

**LARISSA DE BORTOLLI CHIAMOLERA**

**COMPORTAMENTO DE ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS  
IMPLANTADAS EM ÁREAS COM DIFERENTES GRAUS DE SUCESSÃO NO  
RESERVATÓRIO IRAÍ – PR.**

Tese apresentada como requisito parcial à  
Obtenção do grau de Doutor, pelo Curso de Pós-  
Graduação em Engenharia Florestal, Área de  
concentração em Silvicultura, do Setor de Ciências  
Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Alessandro Camargo Ângelo.

Co-orientadora: Profa. Dra. Maria Regina Boeger.

**Curitiba**

**2008**

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar quero agradecer ao meu orientador, Prof. Alessandro Camargo Ângelo, que é muito mais que um orientador, um amigo e que jamais deixou de acreditar em mim e me incentivar. Obrigada por tudo, pelos ensinamentos, pelos ótimos momentos de convivência, de troca de experiências profissionais e de vida.

A minha co-orientadora, Profa Maria Regina Boeger, que me recebeu com toda a atenção em seu laboratório e sempre receptiva a me passar um pouco do seu conhecimento.

Aos meus pais que me ensinaram que estudar e obter conhecimento é a melhor forma de ser alguém na vida.

Aos meninos e meninas, estagiários da engenharia florestal, que sem eles eu não conseguiria medir, 1200 mudas, que no final estavam “perdidas” no meio da regeneração: Fernando, Kaline, Pricila, Patrícia, Bruno K., Bruno P., Ana Cláudia, René, Felipe, Marina.

A Embrapa Florestas pelo empréstimo do aparelho para as medições fisiológicas e conseqüentemente ao Décio pela paciência de ficar indo a campo e ajudar a medir mudas e mais mudas. Horas que renderam boas conversas, principalmente sobre a nossa paixão pelos felinos, que tanto alegam a nossa vida.

A Ciane, pela paciência e disposição de me ajudar nas técnicas de morfoanatomia foliar. O que seria de mim se não fosse ela em me mostrar tudo? Afinal foram muitos e muitos cortes, e é claro, sem falar no Fábio que também ajudou.

Ao Andrei pela paciência de me dividir com a tese e mais um milhão de aulas e apesar de qualquer coisa sempre será uma pessoa muito especial na minha vida.

A minha amiga Wanessa pelas horas de troca de lamentações devido aos percalços do doutorado e também pelas boas horas de risada que nos rendeu isso.

A minha amiga Keyla, por me apresentar ao mundo da Floresta e conseqüentemente ao Alessandro, por me ajudar e me ouvir em muitos momentos decisivos de minha vida.

Aos amigos queridos por todo o tipo de ajuda, desde a me ouvir, até a compartilhar momentos de descontração: Paulinha, Dri, Vassoler, Andressa, Pati.

Aos meus alunos que entenderam minhas ausências devido à tese.

E a todos que de alguma forma contribuíram para que esta fosse possível.

“Somos o que fazemos,  
mas somos principalmente o que fazemos  
para mudar o que somos.”

Eduardo Galeano

“Se os teus projetos forem por um ano, semeia o grão.  
Se forem para dez anos, planta uma árvore.  
Se forem para cem anos, educa o povo.”

Provérbio Chinês

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	06
LISTA DE TABELAS.....	09
RESUMO.....	11
ABSTRACT.....	12
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	19
<b>Aspectos Silviculturais</b> .....	21
<b>1) Crescimento e sobrevivência de quatro espécies florestais nativas implantas em áreas com diferentes graus de sucessão no Reservatório Iraí-PR</b> .....	21
Resumo.....	21
Introdução.....	21
Material e Métodos.....	24
Resultados e Discussão.....	27
Referências.....	39
Tabelas.....	46
Figuras.....	47
<b>Aspectos Morfo-Anatômicos e Fisiológicos</b> .....	53
<b>2) Aspectos anatômicos e fisiológicos de folhas de <i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi (Anacardiaceae) implantados em duas áreas com diferentes graus de sucessão</b> .....	53
Resumo.....	53
Introdução.....	53
Material e Métodos.....	56
Resultados e Discussão.....	59
Referências.....	66
Tabelas.....	74
Figuras.....	75
<b>3) Aspectos anatômicos e fisiológicos de folhas de <i>Mimosa scabrella</i> Bentham (Mimosaceae) implantados em duas áreas com diferentes graus de sucessão</b> .....	78
Resumo.....	78
Introdução.....	78

Material e Métodos.....	81
Resultados e Discussão.....	84
Referências.....	93
Tabelas.....	100
Figuras.....	102
<b>4) Morfo-anatomia foliar de <i>Podocarpus lambertii</i> Klotzsch ex Endl (Podocarpaceae) implantados em duas áreas com diferentes graus de sucessão.....</b>	<b>104</b>
Resumo.....	104
Introdução.....	104
Material e Métodos.....	107
Resultados e Discussão.....	111
Referências.....	116
Tabelas.....	122
Figuras.....	124
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>126</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>128</b>

## LISTA DE FIGURAS

### **CAPÍTULO 1: Crescimento e Sobrevivência de quatro espécies florestais nativas implantadas em áreas com diferentes graus de sucessão no Reservatório Iraí-PR**

Figura 01	Modelo de distribuição das espécies (Sub-Parcela).....	46
Figura 02	Modelo de disposição das parcelas.....	46
Figura 03	Perfil da evolução das duas áreas com diferentes graus de sucessão, Reservatório Iraí-PR.....	46
Figura 04	Altura de <i>S.terebinthifolius</i> na área aberta e capoeira no Reservatório do Iraí-PR, ao longo de dois anos após o plantio.....	47
Figura 05	Diâmetro de <i>S.terebinthifolius</i> na área aberta e capoeira no Reservatório do Iraí-PR, ao longo de dois anos após o plantio.....	47
Figura 06	Taxa de sobrevivência de <i>S.terebinthifolius</i> na área aberta e capoeira no Reservatório do Iraí-PR, ao longo de dois anos após o plantio.....	47
Figura 07	Altura de <i>P. lambertii</i> na área aberta e capoeira no Reservatório do Iraí-PR, ao longo de dois anos após o plantio.....	48
Figura 08	Diâmetro de <i>P. lambertii</i> na área aberta e capoeira no Reservatório do Iraí-PR, ao longo de dois anos após o plantio.....	48
Figura 09	Taxa de sobrevivência de <i>P. lambertii</i> na área aberta e capoeira no Reservatório do Iraí-PR, ao longo de dois anos após o plantio.....	48
Figura 10	Altura de <i>M. scabrella</i> na área aberta e capoeira no Reservatório do Iraí-PR, ao longo de dois anos após o plantio.....	49
Figura 11	Diâmetro de <i>M. scabrella</i> na área aberta e capoeira no Reservatório do Iraí-PR, ao longo de dois anos após o plantio.....	49
Figura 12	Taxa de sobrevivência de <i>M. scabrella</i> na área aberta e capoeira no Reservatório do Iraí-PR, ao longo de dois anos após o plantio.....	49
Figura 13	Altura de <i>L. divaricata</i> na área aberta e capoeira no Reservatório do Iraí-PR, ao longo de dois anos após o plantio.....	50
Figura 14	Diâmetro de <i>L. divaricata</i> na área aberta e capoeira no Reservatório do Iraí-PR, ao longo de dois anos após o plantio.....	50
Figura 15	Taxa de sobrevivência de <i>L. divaricata</i> na área aberta e capoeira no Reservatório do Iraí-PR, ao longo de dois anos após o plantio.....	50

**2) Aspectos anatômicos e fisiológicos de folhas de *Schinus terebinthifolius* Raddi  
(Anacardiaceae) implantados em duas áreas com diferentes graus de sucessão**

Figura 01	Modelo de distribuição das espécies (Sub-parcela).....	74
Figura 02	Modelo de disposição das parcelas.....	74
Figura 03	Perfil da evolução das duas áreas com diferentes graus de sucessão, Reservatório Iraí-PR.....	75
Figura 04	Altura de <i>S.terebinthifolius</i> na área aberta e capoeira no Reservatório do Iraí-PR, ao longo de dois anos após o plantio.....	75
Figura 05	Diâmetro de <i>S.terebinthifolius</i> na área aberta e capoeira no Reservatório do Iraí-PR, ao longo de dois anos após o plantio.....	75

**3) Aspectos anatômicos e fisiológicos de folhas de *Mimosa scabrella* Bentham  
(Mimosaceae) implantados em duas áreas com diferentes graus de sucessão**

Figura 01	Modelo de distribuição das espécies (Sub-parcela).....	100
Figura 02	Modelo de disposição das parcelas.....	100
Figura 03	Perfil da evolução das duas áreas com diferentes graus de sucessão, Reservatório Iraí-PR.....	101
Figura 04	Altura de <i>M. scabrella</i> na área aberta e capoeira no Reservatório do Iraí- PR, ao longo de dois anos após o plantio.....	101
Figura 05	Diâmetro de <i>M. scabrella</i> na área aberta e capoeira no Reservatório do Iraí-PR, ao longo de dois anos após o plantio.....	101

**4) Morfo-anatomia foliar de *Podocarpus lambertii* Klotzsch ex Endl (Podocarpaceae)  
implantados em duas áreas com diferentes graus de sucessão**

Figura 01	Modelo de distribuição das espécies (Sub-parcela).....	122
Figura 02	Modelo de disposição das parcelas.....	122
Figura 03	Perfil da evolução das duas áreas com diferentes graus de sucessão, Reservatório Iraí-PR.....	123
Figura 04	Altura de <i>P. lambertii</i> na área aberta e capoeira no Reservatório do Iraí- PR, ao longo de dois anos após o plantio.....	123
Figura 05	Diâmetro de <i>P. lambertii</i> na área aberta e capoeira no Reservatório do Iraí-PR, ao longo de dois anos após o plantio.....	123

**ANEXO**

Figura 01	Local de implantação do experimento, mostrando as duas áreas com diferentes graus de sucessão no Reservatório do Irai.....	129
-----------	---	-----

Figura 02	Mudas utilizadas no plantio às margens do Reservatório do Irai-PR.....	129
Figura 03	Implantação do experimento – plantio as margens do Reservatório do Iraí.	130
Figura 04	Folhas de <i>Schinus terebinthifolius</i> prensadas e secas usadas para calcular o peso seco e a área foliar.....	130
Figura 05	Folhas de <i>Mimosa scabrella</i> prensadas e secas usadas para calcular o peso seco e a área foliar.....	131
Figura 06	Folhas de <i>Podocarpus lambertii</i> prensadas e secas usadas para calcular o peso seco e a área foliar.....	131
Figura 07	Balança de precisão utilizada para medir o peso seco das folhas das quatro espécies.....	132
Figura 08	Estômatos de <i>Podocarpus lambertii</i> .....	132
Figura 09	Corte transversal da folha de <i>Schinus terebinthifolius</i> mostrando seus tecidos.....	132
Figura 10	Corte transversal da folha de <i>Mimosa scabrella</i> mostrando seus tecidos.....	132
Figura 11	Corte transversal da folha de <i>Podocarpus lambertii</i> mostrando seus tecidos.....	133
Figura 12	Medições das trocas gasosas com o aparelho Portable Photosynthesis System, modelo LC pró+, Dynamax, USA.....	133



## LISTA DE TABELAS

### 1) Crescimento e Sobrevivência de quatro espécies florestais nativas implantadas em áreas com diferentes graus de sucessão no Reservatório Iraí-PR

Tabela 01	Valores médios das características físico-químicas do solo, de duas profundidades de cada tratamento.....	45
Tabela 02	Dados de altura (H), diâmetro (d) e sobrevivência (S) das quatro espécies plantadas em duas áreas com diferentes graus de sucessão: área aberta (AB) e capoeira (CAP) às margens do Reservatório Iraí-PR, aos 6, 12, 18 e 24 meses.....	45

### 2) Aspectos anatômicos e fisiológicos de folhas de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) implantados em duas áreas com diferentes graus de sucessão

Tabela 01	Valores médios, respectivos desvios padrão e coeficientes de variação das características morfológicas para folhas de <i>S. terebinthifolius</i> nos diferentes tratamentos.....	73
Tabela 02	Valores médios e respectivos desvios padrão e coeficientes de variação das espessuras das características anatômicas para os folíolos de <i>S. terebinthifolius</i> nos diferentes tratamentos.....	73
Tabela 03	Valores médios, respectivos desvios padrão e coeficientes de variação das características fisiológicas para os folíolos de <i>S. terebinthifolius</i> nos diferentes tratamentos.....	73
Tabela 04	Valores médios, respectivos desvios padrão e coeficientes de variação da altura (cm) de <i>S. terebinthifolius</i> nos diferentes tratamentos aos 6, 12 e 18 meses.....	73
Tabela 05	Valores médios, respectivos desvios padrão e coeficientes de variação do diâmetro (mm) de <i>S. terebinthifolius</i> nos diferentes tratamentos aos 6, 12 e 18 meses.....	73
Tabela 06	Taxa de sobrevivência (%) de <i>S. terebinthifolius</i> nos diferentes tratamentos aos 6, 12 e 18 meses.....	74

