamente o xilema secundário dos indivíduos das três fitofisionomias apresentou diferenças anatômicas somente com relação à largura de raios, sendo que os indivíduos da FOM e da FODM (Fig. 11) apresentaram apenas raios uni e bisseriados, com a predominância de raios unisseriados, enquanto que os indivíduos da FDAM apresentaram raios uni, bi e trisseriados (Fig. 12). As demais características anatômicas foram semelhantes entre os indivíduos das três fitofisionomias estudadas.

3.2 Análise quantitativa

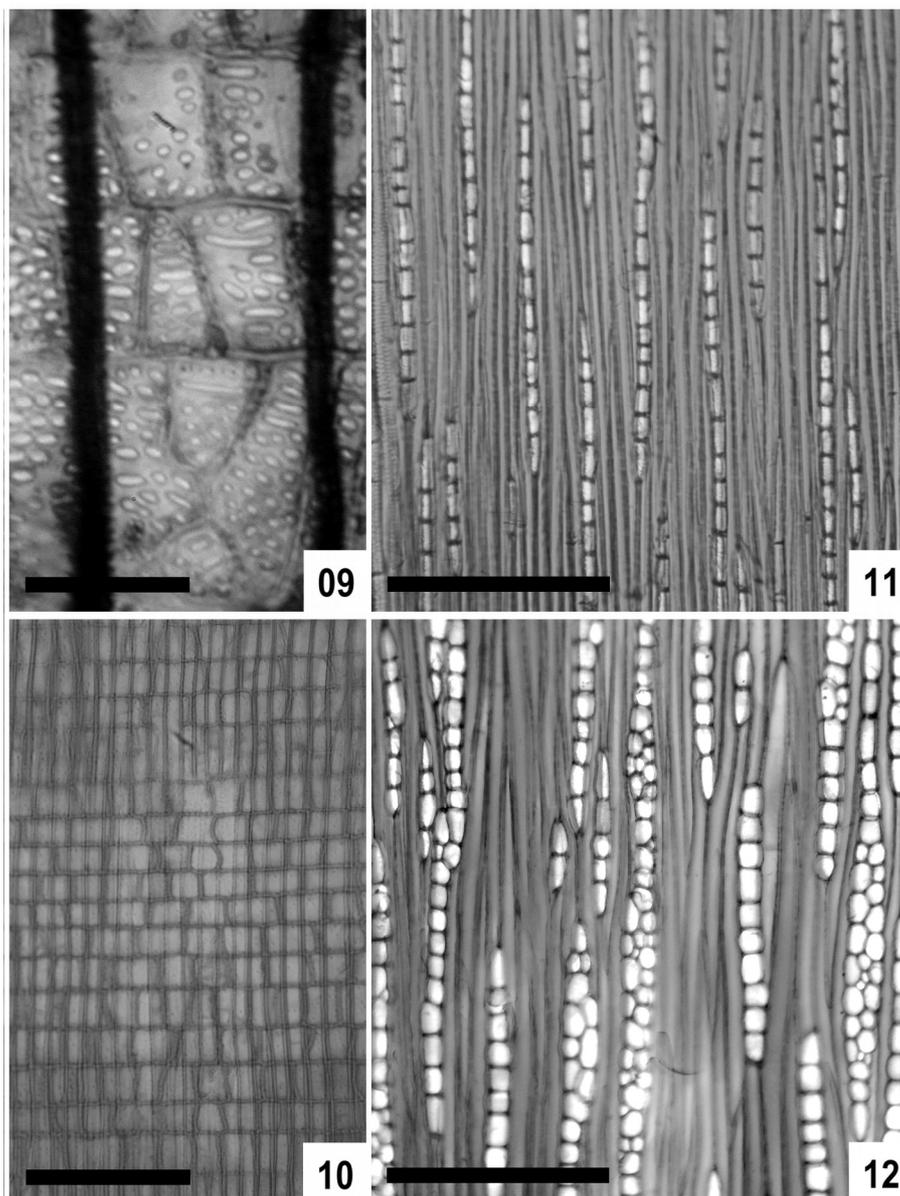
Os valores médios das variáveis quantitativas do xilema secundário de *M. sellowiana* para as três fitofisionomias são apresentados na Tabela 3.

Os valores médios de diâmetro de fibras, diâmetro de vasos e freqüência de raios diferiram significativamente entre as amostras das três fitofisionomias, onde o xilema de FODM apresentou maiores valores médios de diâmetro de vasos e freqüência de raios, enquanto que a FDAM apresentou o maior valor médio de diâmetro de fibras. A altura média dos raios (em número de células) e freqüência média dos vasos não foi estatisticamente significante entre as três fitofisionomias (Tabela 3).

As características como comprimento de fibras, comprimento de vasos e largura de raios (em μm e em número de células) apresentaram valores médios significativamente diferentes apenas no xilema de FDAM em relação às demais fitofisionomias. Os valores médios de comprimento de fibras e de vasos foram menores em FDAM, enquanto que os valores médios de largura de raios (em μm e em número de células) foram maiores para a mesma fitofisionomia (Tabela 3).