### 3) Aspectos anatômicos e fisiológicos de folhas de *Mimosa scabrella* Bentham (Mimosaceae) implantados em duas áreas com diferentes graus de sucessão

Tabela 01	Valores médios, respectivos desvios padrão e coeficientes de variação das características morfológicas para folhas de <i>M. scabrella</i> nos diferentes	
-----------	--	--

	tratamentos.....	99
Tabela 02	Valores médios e respectivos desvios padrão e coeficientes de variação das espessuras das características anatômicas para os folíolos de <i>M. scabrella</i> nos diferentes tratamentos.....	99
Tabela 03	Valores médios, respectivos desvios padrão e coeficientes de variação das características fisiológicas para os folíolos de <i>M. scabrella</i> nos diferentes tratamentos.....	99
Tabela 04	Valores médios, respectivos desvios padrão e coeficientes de variação da altura (cm) de <i>M. scabrella</i> nos diferentes tratamentos aos 6, 12 e 18 meses.....	99
Tabela 05	Valores médios, respectivos desvios padrão e coeficientes de variação do diâmetro (mm) de <i>M. scabrella</i> nos diferentes tratamentos aos 6, 12 e 18 meses.....	100
Tabela 06	Taxa de sobrevivência (%) de <i>S. terebinthifolius</i> nos diferentes tratamentos aos 6, 12 e 18 meses.....	100

**4) Morfo-anatomia foliar de *Podocarpus lambertii* Klotzsch ex Endl (Podocarpaceae) implantados em duas áreas com diferentes graus de sucessão**

Tabela 01	Valores médios, respectivos desvios padrão e coeficientes de variação das características morfológicas para folhas de <i>P. lambertii</i> nos diferentes tratamentos.....	121
Tabela 02	Valores médios e respectivos desvios padrão e coeficientes de variação das características anatômicas para folhas de <i>P. lambertii</i> nos diferentes tratamentos.....	121
Tabela 03	Valores médios, respectivos desvios padrão e coeficientes de variação da altura (cm) de <i>P. lambertii</i> nos diferentes tratamentos aos 6, 12 e 18 meses.....	121
Tabela 04	Valores médios, respectivos desvios padrão e coeficientes de variação do diâmetro (mm) de <i>P. lambertii</i> nos diferentes tratamentos aos 6, 12 e 18 meses.....	121
Tabela 05	Taxa de Sobrevivência (%) de <i>P. lambertii</i> nos diferentes tratamentos aos 6, 12 e 18 meses.....	122

## RESUMO

A perda de florestas cresce numa taxa alarmante, estimando-se que a cada ano 15,4 milhões de hectares de florestas tropicais são destruídas ou seriamente degradadas. Em face disto, a partir dos anos 90 foi observado um grande aumento das iniciativas de recuperação de áreas degradadas impulsionado pela conscientização da sociedade e da exigência legal (Lei nº 4771/65 do Código Florestal), desta forma demandando estudos que gerem conhecimentos técnicos-científicos capazes de suprir as necessidades de informações para esses programas de recuperação. Esse trabalho visou abordar os aspectos silviculturais, morfo-anatômicos e fisiológicos de quatro espécies florestais nativas (*Schinus terebinthifolius*; *Mimosa scabrella*; *Podocarpus lambertii* e *Luehea divaricata*) implantadas em duas áreas com diferentes graus de sucessão no projeto de revegetação das margens do Reservatório do Iraí, localizado na região metropolitana de Curitiba-PR. Para isso foram realizadas medições de altura e diâmetro aos 6, 12, 18 e 24 meses, assim como verificado a taxa de sobrevivência dessas espécies. Aos 18 meses também foram coletadas folhas de *S. terebinthifolius*, *M. scabrella*, *P. lambertii* a fim de verificar a morfo-anatomia dessas e no mesmo período foi realizada a coleta de dados fisiológicos de *S. terebinthifolius* e *M. scabrella*. Os dados obtidos foram submetidos ao Teste t. *S. terebinthifolius* apresentou uma superioridade de altura dos indivíduos que estavam na capoeira até os 18 meses, não diferindo mais aos 24 meses e a sua taxa de sobrevivência, aos 24 meses de plantio, foi de 81,37% para a área de capoeira e 68,15% para a área aberta. Com relação aos dados morfo-anatômicos, *S. terebinthifolius* apresentou diferença significativa para a área foliar e área foliar específica, sendo maior para os indivíduos da área de capoeira; a espessura da cutícula, do parênquima paliçádico e espessura total do limbo foi significativamente maior para os indivíduos da área aberta. Os dados fisiológicos mostraram diferença significativa somente para a taxa de transpiração que foi maior na capoeira. *M. scabrella* foi a espécie que obteve os menores índices de sobrevivência em ambas as áreas, restando aos 24 meses, na área aberta 13,54% das mudas implantadas e na capoeira, 21,18%. Para os parâmetros morfológicos, *M. scabrella* apresentou diferença significativa apenas para a área foliar específica que foi maior para os indivíduos da capoeira. Com relação aos parâmetros anatômicos, apenas a espessura da epiderme adaxial e do parênquima paliçádico mostraram diferenças significativas. A epiderme adaxial foi maior na área de capoeira, enquanto que o parênquima paliçádico foi maior na área aberta. Os dados fisiológicos mostraram diferença significativa para a taxa de transpiração que foi maior na área aberta e a condutância estomática que foi maior na capoeira. *P. lambertii* apresentou melhores índices de crescimento, tanto em altura como em diâmetro, na área aberta e apresentou diferença significativa para a área foliar, sendo maior para os indivíduos da capoeira. Já para a densidade estomática, espessura de cutícula, parênquimas paliçádico, lacunoso, espessura total, altura e diâmetro foram significativamente maiores para os indivíduos da área aberta. *L. divaricata* até os 18 meses não apresentou diferença significativa entre a área aberta e capoeira, porém aos 24 meses a altura foi maior para a área de capoeira com diferença significativa em relação a área aberta e para o diâmetro foi maior para a área aberta aos 24 meses. Assim, dentre as espécies estudadas *S. terebinthifolius* é a espécie com maior plasticidade. A segunda espécie com melhores índices de sobrevivência e crescimento foi *P. lambertii*, que também demonstrou apresentar certa plasticidade. Já *L. divaricata* deve ser priorizada em plantios que ofereçam uma condição de sombreamento maior e *M. scabrella* é recomendada somente em altas densidades, pois apresenta índices de mortalidade muito expressivos.

**Palavras-Chave:** Silvicultura; Morfoanatomia foliar; Espécies Florestais Nativas; Recuperação

## ABSTRACT

Forests destruction is growing on a alarming rate. It is estimated that each year 15.4 million hectares of tropical forests are being destroyed or seriously damaged. Therefore, starting from the 90's, a large increase of initiatives aiming recovery of degraded areas started to be driven by society awareness and new legal requirements (Forest Code, law 4771/65). As a result, recovery programmes are creating demands for new studies which generate needs for new technical/scientific knowledge improvements. The present work aimed to focus on silvicultural, morph-anatomical and physiological aspects of four native forest species (*Schinus terebinthifolius*; *Mimosa scabrella*; *Podocarpus lambertii* and *Luehea divaricata*) implanted into two different areas with different succession degrees of revegetation on Iraí's Reservoir margins, at Curitiba metropolitan region. Height and diameter measurements were taken at 6, 12, 18 and 24 months to support this study, finding in the end the species survival rate. With 18 months, leaves of *S. terebinthifolius*, *M. scabrella*, *P.lambertii* were collected in order to check morph-anatomy, and at the same period physiological data from *S. terebinthifolius* and *M. scabrella* were also gathered. These data were submitted to t teste. *S. terebinthifolius* test, presenting as a result a height superiority of individuals up to 18 months on regenerating forest. On 24 months, figures were quite similar, survival rate was up to 81,37% for regenerating forest and 68,15% on open fields. In respect to morpho-anatomical data, *S. terebinthifolius* made a significant difference to the leaf area and specific leaf area, being higher for individuals on regenerating forest; cuticle thickness, palisade parenchyma and total limb thickness were significantly higher for individuals on open fields. Physiological data showed significant difference to transpiration rate only, being higher in regenerating forest. For both areas, *M. scabrella* was the specie with worst survival rate, only 13.54% on open field and 21.18% on regenerating forest remained planted after 24 months. For morphological parameters, *M. scabrella* made a great difference just for specific leaf area being bigger for regenerating forest. In respect to anatomical parameters, only adaxial skin thickness and palisade parenchyma showed significant differences. Adaxial epidermis was greater in the area of regenerating forest, while the palisade parenchyma was higher in the open field one. Physiological data showed a significant difference on transpiration rate being bigger on open fields, as stomatal conductance being higher in regenerating forest. *P. lambertii* always had better growth rates, both in height and diameter measurements, in open field and made significant difference on leaf areas, being higher for individuals of regenerating forest. For stomatal density, cuticle thickness, palisade parenchyma, spongy parenchyma, total thickness, height and diameter were significantly higher for individuals on open fields. Up to 18 months, *L. divaricata* showed no significant difference between open fields and regenerating forests, although on 24 months height was greater on regenerating forest area in relation to open fields. Diameter was greater for open fields on 24 months though. Thus, among the studied species, *S. terebinthifolius* is the specie with greater plasticity. The second kind with better survival rate and growth was *P. lambertii*, which also presented some plasticity. *L. divaricata* though should be prioritized in plantations offering a better shading condition and *M. scabrella* is recommended only in high densities, since mortality rates can be very expressive.

**Key-Words:** Forestry, Leaf anatomy and morphology; forest native species, revegetation.

## 1 INTRODUÇÃO

A perda de florestas cresce numa taxa alarmante, estimando-se que a cada ano 15,4 milhões de hectares de florestas tropicais são destruídas ou seriamente degradadas (PARROTA *et al.*, 1997). Essa perda está altamente ligada com a questão histórica, principalmente com a construção das sociedades humanas atuais.

No Brasil, o primeiro marco no processo de fragmentação ocorreu por volta de 500 anos atrás com a conquista desse continente pelos europeus. A partir daí, as atividades socioeconômicas passaram a ocupar áreas de florestas.

Inicialmente, a principal ação humana de degradação florestal consistiu na extração de madeiras como o pau-brasil, para o comércio ou simplesmente a derrubada da floresta para uso na estruturação das vilas e ocupação da então colônia. Depois disso, a localização e a velocidade dos desmatamentos passou a se confundir com as demandas decorrentes dos ciclos econômicos. O crescimento demográfico e das cidades também contribuiu e muito para a degradação das florestas, que foram consumidas para a geração de energia e implantação da infra-estrutura urbana (FISZON *et al.*, 2003).

Outros fatores marcantes que contribuíram para o processo de degradação florestal foram a conquista de terras para a agricultura e pecuária e a implantação de infra-estrutura de energia como a construção de barragens de rios. Tais empreendimentos iniciaram-se no Brasil no fim do século XIX e início do XX. Seu auge ocorreu entre as décadas de 60 e 80, quando a construção de inúmeras represas para geração de energia, de abastecimento de água e de aproveitamento múltiplo, teve importante papel no crescimento econômico do país (FISZON *et al.*, 2003).

Toda essa devastação florestal acaba acarretando uma série de conseqüências, que incluem redução e isolamento de populações vegetais e animais, gerando conseqüências genéticas deletérias com possível perda de diversidade. Observa-se ainda nessas áreas degradadas mudanças na estrutura e função do ecossistema, assim como de processos ecológicos, tais como sucessão secundária, teias tróficas, bem como relações de interações, a exemplo da polinização e dispersão. Alterações microclimáticas, como mudanças nos padrões de intensidade solar, fluxo de ventos e umidade, também são esperadas e sem dúvida afetam ainda mais a comunidade biótica local (SIQUEIRA, 2002).

Esta exposição das conseqüências nocivas das atividades antrópicas mostrou uma série de conseqüências sobre o próprio ser humano, acarretando numa mudança na postura de parte da sociedade frente estas atividades. Somado a isso, exigências legais foram formuladas

visando minimizar, dificultar e mesmo impedir a realização de ações que atentem contra o meio ambiente.

Então, a partir dos anos 90 foi observado um grande aumento das iniciativas de recuperação de áreas degradadas devendo-se basicamente à conscientização da sociedade, aliado a uma exigência legal (Lei nº 4771/65 do Código Florestal), desta forma demandando estudos que gerem conhecimentos técnicos-científicos capazes de suprir as necessidades de informações para esses programas de recuperação (KAGEYAMA e GANDARA, 2003).

A recuperação de áreas degradadas pode ser conceituada como um conjunto de ações – idealizadas e executadas por especialistas das mais diferentes áreas do conhecimento humano – que visam proporcionar o restabelecimento de condições de equilíbrio e sustentabilidade existentes anteriormente em um sistema natural (DIAS e GRIFFITH, 1998).