FIGURAS 04 a 08 - Características anatômicas do xilema secundário de *M. sellowiana* nas três fitofisionomias. 04: marcação da camada de crescimento por fibras de paredes achatadas radialmente, com paredes espessas (setas), arranjo dos vasos e fibras semelhantes a parênquima (asteriscos). 05: detalhe da camada de crescimento (setas) e das fibras gelatinosas (asteriscos). 06: placas de perfuração simples. 07: pontoações intervasculares guarnecidas. 08: detalhe das fibras septadas (setas). Figura 04 barra = 300 μm . Figura 05 barra = 50 μm . Figuras 06 e 08 barra = 40 μm . Figura 07 barra = 10 μm .



FIGURAS 09 a 12 - Características anatômicas do xilema secundário de *M. sellowiana* nas três fitofisionomias. 09: pontoações radiovasculares. 10: aspecto geral da composição dos raios do xilema. 11 e 12: Aspecto geral dos raios do xilema secundário nas fitofisionomias em estudo. 11: Floresta Ombrófila Mista. 12: Floresta Ombrófila Densa Alto - Montana. Figuras 09 e 10 barra = 40 μm . Figuras 11 e 12 barra = 200 μm .

TABELA 03 - VALORES MÉDIOS E RESPECTIVOS DESVIO-PADRÃO (EM PARÊNTESES) DAS CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS DO XILEMA SECUNDÁRIO DE *Miconia sellowiana* NAS DIFERENTES FITOFISIONOMIAS. LETRAS DIFERENTES NA MESMA VARIÁVEL (MESMA LINHA) SIGNIFICAM VALORES ESTATISTICAMENTE SIGNIFICATIVOS ($P < 0,05$)

Característica Anatômica	FOM	FODM	FDAM
Diâmetro de vasos (μm)	42,75 ($\pm 15,16$) c	49,63 ($\pm 14,82$) a	45,26 ($\pm 17,85$) b
Frequência de vaso (n.mm^{-2})	60,38 ($\pm 15,43$) a	63,66 ($\pm 10,32$) a	61,91 ($\pm 20,59$) a
Comprimento de vasos (μm)	389,36 ($\pm 86,29$) a	377,50 ($\pm 87,81$) a	342,48 ($\pm 93,46$) b
Diâmetro de fibras (μm)	14,68 ($\pm 2,77$) b	14,26 ($\pm 2,60$)c	15,91 ($\pm 2,99$) a
Espessura da parede de fibras (μm)	4,19 ($\pm 1,08$) a	3,39 ($\pm 0,91$)b	4,16 ($\pm 1,03$) a
Comprimento de fibras (μm)	535,56 ($\pm 109,34$) a	550,27 ($\pm 102,47$) a	468,76 ($\pm 100,92$)b
Largura de raios (μm)	12,55 ($\pm 3,87$) b	12,66 ($\pm 3,50$) b	17,00 ($\pm 5,67$) a
Largura de raios (em n° de células)	1,07 ($\pm 0,25$) b	1,06 ($\pm 0,23$) b	1,24 ($\pm 0,45$) a
Altura de raios (μm)	516,66 ($\pm 280,14$) a	410,90 ($\pm 243,01$) b	485,16 ($\pm 321,37$) ab
Altura de raios (em n° de células)	11,50 ($\pm 8,24$) a	10,93 ($\pm 8,20$) a	12,48 ($\pm 10,29$) a
Frequência de raios (n.mm^{-1})	11,79 ($\pm 2,28$) c	13,57 ($\pm 2,26$) a	12,69 ($\pm 2,53$) b

Os valores médios da espessura da parede de fibras do xilema dos indivíduos da FODM diferenciaram-se significativamente das demais fitofisionomias por apresentar menores valores, não havendo diferenças entre os valores médios de FOM e FDAM (Tabela 3).

Os valores médios de altura de raio (em μm) do xilema dos indivíduos da FDAM foram semelhantes aos encontrados nos indivíduos da FOM e da FODM, e nesta característica a FOM diferencia-se da FODM por apresentar maior valor médio. Alguns dos valores de altura de raio apresentaram um alto coeficiente de variação, variando entre 54,22 a 66,24 % para a altura de raio em μm e entre 71,69 a 82,47 % para altura de raio em número de células.

3.2.2. Análise de correlação

As correlações encontradas para as características anatômicas do xilema secundário de *M. sellowiana* entre três fitofisionomias são apresentadas na Tabela 04. Todas as correlações obtidas foram fracas, com exceção da correlação entre o diâmetro de fibras e a espessura da parede de fibras que foi moderada ($r = 0,49$, $p < 0,05$).

TABELA 04 - CORRELAÇÃO ENTRE AS CARACTERÍSTICAS DO XILEMA SECUNDÁRIO DE *Miconia sellowiana* NAS TRÊS FITOFISIONOMIAS. NÚMEROS EM NEGRITO INDICAM CORRELAÇÕES ESTATISTICAMENTE SIGNIFICATIVAS ($P < 0,05$)

Variáveis	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	0,04	0,08	0,14	0,02	-0,15	0,08	0,03	-0,07	0,01	-0,01
2		1	0,49	-0,00	0,07	-0,20	0,05	0,03	0,15	0,09	-0,07
3			1	0,02	-0,02	-0,04	0,05	-0,01	0,06	0,05	-0,08
4				1	0,04	-0,25	0,06	0,06	-0,05	-0,02	-0,07
5					1	-0,29	-0,05	0,03	0,11	0,09	-0,11
6						1	-0,12	-0,20	-0,24	-0,17	0,29
7							1	0,09	0,11	0,07	-0,04
8								1	0,10	0,34	-0,04
9									1	0,14	-0,06
10										1	-0,06
11											1

Legenda: 1. Comprimento de fibras (μm), 2. Diâmetro de fibras (μm), 3. Espessura da parede de fibras (μm), 4. Comprimento de elementos de vaso (μm), 5. Diâmetro de vaso (μm), 6. Freqüência de vasos (vasos por mm^{-2}), 7. Altura de raio (μm), 8. Altura de raio (N° de células), 9. Largura de raio (μm), 10. Largura de raio (N° de células), 11. Freqüência de raios (raios mm^{-1}).