A recuperação florestal no Brasil tem seu primeiro registro histórico datado do Período Imperial. Problemas de abastecimento de água na cidade do Rio de Janeiro, então sede da Coroa Portuguesa, suscitaram do governo imperial as providências legais para proteção e reflorestamento de matas no entorno de nascentes. A recomposição florística dos mananciais, principalmente na Floresta da Tijuca, foi efetuada inicialmente com o transplante de pequenas árvores e posteriormente mudas, obtidas em áreas vizinhas. Por fim, observando-se grande perda de indivíduos, optou-se pela coleta de sementes, formação de mudas em viveiros e seu plantio aleatório nas áreas, fato que permitiu o sucesso da iniciativa como pode ser comprovado no Parque Nacional da Floresta da Tijuca (SIQUEIRA, 2002).

Ações recuperadoras que se seguiram, a partir da primeira metade do século XX, primaram pela utilização de monoculturas com espécies exóticas, como *Eucalyptus* sp e *Pinus* sp, devido a sua alta taxa de crescimento, o que permitia a cobertura da área em um menor espaço de tempo, associado ao fato do seu rendimento econômico, proporcionado pela utilização das madeiras para fins comerciais (SIQUEIRA, 2002). Porém, o uso de espécies exóticas foi e ainda é discutido por muitos autores até porque essa medida esbarra na legislação vigente, a qual prevê o uso de espécies nativas e também pelo fato, conforme relatado por Reis *et al.* (1999), de que muitas espécies exóticas apresentam caráter agressivo, impedindo assim o recrutamento de novas espécies, podendo mesmo alterar o processo de sucessão vegetal na área.

Baseado nisso, a partir da década de 80, observa-se uma alteração fundamental com relação aos conceitos de recuperação, enfatizando o uso de espécies nativas em plantios mistos (KAGEYAMA e GANDARA, 2003). Tudo isso foi conseqüência do desenvolvimento da ecologia da restauração como ciência, a qual trata a “restauração ecológica como sendo a

ciência, prática e arte de assistir e manejar a recuperação da integridade ecológica dos ecossistemas, incluindo um nível mínimo de biodiversidade e de variabilidade na estrutura e no funcionamento dos processos ecológicos, considerando-se seus valores ecológicos, econômicos e sociais (ENGEL e PARROTA, 2003)”. As bases atuais da ecologia de ecossistemas tropicais permitem que os profissionais envolvidos em programas de recuperação de áreas degradadas direcionem suas linhas de trabalho para a busca da implantação de padrões semelhantes aos da sucessão ecológica. A busca da maximização da resiliência potencial do ambiente em estudo deve ser almejada. Os objetivos devem ser traçados na tentativa de favorecer os mecanismos naturais que permitem a reação da natureza aos diferentes graus de perturbação (CAMPELO, 1998).

Segundo Campelo (1998), a melhor forma para compreendermos a estratégia de desenvolvimento de um ecossistema caracteriza-se por uma análise do antes e do depois da degradação, em que o antes se refere ao conhecimento da fitossociologia, da direção sucessional, dos agentes dispersores de propágulos, do substrato que suporta o sistema biológico e dos componentes climáticos; o depois passa pela identificação dos fatores limitantes da reação e pela tentativa de mitigá-los, dentro de uma ótica de recuperação da função ecológica previamente existente. Desse modo, a metodologia de trabalho deve visar o rápido estabelecimento de plantas com menor uso possível de insumos, objetivando que o processo natural de sucessão vegetal seja retomado pelo ambiente.

A base para qualquer uma das metodologias de projetos de recuperação fundamenta-se em responder a três questões: quais espécies plantar; quanto plantar de cada espécie; e como efetivar esse plantio, de modo a recobrir o solo no menor tempo, com menos perdas e menor custo (RODRIGUES e GANDOLFI, 1998).

Nesse ponto, é preciso ser levado em consideração as diferenças comportamentais das espécies escolhidas para a recuperação, levando em conta, sempre o processo de sucessão ecológica. Rodrigues e Gandolfi (1998) afirmam que as florestas, como qualquer outro ecossistema, não surgem prontas, complexas e diversificadas. Toda a composição de espécies e as interações aí existentes resultam de um processo lento e gradual de evolução que estes ecossistemas sofrem e que se denomina sucessão. Este processo caracteriza-se principalmente por gradual aumento e substituição de espécies no tempo, em função das diferentes condições ambientais que vão se estabelecendo, às quais diferentes espécies se adaptam melhor. O aumento e a substituição de espécies correspondem, na realidade, a uma substituição de grupos ecológicos ou categorias sucessionais (pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias ou clímax) a que cada espécie em particular pertence.

Portanto, se a sucessão é o processo básico que deve orientar a recomposição, é preciso entendê-la melhor, de maneira a explorar os diferentes aspectos desse fenômeno natural, que prevalece na organização de qualquer ecossistema.

Em se tratando de reflorestamento misto com espécies nativas, vários autores mencionam que a floresta plantada cria condições para a regeneração natural e para o aumento da diversidade no sub-bosque. Mas depois de algumas décadas de experiências frustradas – já que muitos plantios de restauração com essências nativas têm fracassado – há uma tendência atual de que o plantio de árvores seja considerado apenas como um primeiro passo ao longo do caminho para uma floresta auto-renovável, sendo que o papel desse plantio é, principalmente, melhorar as condições de solo e o microclima para favorecer os processos naturais de regeneração (DURIGAN *et al.*, 2004).

Para que estas medidas rumo à restauração de determinados ecossistemas sejam bem sucedidas é importante conhecer o comportamento das espécies nativas no campo, a fim de escolher a melhor forma possível, espécies que se adaptem as condições desse ecossistema a ser restaurado. Neste sentido, a anatomia ecológica vem a auxiliar a responder essa questão.

Anatomia ecológica é a relação entre a estrutura da planta e o ambiente, ou seja, é a categoria da anatomia vegetal que apresenta como objetivo principal o estudo dos caracteres morfo-anatômicos visando compreender a influência dos fatores do meio na expressão das características fenotípicas (CUTTER, 1978 citada por MARANHÃO, 2004).

As plantas, assim como os animais, conseguem desenvolver mudanças em características funcionais e estruturais em função a fatores ambientais a que estão expostos, resultando na plasticidade fenotípica. Desta forma, podemos definir a plasticidade fenotípica como sendo a habilidade que um genótipo tem de expressar diferentes fenótipos em resposta a distintos ambientes (CORRÊA, 2004), criando, assim, oportunidades para a conquista de novos ambientes e, ao mesmo tempo, sujeitar a planta à mudanças genéticas (CARDOSO e LOMÔNACO, 2003).

Existem muitos fatores que induzem a planta a criar estratégias para a sua sobrevivência, entre eles: exigência de nutrientes, disponibilidade hídrica e luminosa. Neste sentido, Pooter (2001) afirma que em florestas tropicais, a luz é, provavelmente, o fator ambiental mais importante que afeta o estabelecimento, o crescimento e a sobrevivência das plantas. Os vários estratos encontrados nestas florestas, bem como os distúrbios provocados pela abertura e fechamento de clareiras, ocasionam a formação de vários gradientes de luminosidade, os quais impõem o desenvolvimento de diferentes estratégias para a captação e otimização deste recurso (CORRÊA, 2004).



Essas estratégias podem ser verificadas em vários aspectos relacionados com a morfologia e a anatomia das plantas. Quando se trata de intensidade luminosa, um grande número de trabalhos leva em consideração as variações na estrutura foliar (VOGELMANN *et al.*, 1996; GIVNISH, 1988), pois, segundo Dickison (2000), esta é o órgão da planta que mais responde anatomicamente às variações lumínicas de um determinado habitat.

Espécies arbóreas possuem diferentes capacidades para a utilização da luz e essa variação influencia no seu sucesso em ambientes com diferentes concentrações de luz dentro de uma floresta. Mudanças de espécies pioneiras podem sobreviver e crescer apenas em locais com alta disponibilidade de luz, enquanto mudas de espécies secundárias (tolerantes a sombra) conseguem sobreviver apenas na sombra profunda. A habilidade de aumentar o ganho líquido de carbono é um importante aspecto da aclimatação da folhas ao ambiente. Quando crescem em alta luminosidade, as espécies pioneiras geralmente têm uma taxa fotossintética maior que as de espécies tolerantes a sombra e isso contribui para o crescimento mais acelerado das mudas de pioneiras (HANBA, 2002).

Com relação a morfologia foliar, normalmente as plantas adaptadas a maiores valores de irradiância apresentam folhas mais espessas, com área foliar menor e com densidade estomática maior (GIVNISH, 1988; LARCHER, 2000). Porém, isso não é um padrão, já que alguns estudos (ILLENSEER e PAULILO, 2002; HANBA *et al.*, 2002) mostraram dados controversos a esta informação. Então é preciso investigar até que ponto as espécies podem adaptar-se, conhecendo, desta forma, como a espécie se comporta no ambiente natural, se esta é ou não capaz de adaptar-se a determinado fator.

Portanto, esse trabalho visou abordar e, de alguma forma, contribuir com os aspectos silviculturais, morfo-anatômicos e fisiológicos de quatro espécies florestais nativas: *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae); *Mimosa scabrella* Benth (Mimosaceae); *Podocarpus lambertii* Klotzch ex Endlicher (Podocarpaceae) e *Luehea divaricata* Martius & Zucarini (Tiliaceae) usadas no projeto de revegetação das margens do Reservatório do Iraí, localizado na região metropolitana de Curitiba-PR. Nesse sentido, são apresentados na sequência os resultados obtidos, sendo que cada capítulo compreende um artigo científico da seguinte forma:

a) Aspectos silviculturais

- Crescimento e sobrevivência de *Schinus terebinthifolius*, *Mimosa scabrella*, *Podocarpus lambertii* e *Luehea divaricata*;

b) Aspectos Morfo-anatômicos e fisiológicos

- Aspectos anatômicos e fisiológicos de folhas de *Schinus terebinthifolius*;
- Aspectos anatômicos e fisiológicos de folhas de *Mimosa scabrella*;
- Aspectos morfo-anatômicos de *P. lambertii*.

## REFERÊNCIAS

- CAMPELO, E. F. C. Sucessão vegetal na Recuperação de áreas degradadas. In: DIAS, L. E. & MELLO, J. W. V. **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: UFV, 1998. p. 183-196.
- CARDOSO, G. L.; LOMÔNACO, C. Variações fenotípicas e potencial plástico de *Eugenia calycina* Cambess. (Myrtaceae) em uma área de transição cerrado-vereda. *Revista Brasil. Bot.*, v.26, n. 1, p.131-140, 2003.
- CORRÊA, I. J. Plasticidade fenotípica em indivíduos jovens de *Aloysia virgata* (Ruiz et Pav.) A. L. Juss – Verbenaceae. Dissertação (Mestrado). São Carlos: UFSCAR, 58p., 2004.
- CUTTER, E. G. Importance and state of ecological anatomic studies. In: 2º Congresso Latino-Americano de Botânica; XXIX Congresso Nacional de Botânica. Anais. Brasília, Sociedade Botânica do Brasil, 1978.
- DIAS, L.E.; GRIFFITH, J. J. Conceituação e caracterização de áreas degradadas. In: DIAS, L.E. & J.W.V. MELLO. **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: UFV, 1998, p. 1-7.
- DICKSON, W.C. 2000. Integrative plant anatomy. Horcant academy Press, San Diego.
- DURIGAN, G.; MELO, A. C. G.; CONTIERI, W. A. & NAKATA, H. Regeneração Natural da vegetação de cerrado sob florestas plantadas com espécies nativas e exóticas. In: BÔAS, O. V. & DURIGAN, G. (orgs.). **Pesquisas em conservação e recuperação ambiental do Oeste Paulista: resultados da cooperação Brasil/Japão/Instituto Florestal**. São Paulo: Paginas & Letras Editora e Gráfica, 2004. p. 447-456.
- ENGEL, V. L.; PARROTA, J. A. Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais. In: KAGEYAMA, P. Y., OLIVEIRA, R. E., MORAES, L. F. D., ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. (Ed.) **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu, FEPAF, p. 1-26, 2003.
- FISZON, J. T. *et al.* Causas antrópicas. In: RAMBALDI, D. M. & OLIVEIRA, D. A. S. (orgs.) 2003. **Fragmentação de Ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas**. Brasília: MMA/SBF. p. 65-99.
- GIVNISH, T.J. Adaptation to sun and shade: a whole-plant perspective. **Aust. J. Plant Physiol.**, v.15, p.63-92, 1988.
- HANBA, Y. T.; KOGAMI, H.; TERASHIMA, I. The effect of growth irradiance on leaf anatomy and photosynthesis in *Acer* species differing in light demand. **Plant, Cell and Environment**, v. 25, p.1021-1030, 2002.