3.3. Análise de solos

De acordo com a metodologia da EMBRAPA (1999) o solo da Floresta Ombrófila Densa Alto - Montana foi classificado como Neossolo Litólico Húmico típico. Este solo caracteriza-se por ser raso, com profundidade variando de cinco a 20 cm, sem horizonte B, ácidos e de baixa fertilidade (ALVARENGA; SOUZA, 1998).

3.4 Análise climática

Os dados climáticos estão representados na Figura 13. De acordo como critério proposto por Worbes (1995), no período avaliado foram observados dois períodos secos. O primeiro compreende os meses de agosto e setembro de 2004 e o segundo inicia-se em abril de 2006 e termina em agosto de 2006.

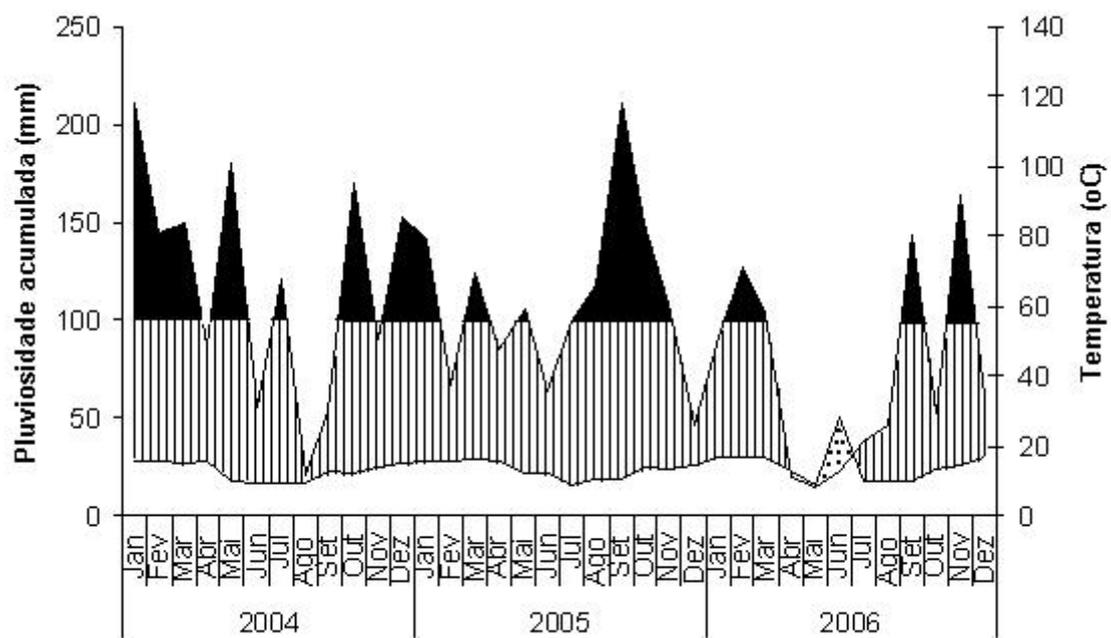


FIGURA 13 - Climatograma da estação de Pinhais, PR. Fonte: SIMEPAR.

4 DISCUSSÃO

As características anatômicas qualitativas do xilema secundário observadas nos indivíduos de *Miconia sellowiana* nas fitofisionomias estudadas estão de acordo com as características relatadas na literatura para a família Melastomataceae e para o gênero *Miconia* (RECORD; HESS, 1943; METCALFE; CHALK, 1950; TER WELLE; KOEK - NOORMAN, 1981; VAN VLIET; BAAS, 1984; MARCON; COSTA, 2000). Os indivíduos de *M. sellowiana* das três fitofisionomias caracterizam-se por apresentarem camadas de crescimento distintas, vasos solitários e múltiplos, placas de perfuração simples, pontoações intervasculares alternas e guarnecidas, parênquima paratraqueal escasso, fibras com pontoações simples, presença de fibras septadas e não septadas, fibras gelatinosas e raios uni, bi e trisseriados, heterogêneos, compostos por células eretas e quadradas.

Nas três fitofisionomias, os indivíduos apresentaram camadas de crescimento distintas, demarcadas por uma fina camada de fibras com paredes achatadas e espessas. A presença de camadas de crescimento não é uma característica comum na família Melastomataceae e no gênero *Miconia* (METCALFE; CHALK, 1950; TER WELLE; KOEK - NOORMAN, 1981), embora a presença destas no xilema secundário de *M. sellowiana* e de outras espécies do gênero já tenha sido relatada em estudos anteriores (MARCON; COSTA, 2000). Alves e Angyalossy – Alfonso (2000) constataram que a presença de camadas de crescimento é uma característica comum nas espécies da flora brasileira e a formação destas, muitas vezes, está relacionada com a sazonalidade térmica ou períodos de secas ou inundação, que afetam a atividade cambial (METCALFE; CHALK, 1983; CARLQUIST, 1988; VETTER; BOTOSO, 1989; WORBES, 1995; ALVES; ANGYALOSSY - ALFONSO, 2000). O clima das três fitofisionomias, classificado como Cfb, é caracterizado por não ter uma estação seca definida durante o ano (MAACK, 2002). Entretanto, nos anos 2004 e 2006, a estação meteorológica de Pinhais (PR), próxima das áreas de estudo, registrou dois períodos com precipitação mensal abaixo de 60 mm por alguns meses consecutivos (Fig. 14), o que segundo Worbes (1995) podem ser considerados períodos de seca. Isso indica que os indivíduos de *M. sellowiana* das três fitofisionomias sofreram períodos de seca, o que possivelmente refletiu na formação das camadas de crescimento encontradas.

O xilema secundário de alguns indivíduos de FOM, FDAM e FODM apresentou máculas, o que já havia sido relatado anteriormente para outras espécies de *Miconia* (MARCON; COSTA, 2000). As máculas são formadas a partir de injúrias traumáticas no câmbio vascular em pontos específicos, levando à formação desordenada de células parenquimáticas (IAWA, 1964; CARLQUIST, 1988). Estas lesões podem ser causadas por galerias de larvas sob o câmbio (IAWA, 1964), ou pela ação do calor (queimadas) ou frio (congelamento da água no interior dos tecidos do lenho) (CARLQUIST, 1988). Provavelmente, as máculas encontradas nos indivíduos das três fitofisionomias podem ter sido formadas pelo congelamento da água no interior dos tecidos pela ação de geadas, cuja ocorrência é comum nas regiões estudadas (MAACK, 2002).

A análise de variância (ANOVA) mostrou que algumas características quantitativas variaram entre os indivíduos das três fitofisionomias. Os maiores valores médios de diâmetro de vaso foram encontrados nos indivíduos da FODM e os menores valores médios foram encontrados nos indivíduos da FOM. Segundo Baas, Werker e Fahn (1983) e Zimmermann (1983) os vasos de maior diâmetro são mais eficientes na condução hídrica, porém são menos seguros, por serem mais propensos à formação de bolhas que incapacitam o fluxo hídrico. Neste contexto, muitas espécies buscam estratégias para obter eficiência e segurança na condução da seiva xilemática, como vasos de grande diâmetro em ambientes mais méxicos (BAAS; WERKER; FAHN, 1983; BARAJAS-MORALES, 1985; LUCHI, 2004; AMANO, 2007) e vasos de menor diâmetro associados a uma maior frequência, em ambientes mais xéricos (BAAS; WERKER; FAHN, 1983; CARLQUIST; HOEKMAN, 1985). Os resultados obtido para os indivíduos da FODM corroboram a tendência de vasos de maior diâmetro em ambientes méxicos, visto que esta é a fitofisionomia que apresenta a maior disponibilidade hídrica. No entanto, os menores valores médios dos indivíduos da FOM, contrariam as tendências estabelecidas para ambientes méxicos (BAAS; WERKER; FAHN, 1983; CARLQUIST; HOEKMAN, 1985).

Os menores valores médios de comprimento de fibras e de elementos de vaso foram observados nos indivíduos da FDAM. A alta intensidade luminosa, baixa umidade relativa do ar, associadas às condições de solo, caracterizam esta fitofisionomia como o ambiente mais xérico entre as áreas estudadas. Os indivíduos desta fitofisionomia são de pequeno porte, não formam densos agrupamentos e

recebem intensa radiação solar durante o dia. O solo (neossolo litólico) do local se caracteriza por ser extremamente raso, com pequena capacidade de retenção de água (Tabela 1), principalmente quando se situa em topo de paisagem sobre contato lítico, como na FDAM (G. Curcio, comunicação pessoal). Apesar da pluviosidade ser alta (Tabela 1), a baixa retenção de água do solo impõe estresse hídrico às plantas na maior parte do ano. Assim sendo, a baixa disponibilidade hídrica da FDAM pode estar afetando a atividade cambial nos indivíduos desta fitofisionomia, resultando em fibras e elementos de vaso mais curtos, visto que as dimensões das fibras e dos elementos de vaso podem também sofrer influência das condições ambientais (LEVITT, 1980; CARLQUIST, 1988; CECCANTINI, 1996).

Como demonstra a literatura, a espessura da parede de fibras é afetada pelo fator hídrico, sendo que as paredes tendem ser mais espessas em ambientes mais secos (BARAJAS – MORALES, LUCHI, 2004; LUCHI; SILVA; MORAES, 2005; AMANO, 2007). No presente estudo os maiores valores médios de espessura de parede de fibras foram observados nos indivíduos da FOM e da FDAM, onde os resultados obtidos para a FDAM parecem corroborar a tendência de paredes espessas em ambientes secos, visto que esta fitofisionomia é a que apresenta menor retenção hídrica no solo (Gustavo Curcio, comunicação pessoal). Entretanto o maior valor médio encontrado nos indivíduos da FOM contradiz a tendência acima mencionada, uma vez que essa fitofisionomia possui alta pluviosidade, bem distribuída ao longo do ano (Tabela 01), e o solo profundo retém uma grande quantidade de água (DONHA, 2003), tornando este ambiente mais úmido.