- ILLENSEER, R. & PAULILO, M. T. S. Crescimento e eficiência na utilização de nutrientes em plantas jovens de *Euterpe edulis* Mart. Sob dois níveis de irradiância, nitrogênio e fósforo. **Acta bot. Bras.**, v. 16, n. 4, p.385-394, 2002.
- KAGEYAMA, P.; GANDARA, F. B. Recuperação de Áreas Ciliares. In: RODRIGUES, R.R. & LEITÃO FILHO, H. F. (Eds.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo-FAPESP. p.249-269, 2003.
- LARCHER, W. 2000. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos, RiMa, 531p.
- MARANHO, L. T. **Efeitos da poluição por petróleo na estrutura da folha e do lenho de *Podocarpus lambertii* Klotzsch ex Endl. (Podocarpaceae)**. Tese (Doutorado-Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 201p., 2004.
- PARROTTA, J.A.; J.W. TURNBULL & N. JONES. 1997. Catalyzing native forest regeneration on degraded tropical lands. **Forestry Ecology Management 99**: 1-7.
- POOTER, L. Light-dependent changes in biomass allocation and their importance for growth of rain forest tree species. **Functional Ecology**, Londres, v. 15, p. 113-123, 2001.
- REIS, A.; ZAMBONIN, R. M.; NAKAZONO, E. M. Recuperação de áreas degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal. **Cadernos da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica**, n. 14, p. 1-42, 1999.
- RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Restauração de florestas tropicais: subsídios para uma definição metodológica e indicadores de avaliação e monitoramento. In: DIAS, L. E. & MELLO, J. W. V. **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: UFV, 251p., 1998.
- SIQUEIRA, L. P. **Monitoramento de áreas restauradas no interior do Estado de São Paulo, Brasil**. Dissertação (Mestrado), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), USP, Piracicaba-SP, 116p., 2002.
- VOGELMANN, T. C.; NISHIO, J. N. & SMITH, W. K. Leaves and light capture: light propagation and gradients of carbon fixation within leaves. **Trends in Plant Science**, v.1, n. 2, p. 65-70, 1996.

## CRESCIMENTO E SOBREVIVÊNCIA DE QUATRO ESPÉCIES FLORESTAIS NATIVAS IMPLANTADAS EM ÁREAS COM DIFERENTES GRAUS DE SUCESSÃO NO RESERVATÓRIO IRAÍ-PR.

**RESUMO:** A preocupação da sociedade frente aos efeitos da degradação ambiental antrópica tem sido crescente e plantações florestais estão sendo estabelecidas desde o século XIX no Brasil com diferentes objetivos conservacionistas, associados a uma imposição estabelecida pela legislação vigente, como as determinadas pela Lei Federal 4.771/65 (Código Florestal) e a Medida Provisória 2.166-67 de agosto de 2001. Para tal, conhecer o comportamento de espécies nativas no campo é uma necessidade cada vez mais urgente para que projetos de revegetação e de manejo florestal obtenham sucesso. Logo, o objetivo deste trabalho foi avaliar comparativamente os resultados de crescimento e sobrevivência de quatro espécies nativas (*Schinus terebinthifolius*, *Mimosa scabrella*, *Podocarpus lambertii* e *Luehea divaricata*) implantadas em duas áreas com diferentes graus de sucessão, nas margens do Reservatório do Iraí, localizado na região metropolitana de Curitiba-PR. *S. terebinthifolius* apresentou uma superioridade dos indivíduos que estavam na capoeira até os 18 meses, não diferindo mais aos 24 meses e a sua taxa de sobrevivência, aos 24 meses de plantio, foi de 81,37% para a área de capoeira e 68,15% para a área aberta. *M. scabrella* foi a espécie que obteve os piores índices de sobrevivência em ambas as áreas, restando aos 24 meses, na área aberta 13,54% das mudas implantadas e na capoeira, 21,18%. *P. lambertii* apresentou sempre melhores índices de crescimento, tanto em altura como em diâmetro, na área aberta. *L. divaricata* até os 18 meses não apresentou diferença significativa entre a área aberta e capoeira, porém aos 24 meses a altura foi maior para a área de capoeira com diferença significativa em relação a área aberta e para o diâmetro foi maior para a área aberta aos 24 meses. Assim, dentre as espécies estudadas *S. terebinthifolius* é a espécie com maior plasticidade. A segunda espécie com melhores índices de sobrevivência e crescimento foi *P. lambertii*, que também demonstrou apresentar certa plasticidade. Já *L. divaricata* deve ser priorizada em plantios que ofereçam uma condição de sombreamento maior e *M. scabrella* é recomendada somente em altas densidades, pois apresenta índices de mortalidade muito expressivos.

**Palavras-chave:** Silvicultura de espécies nativas; Recuperação de ambientes ciliares.

## INTRODUÇÃO

A preocupação da sociedade frente aos efeitos da degradação ambiental antrópica tem sido crescente e plantios florestais estão sendo estabelecidos desde o século XIX no Brasil com diferentes objetivos conservacionistas, como a proteção de mananciais, estabilização de encostas, recuperação de habitat para a fauna, dentre outros (ENGEL e PARROTA, 2003). Essa questão recebeu mais destaque após o estabelecimento de certas medidas impostas pela legislação vigente, como as determinadas pela Lei Federal 4.771/65 (Código Florestal) e Medida Provisória 2.166-67 de agosto de 2001, que dispõem entre outras coisas sobre áreas de reserva legal e de preservação permanente. Com essas determinações, iniciaram-se as primeiras ações com intenção recuperadora que num primeiro momento primaram pela utilização de monoculturas com espécies exóticas, como *Eucalyptus* sp e *Pinus* sp, isso, impulsionado, conforme relata Siqueira (2002), pela sua alta taxa de crescimento, associada ao seu forte rendimento econômico, proporcionado pela utilização das madeiras para fins comerciais.

Somente na década de 1980, com o desenvolvimento da ecologia da restauração como ciência é que os projetos de restauração florestal passaram a privilegiar o uso de espécies nativas. Assim, essa nova área do conhecimento começou a gerar inúmeras reflexões teóricas e passou a dispor de veículos de divulgação próprios, como livros, periódicos, simpósios, com destaque para o primeiro Simpósio de Mata Ciliar em 1989. Neste sentido, Kageyama, Gandara e Oliveira (2003) definem a restauração florestal como a busca pela recuperação de parte da biodiversidade local, facilitando os processos biológicos relacionados à manutenção do ecossistema florestal, através do plantio, condução e manejo de espécies florestais nativas.

Para que isso ocorra, atualmente os programas de recuperação de áreas degradadas direcionam suas linhas de trabalho baseados na ecologia de ecossistemas tropicais, buscando a implantação de padrões semelhantes aos da sucessão ecológica, a fim de maximizar a resiliência potencial do ambiente, na tentativa de favorecer os mecanismos naturais que permitem a reação da natureza aos diferentes graus de perturbação (CAMPELO, 1998). Fazer com que o ambiente atinja o mais próximo possível de sua condição original através de padrões sucessionais significa trazer novamente ao ambiente, espécies e interações existentes entre as mesmas. Mais do que a proximidade à condição anterior, níveis de sucessão devem ser alcançados, os quais atendam ao conceito de estabilidade (resiliência, persistência, resistência, variabilidade), tal qual mencionado por Reis *et al.* (1999).

Diversas técnicas podem ser utilizadas e entre essas podem ser citadas a semeadura direta (ARAKI, 2005), a instalação de poleiros (ALMEIDA, 2000), a transposição de serapilheira (REIS *et al.*, 2003), a coleta de chuva de sementes (ALMEIDA, 2000), o simples isolamento da área (RODRIGUES e GANDOLFI, 2004) e os mais difundidos, os plantios de espécies arbóreas (KAGEYAMA *et al.*, 2003; CARPANEZZI, 2005; CHIAMOLERA e ANGELO, 2007).

Em se tratando de plantios mistos com espécies nativas, vários autores mencionam que a floresta plantada cria condições para a regeneração natural e para o aumento da diversidade no sub-bosque (PARROTA *et al.*, 1997; DURIGAN *et al.*, 2004). Porém, depois de muitos fracassos em plantios de restauração com essências nativas, há uma tendência atual de que o plantio de árvores seja considerado apenas como um primeiro passo ao longo do caminho para uma floresta auto-renovável, sendo que o papel desse plantio é, principalmente, melhorar as condições de solo e o microclima para favorecer os processos naturais de regeneração natural (DURIGAN *et al.*, 2004).

No Brasil, muitas terras agriculturáveis são abandonadas dando início ao processo de sucessão natural e as primeiras etapas correspondem ao estabelecimento de espécies

herbáceas-arbustivas e, posteriormente, lenhosas de pequeno porte, como o gênero *Baccharis*. Este estado sucessional secundário é conhecido como capoeira (VELOSO, 1991) e, muitas vezes, é uma fase menosprezada, já que o sentimento mais arraigado na sociedade é de que só a floresta tem valor ambiental considerável (CARPANEZZI, 2005).

Então, vale chamar a atenção de que toda a composição de espécies e suas interações em uma floresta é o resultado de um processo lento e gradual, que ocorre ao longo do tempo, e que se denomina sucessão ecológica. Durante esse processo vai ocorrendo um aumento gradual e uma substituição de espécies de grupos ecológicos ou categorias sucessionais (pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias ou clímax) distintas que se estabelecem em virtude de diferentes condições ambientais, as quais estas se adaptam melhor (RODRIGUES e GANDOLFI, 1998). Doyle (1981) menciona que observações na floresta tropical úmida indicam que comunidades de florestas naturais são compostas por mosaicos em diferentes estágios de maturidade sucessional interpretados como mosaicos florestais como um padrão espaço-temporal de fases cíclicas. Ferretti (2002) e Ângelo (2007) reforçam isso afirmando que cada ponto de floresta é, ou foi, uma clareira no passado. Aberturas em florestas provocadas por queda ou morte de árvores ou galhos, queda de raios, incêndios são freqüentes dentro de florestas e são de extrema importância para a dinâmica e renovação destas, pois proporcionam microclimas distintos (temperatura, umidade, oferta de luz) possibilitando que diferentes grupos de espécies se estabeleçam.

Desta forma, a fase herbáceo-arbustiva tem seu valor, e entre os argumentos a seu favor estão a presença de uma fauna dependente dela e o fato de que a coexistência de diferentes fases sucessionais numa paisagem maximiza sua biodiversidade (CARPANEZZI, 2005). Além disso, essa fase dá início ao avanço da comunidade no processo que alcançará a fase clímax, causando mudanças microclimáticas e edáficas nas áreas em que essa vegetação se estabelece. Tais mudanças podem ser evidenciadas através do aumento da umidade relativa, do teor de matéria orgânica e dos nutrientes disponíveis no solo, do aumento da temperatura mínima entre outros fatores (BUDOWSKI, 1965). Porém, o que se verifica na prática, é que por questões adversas, como a destruição do banco de sementes, ausência de fontes de propágulos na vizinhança e ausência de dispersores, muitas vezes a sucessão estaciona nessa fase. Então, o enriquecimento de áreas de capoeira seria interessante, como uma estratégia a fim de atrair uma fauna que antes existia no local, permitindo desta forma o retorno de propágulos.

Outro fator que ressalta a importância dessa fase herbáceo-arbustiva é que as plantas ali estabelecidas já estão proporcionando condições lumínicas diferenciadas de uma área

completamente desprovida de vegetação, proporcionando, desta forma, que espécies que não conseguem desenvolver-se a pleno sol possam vir a se estabelecer. Esse fato é de extrema importância, já que a luz tem sido considerada como o fator mais importante para mecanismos de regeneração e crescimento de florestas. Engel e Poggiani (1990) afirmam que a adaptação das espécies à luminosidade ambiental é importante principalmente na fase juvenil por condicionar mudanças morfogenéticas e fisiológicas na sua estrutura e função, determinando o sucesso ou não da regeneração.

Portanto, esse estudo teve como objetivo avaliar comparativamente os resultados de crescimento e sobrevivência de quatro espécies nativas (*Schinus terebinthifolius*, *Mimosa scabrella*, *Podocarpus lambertii* e *Luehea divaricata*) implantadas em duas áreas com diferentes graus de sucessão, nas margens do Reservatório do Iraí, localizado na região metropolitana de Curitiba-PR para contribuir com a compreensão do padrão de resposta destas espécies sob estas condições, trazendo subsídios sobre a sua silvicultura com emprego em aspectos ambientais e comerciais.

## MATERIAL E MÉTODOS

O plantio foi realizado nas margens do Reservatório do Iraí, situado entre os municípios de Pinhais, Piraquara e Quatro Barras – Paraná, localizado a 25°24'15" de latitude Sul, 49°08'38" de longitude Oeste e a 890 m de altitude. O Rio Iraí pertence à bacia hidrográfica do Rio Iguaçu e tem por finalidade suprir, com seus 58.000.000 m<sup>3</sup>, a demanda hídrica da região (CARNEIRO *et al.*, 2005).