Os indivíduos da FDAM apresentaram o maior valor médio de diâmetro de fibras. Alguns estudos mostraram que o diâmetro de fibras é maior em indivíduos de ambientes com grande disponibilidade hídrica (MELO JÚNIOR, 2003; LUCHI, 2004), contrapondo os resultados aqui observados. No entanto, para o presente estudo foi observada uma correlação positiva moderada entre a espessura da parede e o diâmetro de fibras ($r = 0,49$ $p < 0,05$), mostrando que nos indivíduos de *M. sellowiana* quanto maior for a espessura da parede, maior será o diâmetro das fibras, explicando o maior valor médio de diâmetro de fibras encontrado nos indivíduos da FDAM.

Foram observadas diferenças na altura de raio (em μm) apenas entre os indivíduos da FOM, que apresentou os maiores valores médios, e os indivíduos da FODM, que apresentou os menores valores. Barajas-Morales (1985) relatou a

presença dos raios mais altos em espécies de ambientes méxicos, enquanto outros estudos mostraram uma tendência dos raios mais altos em ambientes com baixa disponibilidade hídrica (DEN OUTER; VAN VEENENDAAL, 1976; LUCHI, 2004; LIMA, 2005; LUCHI, SILVA e MORAES, 2005; MONTEFUSCO, 2005). No entanto, o alto coeficiente de variação (82,5) observado para altura de raios nos três ambientes mostrou que em *M. sellowiana* as diferenças na altura dos raios podem estar relacionadas principalmente com as variações individuais do que com as condições ambientais.

Os dados qualitativos e quantitativos de largura de raio mostraram diferenças entre os indivíduos de *M. sellowiana* nas três fitofisionomias, onde os indivíduos da FDAM apresentaram raios uni, bi e trisseriados e os maiores valores médios de largura de raio (tanto em μm como em número de células), enquanto que os indivíduos da FOM e da FODM apresentaram apenas raios uni e bisseriados. Os raios têm a função de transportar metabólitos e fotossintatos do floema para o xilema (CARLQUIST, 1975), e podem atuar também como tecidos acessórios á condução hídrica (BRAUN, 1984). Os raios mais largos, como os encontrados no xilema secundário dos indivíduos da FDAM, parecem ser predominantes em ambientes com baixa disponibilidade hídrica (DEN OUTER; VAN VEENENDAAL, 1976; MELO JÚNIOR, 2003; LUCHI, 2004; LIMA, 2005; LUCHI; SILVA; MORAES, 2005) ou em ambientes com clima sazonal, favorecendo a eficiência no transporte radial de fotossintatos do floema para o xilema (ALVES; ANGYALOSSY – ALFONSO, 2002).

A freqüência de raios variou significativamente entre os indivíduos das três fitofisionomias, sendo os maiores valores médios encontrados nos indivíduos da FODM e os menores, nos indivíduos da FOM. Luchi, Pereira e Moraes (2005) observaram uma maior freqüência de raios em indivíduos de ambiente com baixa disponibilidade hídrica. No entanto, Carlquist (1988) ressalta que são poucos os estudos que comparam a freqüência de raio com as condições ambientais, sendo necessários mais estudos com este enfoque.

Como demonstrou a ANOVA, um pequeno número de características anatômicas apresentou variação entre os indivíduos dos três ambientes, enquanto outras características como o comprimento de fibras e de elementos de vaso e a largura de raios diferenciaram principalmente os indivíduos da FDAM das demais populações. Gluzezak (2005), estudando as características morfológicas foliares de

M. sellowiana, verificou que a maior parte das características morfo-anatômicas diferiram entre os indivíduos dos ambientes estudados, possibilitando o estabelecimento de um gradiente mesomórfico-xeromórfico para as folhas das áreas estudadas. Já no presente estudo o padrão de variação das características anatômicas do xilema secundário de *M. sellowiana* dos indivíduos das três fitofisionomias não permite estabelecer um gradiente mesomórfico-xeromórfico entre os três ambientes. Esta análise parece indicar que as características anatômicas do xilema secundário de *M. sellowiana* são menos plásticas do que as características morfológicas foliares (GLUZEZAK, 2005), contrariando diversos estudos que evidenciaram as variações intra-específicas anatômicas da madeira em relação às condições ambientais (NOSHIRO; SUZUKI, 1995; SOUSA, 2000; MELO JÚNIOR, 2003; LUCHI, 2004; LIMA, 2005; LUCHI; SILVA; MORAES, 2005; RIBEIRO; BARROS, 2006; AMANO, 2007).

A análise anatômica mostrou que os indivíduos da FOM da FODM apresentaram características similares entre si quando comparados com os indivíduos da FDAM. Estas semelhanças podem ser relacionadas com as condições ambientais dessas duas fitofisionomias, que são terem condições ambientais semelhantes, como menor intensidade luminosa, maior precipitação e solos mais profundos, o que os caracteriza como ambientes mais méxicos.

A capacidade de algumas espécies de ocuparem ambientes com diferentes condições ambientais é expressa na plasticidade fenotípica nos diversos órgãos (SULTAN, 2003), sendo que a plasticidade do xilema secundário pode ser apenas um dos caminhos adaptativos para as espécies que se desenvolvem em ambientes desfavoráveis (CARLQUIST, 1977; VILLAGRA; ROIG JUÑET, 1997), especialmente levando-se em consideração que o xilema é um tecido que apresenta menor variação em relação a outros órgãos da planta (DICKISON, 2000). As variações observadas no xilema secundário de *M. sellowiana* parecem ser adaptações importantes que possibilitam esta espécie ocupar ambientes com condições ambientais diferenciadas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise anatômica do xilema secundário de *Miconia sellowiana* indicou que apenas algumas das características anatômicas, como o diâmetro de fibras, diâmetro de vaso e frequência de raio são diferentes entre os indivíduos das três fitofisionomias em estudo.

O maior valor médio de comprimento de fibras, de elementos de vaso e de espessura da parede de fibras e o menor valor médio de largura de raio (em μm e em número de células) são características comuns aos indivíduos da FOM e da FODM, diferenciando estas fitofisionomias dos indivíduos de FDAM.

A alta intensidade luminosa, baixa umidade relativa do ar, associadas ao solo raso, com pequena retenção de água classificam a FDAM como um ambiente mais xérico quando comparada com a FOM e a FODM, enquanto que a menor intensidade luminosa, maior precipitação e solos mais profundos encontrados na FOM e na FODM caracterizam estas duas fitofisionomias como ambientes mais méxicos.

O padrão de variação das características anatômicas do xilema secundário de *M. sellowiana* entre os três ambientes não permitiu observar o gradiente mesomórfico-xeromórfico observados para as folhas no estudo de Gluzezak (2005).

Finalizando é importante dar continuidade aos estudos enfocando a anatomia do xilema secundário desta espécie, analisando indivíduos provenientes de outras fitofisionomias do Estado e de outras regiões do País onde a espécie encontra-se dispersa, a fim de verificar se em outras populações de *M. sellowiana* as características anatômicas do xilema secundário apresentam o mesmo padrão de variação observado neste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

ACKERLY, D. D.; DUDLEY, S. A.; SULTAN, S. E.; SCHMITT, J.; COLEMAN, J. S.; RANDALL LINDER, C.; SANDQUIST, D. R.; GEBER, M. A.; EVANS, A. S.; DAWSON, T. E.; LECHOWICZ, M. J. The evolution of plant ecophysiological traits: recent advances and future directions. **BioScience**, Washington, v. 50, n. 11, p. 979–995, 2000.

ALVES, E. S.; ANGYALOSSY – ALFONSO, V. Ecological trends in the wood anatomy of some Brazilian species. 1. Growth rings and vessels. **IAWA Journal**, Leiden, v. 20, n. 1, p. 3–30, 2000.

ALVES, E. S.; ANGYALOSSY – ALFONSO, V. Ecological trends in the wood anatomy of some Brazilian species. 2. Axial parenchyma, rays and fibres. **IAWA Journal**, Leiden, v. 23, n. 4, p. 391–418, 2002.

AMANO, E. **Pau-brasil, madeira e casca: formação, desenvolvimento e estrutura**. 101 f. Tese (Doutorado em Ciências, área Botânica) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

BAAS, P. The wood anatomical range in *Ilex* (Aquifoliaceae) and its ecological and phylogenetic significance. **Blumea**, Leiden, v. 21, p. 193–258, 1973.

BAAS, P.; CARLQUIST, S. A comparison of the ecological wood anatomy of the floras of Southern California and Israel. **IAWA Bulletin New Series**, Utrecht, v. 6, n. 4, p. 349-353, 1985.

BAAS, P.; SCHWEINGRUBER, F. H. Ecological trends in the wood anatomy of trees, shrubs and climbers from Europe. **IAWA Bulletin New Series**, Utrecht, v. 8, n. 3, p. 245–274, 1987.

BAAS, P.; WERKER, E.; FAHN, A. Some ecological trends in vessel characters. **IAWA Bulletin New Series**, Utrecht, v.4, n. 2-3, p. 141-159, 1983.

BARAJAS - MORALES, J. Wood structural differences between trees of two tropical forests in Mexico. **IAWA Bulletin New Series**, Utrecht, v.6, n. 4, p. 355-364, 1985.

BRAUN, H. J. The significance of the accessory tissues of the hydrosystem for osmotic water shifting as the second principle of water ascent, with some thoughts concerning the evolution of trees. **IAWA Bulletin New Series**, Utrecht, v.5, n 4, p. 275–294, 1984.

BURGER, L. M.; RICHTER, H. G. **Anatomia da madeira**. São Paulo: Livraria Nobel, 1991.

CARDOSO, G. L.; LOMÔNACO, C. Variações fenotípicas e potencial plástico de *Eugenia calycina* Cambess. (Myrtaceae) em uma área de transição cerrado-vereda. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 26, n. 1, p. 131-140, 2003.

CARLQUIST, S. **Ecological strategies of xylem evolution**. Berkeley: University of California Press, 1975.

CARLQUIST, S. Ecological factors in wood evolution: a floristic approach. **American Journal of Botany**, Columbus, v. 64, n. 7, p. 887–896, 1977.

CARLQUIST, S. Wood anatomy of *Illicium* (Illiciaceae): phylogenetic, ecological and functional interpretations. **American Journal of Botany**, Columbus, v. 69, n. 10, p. 1587–1598, 1982.