Segundo dados fornecidos pelo Simepar, desde a implantação do experimento no campo (dezembro/2005) até a coleta correspondente a 24 meses no campo (dezembro de 2007), a área de estudo apresentou temperatura média de 17,9°C, sendo o mês mais quente março de 2007, 21,7°C e o mês mais frio maio de 2006, 13,6°C. O mês mais chuvoso foi janeiro de 2007, com 234,2 mm e o mês menos chuvoso foi junho de 2007 com 1,4 mm, com precipitação média do período de 82,5 mm. A umidade relativa do ar apresentou média para o período de 84,6%, com extremos para o mês de abril de 2007 que apresentou 90% e o mês de agosto de 2006 com 75%. Segundo KOEPPEN, o clima da região é considerado Subtropical Úmido Mesotérmico (Cfb) (MAACK, 1981).

Klein e Hatschbach (1962) descrevem que nos terrenos baixos, situados ao longo do Rio Iguaçu e de seus afluentes, estabelecidos na grande várzea do Holoceno e localizado



principalmente ao leste e sudeste de Curitiba, ocorrem formações vegetacionais arbóreas (Floresta Ombrófila Mista), ali existentes por condições edáficas específicas.

Segundo Roderjan *et al.* (2002), a vegetação ocorrente na região se enquadra na unidade fitogeográfica Floresta Ombrófila Mista, na qual coexistem representantes da flora tropical e temperada, com predomínio da *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. Nessa unidade, encontra-se inserida uma formação natural de campos, citada por Maack (1981), com presença de capões constituídos por flora típica da Floresta Ombrófila Mista (CURCIO *et al.*, 2007). Esses capões são normalmente encontrados nas margens dos cursos d'água ou mesmo isolados nos campos, conforme relatado por Roderjan *et al.* (2002).

Para a instalação do experimento foi escolhida uma área do reservatório que apresentava diferentes graus de sucessão, ou seja, uma área onde a regeneração espontânea apresentava-se predominantemente constituída por gramíneas (“Área Aberta”) e a outra, uma área com a presença de capoeira, que segundo a Classificação da Vegetação Brasileira do IBGE (VELOSO, 1991), é uma vegetação que apresenta um estrato arbustivo mais desenvolvido, com poucas plantas herbáceas e muitas lenhosas de baixo porte, como o gênero *Baccharis* (“Área de Capoeira”). Para a caracterização da intensidade luminosa no momento da implantação do experimento foi realizada a amostragem de 30 pontos nas duas áreas com o auxílio de um luxímetro, caracterizando a área aberta ( $1144 \times 10^4$  lux) com praticamente o dobro da intensidade luminosa disponível na área de capoeira ( $576,6667 \times 10^4$  lux) (Figura 1 do Anexo).

Foi realizado um levantamento de solos segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999), classificando-o como CAMBISSOLO HÚMICO DISTRÓFICO gleico de textura argilosa. O local do plantio possui uma declividade entre 4 e 7% e foi configurado como semi-hidromórfico (CURCIO *et al.*, 2007). Amostras compostas de solo das duas áreas foram coletadas e enviadas ao Laboratório de Fertilidade e Física do Solo, do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Paraná a fim de serem avaliadas as características físico-químicas deste, conforme a Tabela 1.

As espécies empregadas na área foram *Mimosa scabrella* Benth.: Mimosaceae (Bracatinga), *Schinus terebinthifolius* Raddi: Anacardiaceae (Aroeira), *Podocarpus lambertii* Klotzsch ex Eichler: Podocarpaceae (Pinheiro-Bravo), *Luehea divaricata* Mart.: Tiliaceae (Açoita-Cavalo) e *Escallonia montevidensis* (Cham. & Schltl.): Saxifragaceae (Canudo-de-Pito). Para essa seleção de espécies, levou-se em conta aquelas nativas da região e aptas às condições dos solos do local de plantio. Outros critérios de seleção foram a rusticidade e a taxa de crescimento de algumas espécies (pioneiras para crescimento rápido, formação de

biomassa, sombreamento e habitat para fauna, incluindo-se aí outros estágios de sucessão ecológica.

As mudas implantadas na área de estudo foram provenientes dos seguintes viveiros: do IAP (Instituto Ambiental do Paraná), Embrapa Florestas (Colombo) e do Viveiro do Projeto Iraí localizado na Fazenda Canguiri da UFPR. As sementes utilizadas para a produção das mudas foram colhidas em municípios ao redor da área, obedecendo a um critério de seleção de coleta para as diferentes espécies, de acordo com Nogueira (2002). O tempo de permanência das mudas no viveiro variou conforme a espécie, porém a média foi de quatro meses. No momento da implantação das mesmas no campo, aroeira e bracatinga estavam com altura média de 15 a 20 cm e as demais espécies com 10 a 15 cm de altura (Figura 2 do Anexo).

Para efeito de obtenção de repetições, foi definido um modelo (parcelas) de disposição das espécies, conforme mostrado na Figura 1. Essas parcelas foram dispostas 48 vezes, sendo que 24 parcelas estavam em área considerada “aberta” e 24 parcelas em “área de capoeira”, conforme mostrado na Figura 2. O espaçamento utilizado (1 x 1 m) foi uniforme para as duas áreas. Cada parcela continha 06 indivíduos de *S. terebinthifolius*, além de 12 de *M. scabrella*, 03 de *P. lambertii*, 03 de *L. divaricata* e 01 indivíduo de *E. montevidensis*. Dessa forma o número total de indivíduos por espécie foi de 576, 288, 144, 144 e 48, respectivamente para *M. scabrella*, *S. terebinthifolius*, *P. lambertii*, *L. divaricata* e *E. montevidensis*, totalizando 1.200 indivíduos para a área total avaliada.

O plantio foi realizado nos dias 14 e 15 de dezembro de 2005. Para o plantio das mudas na área de capoeira, somente foram abertas as covas, sem intervenção na vegetação já existente, não sendo realizada adubação e nem a supressão de plantas competidoras, apenas o coroamento aos 12 meses (Figura 3 do Anexo). Após um mês de implantação das mudas foi realizado um replantio para substituição dos espécimes perdidos.

Aos seis, 12, 18 e 24 meses de implantação foram realizadas medições de diâmetro do colo e altura, utilizando paquímetro e trena, respectivamente, de todos os indivíduos das espécies do estudo, realizando-se também análise de sobrevivência das plantas.

Para todas as variáveis foram calculadas as médias e os respectivos desvios padrão. Para a análise dos tratamentos foi utilizado Teste t para comparar as médias das características morfológicas ao nível de 5% de probabilidade com o auxílio do programa STATISTICA versão 6.0 (STATSOFT, INC. TULSA, OK, USA 1998).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos para a taxa de sobrevivência e o crescimento em altura e diâmetro aos seis, 12, 18 e 24 meses na área aberta e na capoeira podem ser observados na Tabela 2.

Mas, o primeiro aspecto que deve ser discutido é que este é um projeto que visa a recuperação de um ecossistema natural, e, portanto, as espécies implantadas na área serviram apenas como o passo inicial rumo a uma formação florestal bem estabelecida. A única intervenção feita na área após o plantio foi um coroamento aos seis meses, porém deixando que a regeneração surgisse espontaneamente entre as plantas, conforme pode ser evidenciado no perfil de evolução das duas áreas mostrado na Figura 3. Assim, no momento inicial, ou seja, quando as mudas foram implantadas no campo, existia uma grande diferença na quantidade lumínica entre a área aberta e a área de capoeira, porém, a medida que o processo de sucessão ecológica foi avançando era esperado que a composição de espécies, o número e o porte de indivíduos fosse alterado, e conseqüentemente, também seria alterada a condição de luz entre as duas áreas, diminuindo a diferença inicial. Tudo isso deve ser ressaltado, pois, conforme afirma Engel e Parrotta (2003), um dos principais atributos dos ecossistemas é a sua capacidade de mudança temporal, pois não são entidades estáticas, ao contrário, sofrem flutuações na sua estrutura e função em decorrência de mudanças ambientais de curto, médio e longo prazo.

Para compreender essa dinâmica é necessário ter percepção dos diferentes agrupamentos ecológicos das espécies, ou seja, grupos com padrão distinto de resposta à luz. O primeiro autor a classificar as espécies em grupos ecofisiológicos foi Budowski (1965), que classificou as espécies quanto ao seu estágio sucessional em pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e clímax. Sabe-se que a separação destes grupos de espécies é difícil, mas esta classificação tem uma grande importância, pois, como afirma Kageyama (1987), define o papel destas na sucessão secundária e dentro do ecossistema florestal, auxiliando na sua estratificação biológica (KAGEYAMA, 1987).

Como existem controvérsias a respeito da exata posição de determinadas espécies nativas dentro desses grupos ecofisiológicos, alguns trabalhos tentam evidenciar o seu comportamento em situações com diferentes condições de sombreamento (ENGEL e POGGIANI, 1990; FELFILI *et al.*, 1999; CHAVES e PAIVA, 2004; SIMINSKI e PAULILO, 2004; NERY *et al.*, 2007), já que a luz é um dos fatores primordiais para o sucesso ou não do estabelecimento de espécies dentro de uma floresta. Esse tipo de estudo é muito importante, pois dentro de florestas maduras, constantemente são formadas clareiras pela queda de

grandes árvores, ou parte delas, e estas serão reocupadas não por espécies finais de sucessão, mas sim, por espécies iniciais neste processo, como as pioneiras e secundárias iniciais, que conseguem adequar-se a esta nova condição de luminosidade imposta repentinamente.

Outra situação que deve ser levada em conta é que a atividade madeireira, freqüente a muitas décadas, causa enorme impacto em florestas (VERÍSSIMO e AMARAL, 1996) e estudos mostram (JOHNS *et al.*, 1997; VIDAL *et al.*, 1997) que numa extração típica de madeira, os danos ecológicos à estrutura da floresta são grandes: para cada árvore derrubada cerca de 28 outras, com diâmetro a altura do peito (DAP) maior que 10 cm, são danificadas. Além disso, o dossel da floresta pode ser reduzido à metade, criando grandes aberturas que deixam a floresta remanescente susceptível ao vento e ao fogo (VERÍSSIMO *et al.*, 1992; JOHNS *et al.*, 1997). E, portanto, com o emprego de técnicas de manejo, os danos ecológicos à estrutura florestal, bem como os desperdícios de madeira podem ser reduzidos em até 30% (JOHNS *et al.*, 1997; VIDAL *et al.*, 1997; VIDAL *et al.*, 2002).

Então, é cada vez maior a busca por informações sobre a silvicultura de espécies arbóreas nativas, e pesquisas que visem isso são de extrema importância para atender a demanda de projetos econômicos e de recuperação utilizando essas espécies nativas. Trabalhos como Inoue *et al.* (1984), Reitz *et al.* (1978; 1988) e o mais recente Carvalho (2003) demonstram esse interesse, mas ainda são insuficientes para responder a todas as questões relacionadas à silvicultura dessas espécies.

Entre essas espécies, *Schinus terebinthifolius*, popularmente conhecida como aroeira-pimenteira, é uma espécie dióica, pertencente à família Anacardiaceae. Por ser uma espécie muito procurada pela avifauna, normalmente, é recomendada para reflorestamentos heterogêneos destinados à recomposição de áreas degradadas de preservação permanente (LORENZI, 1992). Ocorre de forma natural na Argentina, Paraguai, Uruguai e Brasil, em diversas regiões fitoecológicas, tais como Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual e também em sistemas edáficos de primeira ocupação na restinga. Além disso, a sua abrangência pode partir do nível do mar e chegar até os 2000m de altitude, podendo se estabelecer tanto em solos úmidos como secos, arenosos e argilosos, tornando-a do ponto de vista ecológico, uma espécie extremamente plástica. *Schinus terebinthifolius* geralmente apresenta caráter de pioneirismo e agressividade competitiva, que somados à sua boa interação biótica garantem seu sucesso regenerativo em ambientes alterados pela influência antrópica (CARVALHO, 2003).

Ao avaliar os dados da altura de *S. terebinthifolius* ao longo dos dois anos de plantio percebe-se uma superioridade dos indivíduos que estavam na capoeira, sendo que essa

superioridade mostrou diferença significativa ( $p < 0,05$ ) aos 12 e 18 meses, não diferindo mais aos 24 meses (Figura 4). Isto, provavelmente deve estar relacionado ao fato de que aos 24 meses já não existia uma diferença expressiva na quantidade lumínica entre as duas áreas. Os dados referentes ao diâmetro mostraram não haver diferença significativa entre as áreas durante todo o período do experimento (Figura 5). Estes dados estão de acordo com Scalon *et al.* (2006) que ao testar o desenvolvimento de mudas de *S. terebinthifolius*, em viveiro, observaram também uma altura média maior sob condições com menor disponibilidade de luz e uma diferença não significativa com relação ao diâmetro.

Souza *et al.* (2001) utilizaram *S. terebinthifolius* em uma recuperação de área degradada pela extração de areia, em solo PODZÓLICO vermelho-amarelo, em espaçamento 3 x 1,5 m e verificaram que aos 24 meses de implantação das mesmas no campo estas já apresentavam altura média de 216 cm e diâmetro de 384 mm. Botelho *et al.* (1995) obtiveram com a mesma espécie altura média de 191 cm aos 24 meses de plantio experimental as margens do reservatório de Camargos, Itutinga-MG, em LATOSSOLO Variação Una. Durigan *et al.* (2004) ao testarem o crescimento e sobrevivência de espécies arbóreas plantadas em terreno permanentemente úmido em região de cerrado, na região oeste de São Paulo, em solo do tipo AREIA QUARTZOSA HIDROMÓRFICA álica, em espaçamento de 3x2m chamam a atenção para o fato de que *S. terebinthifolius*, que é uma espécie que naturalmente não ocorre em regiões de cerrado, aos 24 meses, apresentou alta sobrevivência (73%) e crescimento, com altura média de 66 cm e diâmetro à altura do peito (DAP) de 50 mm.

Alguns autores (INOUE e TORRES, 1980; DEMUNER *et al.*, 2004; FRANCO e DILLENBURG, 2007) relatam que o aumento na altura em plantas que se desenvolvem em ambientes mais sombreados é uma resposta comum e que isto está relacionado a uma tendência ao estiolamento, ou seja, um investimento inicial pronunciado no alongamento vertical do caule a fim de alcançar a luz com maior facilidade. Franco e Dillenburg (2007) afirmaram que um rápido crescimento em altura estaria associado a plantas intolerantes ao sombreamento, já que estas apresentam um maior investimento inicial em altura a fim de reprimir mais rapidamente a vegetação concorrente, garantindo desta forma o seu sucesso regenerativo.

Os dados do diâmetro (Tabela 5) não apresentaram diferença significativa entre as áreas, e dessa forma, *S. terebinthifolius* está adaptado às variações de luminosidade das duas áreas, já que, segundo Scalon *et al.* (2001) um maior diâmetro de caule sugere uma maior

disponibilidade de fotoassimilados mobilizados pela parte aérea, demonstrando, assim, um eficiente crescimento tanto na capoeira como na área aberta.

A taxa de sobrevivência de *S. terebinthifolius* mostra que a espécie possui índices satisfatórios no campo, independente da área, concordando com Carvalho (2003) o qual ressalta as altas taxas de sobrevivência obtidas nos plantios experimentais, variando de 67% a 100%. Apesar disso, esta taxa de sobrevivência sempre apresentou melhores índices para a área de capoeira, sendo observado que aos 24 meses de plantio, 81,37% das mudas dessa área continuavam vivas contra 68,15% da área aberta. Esta foi uma tendência visível desde os primeiros dados coletados (Figura 5). Esses dados contestam Carvalho (2003), que afirma que a aroeira-pimenteira, em função das suas exigências ecológicas, deve ser plantada a pleno sol.

Por conta de dados assim, percebe-se que existem divergências na literatura no que se refere ao grupo sucessional da aroeira-pimenteira, sendo classificada como uma espécie tipicamente pioneira (SPVS, 1996; DURIGAN *et al.*, 1997), secundária inicial (FERRETTI *et al.*, 1995) e com tendência a secundária tardia (SOUZA e PIÑA-RODRIGUES, 2000). Apesar dessas afirmações, na maior parte das vezes a espécie é considerada como “pioneira”. Nesse trabalho foi observado que a espécie possui não apenas tolerância, mas adapta-se à condição de sombra em sua fase inicial, o que conflita com essa idéia predominante. De fato, Souza e Piña-Rodrigues (2000), consideram que o comportamento de germinação observado para a espécie indica uma estratégia de estabelecimento mais típica de espécie secundária, com tendência a secundária tardia. A espécie *S. terebinthifolius* tolera a condição de sombreamento inicial, sendo assim, a aroeira-pimenteira pode ser uma opção satisfatória para o adensamento de capoeira como forma de recuperar e aumentar a diversidade de espécies em um ambiente degradado.

Imaguire (1980) ao efetuar o estudo florístico e ecológico da Fazenda Experimental do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, ou seja, na mesma região aonde foi efetuado esse estudo, chamou atenção para o fato de que a sucessão vegetal e conseqüentemente a fitofisionomia de uma região depende de condições ambientais básicas (clima, solo) e condições ambientais modificadas. Estas dependem de um conjunto de situações que se fazem gradativamente, a começar pela formação de comunidades pioneiras até as comunidades de máxima evolução ou comunidade clímax. A vegetação arbórea em expansão é capaz de formar quase todas as categorias de comunidades alteradas, que oferecem condições modificadas em acordo com a sucessão. Nesse sentido, o autor cita que em associações com diversos percentuais de *Baccharis*, *Escallonia*, *Eupatorium*, etc podem acontecer acréscimos e modificações bastante pronunciadas nos campos. Em associações mais

evoluídas, a dominância de um grupo de plantas, entre elas, *Schinus terebinthifolius*, promovem modificações para um maior coeficiente de sombreamento e enriquecimento dessa comunidade em favor das espécies e mudas existentes no subosque, além de outros efeitos benéficos ao processo sucessional, afirmando também, que nas capoeiras, capoeirões e matas secundárias da região, que eram compostas por bracatingas, aroeiras, capororocas, vassourões, juvevês, pinheiros bravo, canelas, etc, seriam um excelente ponto de partida para a recuperação de ambientes naturais.

Klein e Hatschbach (1962) ao estudarem a fitofisionomia do município de Curitiba e arredores, constataram que *S. terebinthifolius* era uma das espécies dominantes do subosque de bracatingais (lado oeste e noroeste de Curitiba) que já apresentavam de 4 a 5 anos. Também fazia parte da composição de capoeiras e capoeirão com idade de 10 a 15 anos.

Bardal *et al.* (2004) ao realizar a caracterização florística e fitossociológica de um trecho de Floresta Ombrófila Mista Aluvial em Araucária-PR, verificou que *S. terebinthifolius* foi a terceira espécie em valor de importância, sendo representada por árvores de grande porte e coberta por epífitas, que se sobressaíram tanto em dominância quanto em frequência na área amostrada. Também verificou que o estrato superior (entre 11 e 13 metros) marcou bem a divisão de ocorrência de algumas espécies, entre elas *S. terebinthifolius* a qual não se encontra abaixo deste estrato.

Portanto, essas observações da ocorrência natural da aroeira-pimenteira na região de Curitiba, incluindo locais onde hoje se situa o Reservatório Iraí, corrobora os dados encontrados de que realmente *S. terebinthifolius* possui muito mais o comportamento de espécie secundária, que se estabelece facilmente em capoeirinhas pré-estabelecidas, ou seja, em um local onde já existam algumas espécies promovendo certo nível de sombreamento, mas que também é uma espécie com alta plasticidade, podendo adequar-se facilmente a condições com maior disponibilidade de luz.

*Podocarpus lambertii* pertence à família Podocarpaceae e é popularmente conhecido como pinheiro-bravo. Tem ocorrência natural, no Brasil, nos estados da Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, habitando as regiões com Floresta Ombrófila Mista, nas formações aluvial, montana e alto-montana e na Floresta Estacional Decidual, nos campos rupestres ou de altitude e na estepe gramíneo-lenhosa, área de solo enxuto, onde há o início da formação dos capões de floresta (CARVALHO, 2003). Reitz *et al.* (1988) afirmam que a espécie ocorre tanto em áreas sombreadas, quanto expostas ao sol e apresenta dispersão descontínua e irregular, ocorrendo em determinados pontos em agrupamentos quase puros, e faltando completamente em outros.

*P. lambertii* é indicado para ser utilizado em reflorestamentos nas margens de cursos d'água ou reservatórios hídricos por atrair a avifauna, propiciando assim a dispersão da espécie (REITZ *et al.*, 1978). Estes autores também comentam que o pinheiro desenvolve-se tanto em solos férteis quanto em solos pobres, rasos e rochosos. No interior de florestas latifoliadas maduras ou mistas com o pinheiro-do-paraná, sua presença é reduzida, porém na forma de indivíduos bastante desenvolvidos (INOUE *et al.*, 1984).

Ao avaliar os dados de *P. lambertii* percebe-se que foi uma espécie que sempre apresentou melhores índices de crescimento, tanto em altura como em diâmetro, na área aberta. Aos seis meses esse índice ainda não apresentava diferença significativa, porém a partir dos 12 meses, sempre foram dados com diferença significativa ( $p < 0,05$ ). Esses dados vêm a confrontar Carvalho (2003) que afirma que *P. lambertii* é uma espécie secundária tardia ou clímax tolerante a sombra e por isso apresenta excelente regeneração natural em capoeirões e vegetação secundária mais evoluída ou mesmo em capões. Porém, o mesmo autor afirma que o pinheiro-bravo pode suportar perfeitamente plantios que permitam uma boa disponibilidade de luz, recomendando-o em plantios mistos, associado com espécie pioneira, como *Mimosa scabrella* ou plantio em vegetação matricial arbórea, com a abertura de faixas, em capoeiras e feito em linhas. Já Inoue *et al.* (1984) afirmam que é uma espécie nitidamente pioneira, que dá início à formação de pequenos capões puros com elevações suaves em meio a campos, como também é observado avançando o terreno aberto, na bordadura de capões heterogêneos, informação esta que está mais de acordo com os resultados encontrados.

Em plantios experimentais *P. lambertii* tem apresentado crescimento moderado a lento, porém com ótima porcentagem de sobrevivência e resistência a geada, caracterizando-se como uma espécie rústica e de boa vitalidade (INOUE *et al.*, 1984). Carvalho (2003) registra que, aos 24 meses, em um plantio em Corupá-SC, com espaçamento 4x3m, em CAMBISSOLO HÚMICO alumínico, 75% das mudas ainda estavam vivas com uma altura média de 1,36m, altura esta muito superior a encontrada tanto na área aberta quanto na capoeira.

Maixner e Ferreira (1976) afirmam que no Rio Grande do Sul, as maiores concentrações de *P. lambertii* são encontradas no estrato inferior das matas de pinheiro brasileiro, principalmente na região serrana de Bom Jesus, São Francisco de Paula, Cambará do Sul, Gramado e Canela. Kozera *et al.* (2006) ao estudar a fitossociologia do componente arbóreo de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana em Curitiba, PR, afirma que *P. lambertii* destacou-se no levantamento tanto no grupo das espécies de maior porte como no



das de menor porte, já que foi a espécie com maior número de indivíduos amostrados no levantamento total. Para reforçar essa situação, Backes (1983) cita que *P. lambertii* pode apresentar, em uma mesma área com Floresta Ombrófila Mista indivíduos com diferentes idades, desde aqueles em processo de regeneração natural até os que se encontram ocupando as porções mais altas da comunidade.

Klein e Hatschbach (1962) observaram que *P. lambertii* era uma espécie bem comum no interior de capoeiras com 10 a 15 anos na região oeste, nordeste e noroeste de Curitiba. Porém, os mesmos autores, afirmam que na área ao sul da cidade de Curitiba, naturalmente existem campos, entremeados por capões, e de um modo geral, *P. lambertii* é uma das espécies mais importantes nos capões em vias de formação, onde, às vezes, formavam agrupamentos quase puros. Já em capões mais evoluídos, o pinheiro-bravo faz parte da composição da sua borda, juntamente com a aroeira (*Schinus terebinthifolius*) e capororoca (*Rapanea ferruginea*).

Então, as informações encontradas associadas a sua ocorrência natural permitem afirmar que *P. lambertii* é uma espécie que necessita de níveis intermediários de luz, sendo, porém uma espécie plástica que consegue tolerar níveis superiores de luminosidade, tal como os obtidos em campo aberto. Imaguire (1985) reforça essa idéia ao afirmar que o pinheiro-bravo é uma das espécies que consegue participar de duas ou mais categorias comunitárias sucessionais como sub-codominantes a dominantes, podendo assumir expressividade fisionômica ou não, dependendo da evolução ontogenética, da sucessão e variação dos fatores ambientais e do vigor e crescimento das populações contíguas.

*Mimosa scabrella* é conhecida popularmente como bracatinga e pertence à família Leguminosae. Ocorre de forma natural no Brasil, nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, sendo uma espécie característica do planalto Sul-Brasileiro e exclusiva da vegetação secundária da Floresta Ombrófila Mista, nas formações Montana e Alto-Montana. Nos pinheirais primários não perturbados a bracatinga é pouco abundante (CARVALHO, 2003). Na Região Metropolitana de Curitiba ocorre de forma abundante onde se constitui na principal espécie fornecedora de lenha para atendimento das necessidades energéticas da região (LAURENT *et al.*, 1989). Apesar de a bracatinga ocorrer naturalmente em climas temperados, Baggio (1994) comenta que a espécie têm sido introduzida em regiões tropicais do país e até mesmo em outros países da América Central e da África, principalmente devido à sua alta taxa de crescimento.