CARLQUIST, S. **Comparative wood anatomy**: systematic, ecological and evolutionary aspects of dicotyledon wood. Berlin: Springer–Verlag, 1988.

CARLQUIST, S.; HOEKMAN, D.A. Ecological wood anatomy of the woody southern Californian flora. **IAWA Bulletin New Series**, Utrecht, v. 6, n. 4, p. 319–347, 1985.

CECCANTINI, G. C. T. **Anatomia ecológica do lenho de espécies de cerrado e mata: *Casearia sylvestris* Sw. e *Machaerium villosum* Vog.** 117 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas, área Botânica) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

CLAUSING, G.; RENNER, S. S. Molecular phylogenetics of Melastomataceae and Memecylaceae: implications for character evolution. **American Journal of Botany**, Columbus, v. 88, n. 3, p. 486 – 498, 2001.

COMISION PANAMERICANA DE NORMAS TECNICAS. **COPANT 30:1–019**: método para la descripción de las características generales, macroscópicas y microscópicas de la madera angiospermas dicotiledóneas. Santiago, 1974.

COMMITTEE ON NOMENCLATURE INTERNATIONAL ASSOCIATION OF WOOD ANATOMISTS. Multilingual glossary of terms used in wood anatomy. Zürich: Verlagsanstalt Buchdruckerei Konkordia Winterthur, 1964.

DEN OUTER, R. W.; VAN VEENENDAAL, W. L. H. Variation in wood anatomy of species with a distribution covering both rain forest and savanna areas of the Ivory Coast, West-Africa. In: BAAS, P.; BOLTON, A. J.; CATLING, D. M. (Ed.) **Wood structure in biological and technological research**. Leiden: Leiden University Press, 1976. Leiden botanical series, n.3.

DICKISON, W. C. **Integrative plant anatomy**. San Diego: Harcourt Academic Press, 2000.

DONHA, A. G. **Avaliação do uso de técnicas de suporte a decisão na determinação da fragilidade em ambiente de geoprocessamento: o caso do Centro de Estações Experimentais do Canguirí – Universidade Federal do Paraná.** 120 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo)–Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2003.

ECKBLAD, J. W. How many samples should be taken? **BioScience**, Washington, v. 41, n. 5, p. 346-348, 1991.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1999.

FRANKLIN, G. L. Preparation of thin sections of synthetic resins and wood – resin composites, and a new macerating method for wood. **Nature** (London), v. 155, n. 3924, p. 51, 1945.

FUZETO, A. P.; LOMÔNACO, C. Potencial plástico de *Cabralea canjerana* subsp. *polytricha* (Adr. Juss.) Penn. (Meliaceae) e seu papel na formação de ecótipos em áreas de cerrado e vereda, Uberlândia, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 169-176, 2000.

GIANOLI, E. Plasticity of traits and correlations in two populations of *Convolvulus arvensis* (Convolvulaceae) differing in environmental heterogeneity. **International Journal of Plant Sciences**, Chicago, v. 165, n. 5, p. 825–832, 2004.

GLUZEZAC, R. M. **Morfoanatomia foliar de *Miconia sellowiana* Naudin (Melastomataceae) em diferentes formações vegetacionais no Estado do Paraná, Brasil**. 63 f. Dissertação (Mestrado em Botânica)–Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

GOLDENBERG, R. **O gênero *Miconia* Ruiz & Pav. (Melastomataceae)**: I. Listagens analíticas, II. Revisão taxonômica da seção *Hypoxanthus* (Rich. Ex DC.) Hook. F. 249 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

GOLDENBERG, R. O gênero *Miconia* (Melastomataceae) no Estado do Paraná, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre, v. 18, n. 4, p. 927-947, 2004.

HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Paleontologia Electronica**, v. 4, p. 1 – 9, 2001.

IAWA Committee. IAWA list of microscopic features for hardwood identification. **IAWA Bulletin New Series**, Utrecht, v. 10, n 3, p. 219-332, 1989.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Cartas Climáticas do Paraná**. Londrina: IAPAR, 1994. Documento 18.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 1992. Série Manuais Técnicos em Geociências, n° 1.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **LPF – série técnica n° 15**: Normas de procedimentos em estudos de anatomia da madeira: I Angiospermae. II Gimnospermae. Brasília: Diretoria de incentivo à pesquisa e divulgação/Laboratório de Produtos Florestais, 1991.

JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. New York, London: McGraw – Hill Book Company, Inc, 1940.

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

LEVITT, J. **Physiological Ecology**: a series of monographs, texts, and treatises, 2nd ed. New York: Academic Press, 1980. v. 2: Responses of plants to environmental stresses: water, radiation, salt, and other stresses.

LIMA, R. S. de. **Anatomia comparada do lenho de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morog (Leguminosae – Mimosoidae) sob diferentes condições latitudinais**. 112 f. Tese (Doutorado em Botânica) Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

LUCHI, A. E. Anatomia do lenho de *Croton urucurana* Baill. (Euphorbiaceae) de solos com diferentes níveis de umidade. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 271-280, 2004.

LUCHI, A.E.; SILVA, L. C. P.; MORAES, M. A. Anatomia comparada do lenho de *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. em áreas de cerrado e de plantação de *Pinus elliottii* Engelm. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 809–820, 2005.

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

MARCATI, C. R.; ANGYALOSSY-ALFONSO, V.; BENETATI, L. Anatomia comparada do lenho de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae-Caesalpinoideae) de floresta e cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 3, p. 311–320, 2001.