Muito comum na vegetação secundária, principalmente em capoeira e capoeirões e na floresta secundária, às vezes formando associações puras, conhecidas como bracatingais,

formações secundárias que exprimem a capacidade invasora da espécie, após ação antrópica (CARVALHO, 2003). Por ser uma planta heliófita, bastante indiferente quanto às condições físicas do solo, pioneira, de rápido crescimento, Lorenzi (2002) afirma que esta não deve faltar nos plantios de áreas degradadas de composições mistas. A afirmação deste autor é reforçada por Laurent *et al.* (1990), que destaca o fenômeno da passagem do estágio inicial da floresta para o estágio secundário, quando a bracatinga, que é heliófila e possui ciclo curto, vai gradualmente sendo suprimida por outras espécies de ciclo mais longo. Carvalho (2003) cita que é uma espécie recomendada para conservação de solos e na recuperação e reabilitação de solos degradados por atividades como terraplanagem, exploração de xisto betuminoso, exploração da bauxita, solos erodidos e área de empréstimo, às margens de reservatório de hidrelétrica, já que, através da deposição de biomassa e nutrientes, fertiliza o solo.

Os dados mostram que *M. scabrella* foi a espécie que obteve os piores índices de sobrevivência em ambas as áreas, restando aos 24 meses, na área aberta e na capoeira, respectivamente apenas 13,54% e 21,18% das mudas implantadas.

O que chama também a atenção, é que, apesar da bracatinga ser uma espécie considerada pioneira (INOUE *et al.*, 1984; REITZ *et al.*, 1978; LORENZI, 2002), os índices de sobrevivência e crescimento sempre foram piores na área aberta, conflitando com essa informação. Duarte e Bueno (2006), afirmam que nas etapas iniciais de um processo de sucessão natural, surgem primeiramente espécies gramíneas e herbáceas que enriquecem o solo com matéria orgânica e permitem o surgimento e desenvolvimento de arbóreas, portanto, neste caso, no tratamento “capoeirinha”, a presença de plantas do gênero *Baccharis* possibilitou que o solo oferecesse melhores condições para o crescimento e sobrevivência de *M. scabrella*, conforme pode ser evidenciado na Tabela 1. Porém, mesmo assim, a taxa de sobrevivência foi considerada muito aquém da esperada para projetos de recuperação. Carpanezzi *et al.* (1988) afirmam que a mortalidade da bracatinga em idades jovens é característica intrínseca da espécie, porém outros fatores podem ter contribuído para esta alta taxa de mortalidade, como o fato da bracatinga ser uma espécie que não tolera geada, e segundo o mesmo autor, no Brasil, o ideal é que essa espécie seja plantada na primavera, pois mudas plantadas no campo em períodos posteriores ou anterior a este, correm riscos crescentes de danos por geada. Carvalho (2003) afirma que em bracatingais com menos de um ano, após geadas severas, constata-se plantas totalmente ou parcialmente queimadas, e no sul do Brasil, plantios feitos por mudas após março são afetados por geadas precoces.

Solos mal drenados também proporcionam elevada taxa de mortalidade da espécie e na Costa Rica, a competição com plantas invasoras, a compactação e a deficiência de fósforo no solo foram os fatores limitantes para a sobrevivência da mesma (LAURENT *et al.*, 1990). Nota-se que os níveis de fósforo no solo são níveis considerados baixos, sendo que na capoeira estavam ligeiramente mais elevados (Tabela 1).

A predação por mamíferos roedores também é outro aspecto relevante, já que no Reservatório do Iraí existe grande quantidade de capivaras (*Hydrochaeris hydrochaeris*) e estas possuem como hábito alimentar a herbivoria, apresentando preferências por determinadas famílias de plantas, conforme relatado por Forrero-Montaña *et al.* (2003), que ao fazer um estudo sobre a dieta desse animais na Colômbia, relataram que a família Leguminosae foi a terceira família mais procurada, com referência ao gênero *Mimosa* sp. Essa predação foi visível principalmente na coleta de dados dos seis meses, onde foram encontradas muitas mudas atacadas.

E, por último, vale ressaltar o comportamento natural desta espécie, que possui regeneração natural em grande número seguido de alta mortalidade. Segundo Embrapa (1988), certas áreas chegam a possuir de 80 a 100 mil indivíduos por hectare. Aguiar (2006) reforça essa idéia, afirmando que a bracatinga ocorre em elevado número de árvores por hectare nas idades iniciais (3 a 5,9 anos), porém, ocorre a sua paulatina diminuição à medida que o povoamento envelhece, sendo este, o comportamento típico dessa espécie. Complementa, afirmando que as bracatingas, em bracatingais a partir dos 5 a 6 anos, vão sendo substituídas por outras espécies, principalmente pioneiras e facultativas.

Desta forma, sempre que possível, os modelos de regeneração devem simular a condição natural, ou seja, utilizar metodologias que busquem recompor a área de forma que os processos sucessionais ocorram no ambiente proporcionando o surgimento de uma biodiversidade compatível com o que seria obtido através de condições naturais, sem a interferência do homem. Portanto, quando se trata da utilização de *M. scabrella* em projetos de recuperação, esta deve ser utilizada em plantios mais adensados, conforme destacado por Tonon (1998), que sugere deixar 4 mil plantas por hectare como densidade inicial para novos povoamentos. E, também, a sua utilização através da semeadura direta no campo, que deve ser feita através de uma coleta prévia em grande quantidade de sementes seguida de quebra de dormência como procedimento de recuperação para que o recobrimento das áreas seja mais efetivo.

Na região de Curitiba os sistemas entendidos como tradicionais de cultivo de bracatinga refletem essa idéia, ou seja, normalmente o processo de cultivo consiste em atear

fogo no solo onde antes haviam bracatingais, como forma de quebra de dormência das sementes ali encontradas.

*Luehea divaricata* pertence à família Tiliaceae e é popularmente conhecida como açoita-cavalo e ocorre de forma natural no nordeste da Argentina, no leste do Paraguai, no Uruguai. No Brasil, ocorre nos estados de Alagoas, Bahia, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Distrito Federal, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. É encontrada naturalmente na Floresta Ombrófila Densa, na formação Baixo-Montana; na Floresta Ombrófila Mista, nas formações Aluvial e Montana, sendo uma das principais espécies do estrato emergente na Região Sul; na Floresta Estacional Semidecidual, nas formações aluvial, montana e submontana; na Floresta Estacional Decidual, nas formações aluvial, baixo-montana e montana e eventualmente no Cerradão. É muito comum na vegetação secundária, principalmente em capoeiras e invadindo as pastagens (CARVALHO, 2003). Pedroso *et al.* (1987), relatam que o açoita-cavalo é uma espécie que se encontra nas matas latifoliadas não demasiadamente fechadas, nas matas de pinheirais, em matas de galeria e em matas de depressões úmidas, sendo vista em lugares de solos profundos e também, em solos pedregosos.

Segundo Vaccaro *et al.* (1999) é uma espécie secundária inicial, mas para Durigan e Nogueira (1990), Vilela *et al.* (1993) e Ferretti *et al.* (1995) é classificada como secundária tardia. Longhi (1995) afirma que *L. divaricata* se caracteriza, na dinâmica sucessional, como sendo uma espécie secundária-tardia, passando por vezes a clímax. Já Reitz (1978 e 1988) afirmam ser uma espécie heliófita e pioneira. Carvalho (2003) afirma que é uma espécie heliófila, que tolera sombreamento na fase juvenil e é tolerante a baixas temperaturas, mas sofre com geadas tardias. O mesmo autor recomenda o plantio misto, associado com espécies pioneiras ou em vegetação matricial, em faixas abertas na capoeira e plantadas em linhas ou em grupos.

Os dados referentes ao crescimento em altura (Figura 13) e diâmetro (Figura 14) do açoita-cavalo mostram que até os 18 meses as mudas não apresentaram diferença significativa entre a área aberta e capoeira. Aos 24 meses a altura foi maior para a área de capoeira com diferença significativa em relação a área aberta. O que chama a atenção é que os valores referentes ao diâmetro expressam o contrário, ou seja, foram maiores para a área aberta aos 24 meses. Carvalho (2003), Reitz *et al.* (1978; 1988) afirmam que o plantio de *L. divaricata* deve ser evitado a pleno sol, pois causa esgalhamento precoce, ou seja, uma ramificação muito cedo pode prejudicar o desenvolvimento do seu tronco. Essa informação está de acordo com o

observado no experimento, e, desta forma, explica-se o maior diâmetro das mudas da área aberta, já que estas realmente apresentaram ramificações múltiplas em sua base.

As informações encontradas na literatura acerca do grupo sucessional pelo qual *L. divaricata* faz parte também são controversas, porém nada melhor do que observar sua ocorrência natural para poder inferir sobre isto. Neste sentido, Klein e Hatschbach (1962) relatam a presença de *L. divaricata* no subosque de capões mais evoluídos em sentido ao “clímax” ao sul da cidade de Curitiba e também citam que esta é uma das espécies mais importantes que crescem permeando as imbuías (*Ocotea porosa*) no subosque de Florestas com Araucária. Narvaes *et al.* (2005) ao realizar o estudo da estrutura da regeneração natural em um Floresta Ombrófila Mista no Rio Grande do Sul, verificaram que *L. divaricata* encontrava-se presente na regeneração em todas as classes diamétricas, sendo característica de uma floresta que está se auto regenerando e assim, é uma das espécies que são amplamente indicadas para plantios em áreas de regeneração com função de preservação permanente. Porém, Bardal *et al.* (2004) ao caracterizar um trecho de Floresta Ombrófila Mista Aluvial verificou a presença do açoita-cavalo como uma espécie exclusiva do estrato superior (entre 11 e 13 metros), assim como Rosa *et al.* (2008) que também verificaram a presença de *L. divaricata* exclusivamente no extrato superior na Reserva Capão de Tupanciretã, RS. Bardal (2006) complementa ao verificar a influência da saturação hídrica na distribuição de oito espécies arbóreas, entre elas *L. divaricata*, da Floresta Ombrófila Mista Aluvial do Rio Iguaçu-PR, afirmando que esta possui sementes leves e aladas e que devido a presença de plântulas com cotilédones fotossintetizantes não consegue se desenvolver sob forte sombreamento. Além disso, o autor verificou a sua presença em praticamente todos os compartimentos estudados, e naqueles em que estava ausente, atribuiu ao fato de serem locais com florestas bem desenvolvidas, o que dificultou a dispersão e germinação de suas sementes.

Gomes *et al.* (2008) ao estudar o crescimento de unidades de vegetação em uma Floresta Ombrófila Mista em São Francisco de Paula, RS afirmam que *L. divaricata* esteve presente no grupo de espécies representado pela floresta primária e que esta é uma das espécies recomendadas para programas silviculturais e de manejo florestal por apresentar maior incremento médio anual em diâmetro e possuir potencialidade econômica, considerando suas preferências ecológicas.

Valio (2003) ao realizar um estudo sobre o crescimento de mudas de algumas espécies de subosque da Floresta tropical do sudeste brasileiro, verificou que apesar de *L. divaricata* ter apresentado um maior desenvolvimento sob menor sombreamento, esta também suportou ao menos três meses de baixas taxas de irradiação impostas pelo experimento.

Portanto, *L. divaricata* possui muito mais um comportamento de espécie secundária do que pioneira, pois conseguiu estabelecer-se de maneira mais eficiente na área de capoeira, sob condições de sombreamento maiores desde o início.

Em face do exposto acima, conclui-se que a classificação de espécies em grupos ecofisiológicos realmente é algo controverso e difícil, porém a busca por essas informações é de extrema importância para projetos que visem o emprego destas espécies tanto para a silvicultura quanto para a restauração ecológica de ecossistemas. Percebe-se que é preciso obter, muito além de uma classificação, mas sim, obter o conhecimento do comportamento de espécies nativas no campo.

O estudo permitiu afirmar que espécies nativas são capazes de se adaptarem a diferentes condições impostas pelo avanço da sucessão, algumas mais, outras menos, e isso é uma característica marcante quando observamos os poucos remanescentes florestais ainda existentes. Ecossistemas florestais não são estáticos, mesmo quando atingem seu clímax, sofrem mudanças e essa é uma dinâmica extremamente importante para a manutenção da diversidade de espécies dentro de uma floresta. Assim, dentre as espécies estudadas *S. terebinthifolius* é a espécie com maior plasticidade, podendo ser usada em plantios tanto a pleno sol, como em plantios de enriquecimento ou consorciada com outras espécies. A segunda espécie com melhores índices de sobrevivência e crescimento foi *P. lambertii*, que também demonstrou apresentar certa plasticidade, porém sendo mais recomendada em plantios que ofereçam menores índices de luminosidade. Já *L. divaricata* deve ser priorizada em plantios que ofereçam uma condição de sombreamento maior e *M. scabrella* é recomendada somente em altas densidades, pois apresenta índices de mortalidade expressivos intrínsecos da espécie.