MARCON, M. L.; COSTA, C. G. Anatomia da madeira de quatro espécies do gênero *Miconia* Ruiz & Pavón (Melastomataceae). **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 51, n.78/79, p. 5–20, 2000.

MARTINS, A. B.; SEMIR, J.; GOLDENBERG, R.; MARTINS, E. O gênero *Miconia* Ruiz & Pav. (Melastomataceae) no Estado de São Paulo. **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 267-316, 1996.

METCALFE, C.R.; CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons**: leaves, stem and wood in relation to taxonomy with notes on economic uses. Oxford: Clarendon Press, 1950. v. 1.

METCALFE, C.R.; CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons**: wood structure and conclusion of the general introduction, 2. ed. Oxford: Clarendon Press, 1983. v. 2.

MELO JÚNIOR, J. C. F. **Anatomia ecológica da folha e do lenho de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae) do Parque Estadual do Cerrado, Jaguariaíva - PR**. 73 f. Dissertação (Mestrado em Botânica)–Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

MINER, B. G.; SULTAN, S. E.; MORGAN, S. G.; PADILLA, D. K.; RELYEA, R. A. Ecological consequences of phenotypic plasticity. **Trends in Ecology and Evolution**, Limerick, v. 20, n. 12, p. 685–692, 2005.

MONTEFUSCO, A. R. G. **Anatomia ecológica do lenho de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (Leguminosae), barbatimão, no Parque Estadual do Cerrado, Jaguaíva, PR.** 105 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)–Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

NAPPO, M. E.; GRIFFITH, J. J.; MARTINS, S. V.; DE MARCO JÚNIOR, P.; SOUZA, A. L. de; OLIVEIRA FILHO, A. T. de. Dinâmica da estrutura fitossociológica da regeneração natural em sub-bosque de *Mimosa scabrella* Benth em área minerada, em Poços de Caldas, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 6, p. 811 – 829, 2004.

NOSHIRO, S.; SUZUKI, M. Ecological wood anatomy of nepalese *Rhododendron* (Ericaceae). 2. Intraspecific variation. **Journal of Plant research**, v. 108, n. 3, p. 217-233, 1995.

RECORD, S. J.; HESS, R. W. *Timbers of the new world*. New Haven: Yale University Press, 1943.

REGINATO, M.; GOLDENBERG, R. Análise florística, estrutural e fitogeográfica da vegetação em região de transição entre as florestas ombrófila mista e densa montana, Piraquara, Paraná, Brasil. **Hoehnea**, v. 34, n. 3, p. 349-364, 2007.

RENNER, S. S. Phylogeny and classification of the Melastomataceae and Memecylaceae. **Nordic Journal of Botany**, Copelagem, v. 13, n. 5, p. 519-540, 1993.

RIBEIRO, M. L. R. da C.; BARROS, C. F. Variação intraspecífica do lenho de *Pseudopiptadenia contorta* (DC.) G. P. Lewis & M. P. Lima (Leguminosae – Mimosoideae) de populações ocorrentes em dois remanescentes de Floresta Atlântica. **Acta Botanica Brasílica**, Porto Alegre, v. 20, n. 4, p. 839 – 844, 2006.

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

SAAS, J. E. **Botanical microtechnique**, 2. ed. Ames: The Iowa State College Press, 1951.

SCHLICHTING, C. D. The evolution of phenotypic plasticity in plants. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v 17, p. 667–693, 1986.

SOUSA, L. P. DE. **Anatomia ecológica do lenho de *Psidium cattleianum* Sabine (Myrtaceae) e sua relação com a morfologia foliar e a cor dos frutos.** 76 f. Dissertação (Mestrado em Botânica), Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

- SULTAN, S. E. Phenotypic plasticity in plants: a case study in ecological development. **Evolution & Development**, Nalden, 1, p. 25–33, 2003.
- SULTAN, S. E. Promising directions in plant phenotypic plasticity. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, Jena, v. 6, n. 4, p. 227–233, 2004.
- TER WELLE, B. J. H.; KOEK-NOORMAN, J. Wood anatomy of the Neotropical Melastomataceae. **Blumea**, Leiden, v. 27, p. 335–394, 1981.
- VAN VLIET, G. J. C. M.; BAAS, P. Wood anatomy and classification of the Myrtales. **Annals of Missouri Botanic Garden**, v. 71, p. 783–800, 1984.
- VETTER, R. E.; BOTOSSO, P. C. Remarks on age and growth rate determination of amazonian trees. **IAWA Bulletin New Series**, Utrecht, v. 10, n. 2, p. 133–145, 1989.
- VILLAGRA, P.E.; ROIG-JUÑENT, F.A. Wood structure of *Prosopis alpataco* and *P. argentina* growing under different edaphic conditions. **IAWA Journal**, Leiden, v.18, n.1, p. 37–51, 1997.
- WALTER, H.; LIETH, H. Klimadiagramm weltatlas. Jena: Fisher Verlag, 1960.
- WORBES, M. How to measure growth dynamics in tropical trees: a review. **IAWA Journal**, Leiden, v. 16, n. 4, p. 337–351, 1995.
- ZIMMERMANN, M. H. **Xylem structure and the ascent of sap**. Berlin: Springer–Verlag, 1983.