E para finalizar, cabe reforçar que o monitoramento das áreas experimentais deve prosseguir checando os rumos não só do comportamento das espécies, mas também da sucessão ao longo do tempo. Outros trabalhos são necessários para refinar esses dados e como cada local apresenta suas peculiaridades seria interessante executar investigações sobre essas e outras espécies em sítios distintos. A partir de trabalhos com esse enfoque, uma base de dados pode ser formada, a qual deverá ser de grande utilidade para futuros empreendimentos de caráter comercial e/ou ambiental.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, L. P. **Modelagem do volume do povoamento de *Mimosa scabrella* Benth. em bracingais nativos da região metropolitana de Curitiba.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná, Pós Graduação em Engenharia Florestal, UFPR, 2006.
- ALMEIDA, D.S. **Recuperação ambiental da mata atlântica.** Ilhéus, Editus, 130p.2000.
- ANGELO, A. C. **Trabalhador em Florestamento (Essências Florestais Nativas) – Vegetação Ciliar.** Curitiba: SENAR – PR., 114p., 2007.
- ARAKI, D. F. **Avaliação da sementeira a lanço de espécies florestais nativas para recuperação de áreas degradadas.** Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), USP, Piracicaba-SP, 2005. 150p.
- BACKES, A. Dinâmica do pinheiro-brasileiro. **Iheringia**, Série Botânica, Porto Alegre, n. 30, p. 49-84, 1983.
- BAGGIO, A. J. **Estudio sobre el sistema agroflorestal tradicional de la bracinga (*Mimosa scabrella* Benth.) em Brasil: productividad, manejo de residuos y elaboración de compost.** Madrid,. 242 p. Tese (Doutorado em Ingenieria de Montes). Departamento de Silvopascicultura, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. 1994.
- BARDALL, M. L.; RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; CURCIO, G. R. Caracterização Florística e Fitosociológica de um trecho sazonalmente inundável de Floresta Aluvial, em Araucária, PR. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 2, p. 37-50, 2004.
- BARDALL, M. L. **A influência da saturação hídrica na distribuição de oito espécies arbóreas da Floresta Ombrófila Mista Aluvial do Rio Iguaçu, Paraná, Brasil.** Tese (Doutorado em Engenharia Florestal). Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, 2006.
- BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C.; PRADO, N. S.; FONSECA, E. M. B. **Implantação de mata ciliar.** Lavras: UFLA, Boletim Técnico. 28 p., 1995.
- BUDOWSKI, G. Tropical savannas, a sequence of forest felling and repeated burnings. **Boletín del Museo de Ciencias Naturales.** p. 63-87, 1965.
- CAMPELO, E. F. C. Sucessão vegetal na Recuperação de áreas degradadas. In: DIAS, L. E. & MELLO, J. W. V. **Recuperação de áreas degradadas.** Viçosa: UFV, p. 183-196, 1998.

- CARNEIRO, C.; PEGORINI, E. S.; ANDREOLLI, C. V. Introdução. In: ANDREOLLI, C. V.; CARNEIRO, C. (Eds.). **Gestão Integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados**. Curitiba: Gráfica Capital, p. 25-44, 2005.
- CARPANEZZI, A. A. e col. **Manual técnico da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth)**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas, Curitiba, PR, 70p., 1988.
- CARPANEZZI, A. A. Fundamentos para a reabilitação de ecossistemas florestais. In: GALVÃO, A. P. M. & SILVA, V. P., **Restauração florestal: fundamentos e estudos de caso**. Colombo: Embrapa Florestas, p. 27-45, 2005.
- CARVALHO, P. E. **Espécies Arbóreas brasileiras**. Colombo, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. 640p., 2003.
- CHAVES, A. S.; PAIVA, H. N. Influência de diferentes períodos de sombreamento sobre a qualidade de mudas de fedegoso (*Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn). **Scientia Forestalis**, n. 65, p. 20-29, jun. 2004.
- CHIAMOLERA, L. B.; ANGELO, A. C. Resposta de Espécies Nativas em Áreas com Diferentes graus de Sucessão, Reservatório Iraí-PR. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, p. 132-134, 2007.
- CURCIO, G.R.; SOUSA, L.P.; BONNET, A. & BARDDAL, M.L. Recomendação de Espécies Arbóreas Nativas, por tipo de Solo, para Recuperação Ambiental das Margens do Rio Iraí, Pinhais, PR. **Revista Floresta**, Curitiba, 37 (1): 113-122. 2007.
- DEMUNER, V. G.; HEBLING, S. A. & DAGUSTINHO, D. M. Efeito do sombreamento no crescimento inicial de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms. **Bol. Mus. Biol. Mello Leitão**, v. 17, p. 45-55, 2004.
- DOYLE, T. W. The role of disturbance in the gap dynamics of a montane rain forest: An application of a tropical forest succession model. In West, D. C., Shugart, H. H., and Botkin, D. B. (Eds.) **Forest Succession: Concepts and Application**. New York, Springer-Verlag. 1981.
- DUARTE, R. M. R.; BUENO, M. S. G. Fundamentos ecológicos aplicados à RAD para matas ciliares do interior paulista. In: **Manual para recuperação de áreas degradadas do estado de São Paulo**. São Paulo-SP: Instituto de Botânica, 129 p., 2006.
- DURIGAN, G.; CONTIERI, W. A.; MELO, A. C. G.; NAKATA, H. Crescimento e Sobrevivência de espécies arbóreas plantadas em terreno permanentemente úmido em região de cerrado. In: BÔAS, O. V. & DURIGAN, G. (orgs.). **Pesquisas em conservação e recuperação ambiental do Oeste Paulista: resultados da cooperação**



- Brasil/Japão/Instituto Florestal.** São Paulo: Páginas & Letras Editora e Gráfica, p. 349-362, 2004.
- DURIGAN, G.; MELO, A. C. G.; CONTIERI, W. A. & NAKATA, H. Regeneração Natural da vegetação de cerrado sob florestas plantadas com espécies nativas e exóticas. In: BÔAS, O. V. & DURIGAN, G. (orgs.). **Pesquisas em conservação e recuperação ambiental do Oeste Paulista: resultados da cooperação Brasil/Japão/Instituto Florestal.** São Paulo: Páginas & Letras Editora e Gráfica, p. 447-456, 2004.
- DURIGAN, G.; FIGLIOLIA, M. B.; KAWABATA, M.; GARRIDO, M. A. DE O.; BAITELLO, J. B. **Sementes e mudas de árvores tropicais.** São Paulo: Páginas & Letras, 65 p., 1997.
- DURIGAN, G.; NOGUEIRA, J. C. B. **Recomposição de matas ciliares.** São Paulo: Instituto Florestal, (IF. Série Registros, 4), 14p., 1990.
- EMBRAPA. **Manual técnico da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth).** Documentos, 20, Curitiba: Centro Nacional de Pesquisas de Florestas, 70 p., 1988.
- ENGEL, V. L.; PARROTA, J. A. Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais. In: KAGEYAMA, P. Y., OLIVEIRA, R. E., MORAES, L. F. D., ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. (Ed.) **Restauração ecológica de ecossistemas naturais.** Botucatu, FEPAF, p. 1-26, 2003.
- ENGEL, V. L.; POGGIANI, F. Influência do sombreamento sobre o crescimento de mudas de algumas essências nativas e suas implicações ecológicas e silviculturais. **IPEF**, Piracicaba, n. 43/44. p. 1-10. jan/dez. 1990.
- FELFILI, J. M.; HILGBERT, L. F.; FRANCO, A. C.; SOUSA-SILVA, J. C.; RESENDE, A. V.; NOGUEIRA, M. V. P. Comportamento de plântulas de *Sclerolobium paniculatum* Vog. Var. *rubiginosum* (Tul.) Benth. Sob diferentes níveis de sombreamento, em viveiro. **Revta brasil. Bot.**, São Paulo, v.22, n.2 (supl.). p. 297-301, out. 1999.
- FERRETTI, A. R. Fundamentos Ecológicos para o Planejamento da Restauração Florestal. In: GALVÃO, A. P. M.; MEDEIROS, A. C. S. **Restauração da Mata Atlântica em áreas de sua primitiva ocorrência natural.** Colombo, Embrapa Florestas, p. 21-26, 2002.
- FERRETTI, A. R.; KAGEYAMA, P. Y.; ÁRBOCZ, G. F.; SANTOS, J. D.; BARROS, M. I. A.; LORZA, R. F.; OLIVEIRA, C. Classificação das espécies arbóreas em grupos ecológicos para revegetação com nativas no Estado de São Paulo. **Florestar Estatístico**, São Paulo, v. 3, n. 7, p. 73-84, 1995.

- FORERO-MONTAÑA, J.; BETANCUR, J.; CAVELIER, J. Dieta del capibara *Hydrocharis hydrochaeris* (Rodentia: Hydrochaeridae) en Cano Limón, Arauca, Colombia. **Rev. Biol. Trop.**, San Jose, v.51, n. 2, p. 579-590, jun. 2003.
- FRANCO, A. M. S.; DILLENBURG, L. R. Ajustes morfológicos e fisiológicos em plantas jovens de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze em resposta ao sombreamento. **Hoehnea**, v. 34, n. 2, p. 135-144, 2007.
- GOMES, J. F.; LONGHI, S. J.; ARAÚJO, M. M.; BRENA, D. A. Classificação e crescimento de unidades de vegetação em Floresta Ombrófila Mista, São Francisco de Paula, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 1, p. 93-107, 2008.
- IMAGUIRE, N. Contribuição ao estudo florístico e ecológico da Fazenda Experimental do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. 3 - Fatores da Instalação e adaptação nas diversas comunidades vegetais. **Acta Biol. Par.**, Curitiba, v.8/9, p. 73-105, 1979, 1980.
- IMAGUIRE, N. Contribuição ao estudo florístico e ecológico da Fazenda Experimental do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. 4 - Constituição das formações em comunidades estágio e suas evoluções. **Revista do Setor de Ciências Agrárias**, v.7, p. 11-26, 1985.
- IMAGUIRE, N. Contribuição ao estudo florístico e ecológico da Fazenda Experimental do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. 5 – Constituição dos Capões e Florestas de Galeria. **Revista do Setor de Ciências Agrárias**, v.7, p. 27-41, 1985.
- INOUE, M. T. & TORRES, D. V. Comportamento do crescimento de mudas de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. em dependência da intensidade luminosa. **Revista Floresta**, Curitiba, v.11, p. 7-11,1980.
- INOUE, M. T.; RODERJAN, C. V.; KUNIYOSHI, Y. S. **Projeto Madeira do Paraná**. Curitiba, Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 260p., 1984.
- JOHNS, J.; BARRETO, P.; UHO, C. Logging damage in planned and unplanned logging operations and its implications for sustainable timber production in the Eastern Amazon. **Forest Ecology and Management**, v. 89, p. 59-77, 1997.
- KAGEYAMA, P. Y. Conservação “in situ” de recursos genéticos de plantas. **IPEF**, Piracicaba, n. 35, p. 7-37, abr. 1987.
- KAGEYAMA, P.; GANDARA, F. B. Recuperação de Áreas Ciliares. In: RODRIGUES, R.R. & LEITÃO FILHO, H. F. (Eds.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo-FAPESP. p.235-247, 2004.

- KAGEYAMA, P.; GANDARA, F. B.; OLIVEIRA, R. E. Biodiversidade e restauração da Floresta Tropical. In: KAGEYAMA, P. Y., OLIVEIRA, R. E., MORAES, L. F. D., ENGEL, V. L. & GANDARA, F. B. (Ed.) **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu, FEPAF, p. 27-48, 2003.
- KAGEYAMA, P. Y., OLIVEIRA, R. E., MORAES, L. F. D., ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. (Ed.) **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu, FEPAF, 340p., 2003.
- KLEIN, R. M.; HATSCHBACH, G. 1962. Fitofisionomia e notas sobre a vegetação para acompanhar a planta fitogeográfica do município de Curitiba e arredores (Paraná). **Boletim da Universidade do Paraná**, Curitiba, n. 4, 30 p., 1962.
- KOZERA, K.; DITTRICH, V. A. O.; SILVA, S. M. Fitossociologia do componente arbóreo de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana, Curitiba, PR, BR. **Floresta**, Curitiba, v. 36, n. 2, p. 225-237, 2006.
- LAURENT, J. M. E.; MENDONÇA, W. R. de. **A comercialização dos produtos do Sistema Bracatinga na Região Metropolitana de Curitiba**. Projeto FAOGCP/BRA/025/FRA, Convênio BRASIL/Paraná – FRANÇA-FAO. Curitiba. 46p.1989.
- LAURENT, J. M. E.; PEDREIRA, M. R. R.; CARPANEZZI, O. T. B.; BITTENCOURT, S. M. Melhoramento do Sistema Agroflorestal da Bracatinga. Série Estudos Florestais nº6. Convênio Brasil/Paraná-França-FAO. Projeto FAO-GCP/BRA/025/FRA. Curitiba, PR, Emater, 128p., 1990.
- LONGHI, R. A. **Livro das árvores: árvores e arvoretas do Sul**. Porto Alegre: L&PM., 176p., 1995.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 352p., 1992.
- MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. 2.ed. Curitiba: Ed. Olympio, 450p., 1981.
- MAIXNER, A. E., FERREIRA, L.A.B. Contribuição ao estudo das essências florestais e frutíferas no estado do Rio Grande do Sul. **Trigo e Soja**, Porto Alegre, n.18, p.2, 1976.
- NARVAES, I. S.; BRENA, D. A.; LONGHI, S. J. Estrutura da regeneração natural em Floresta Ombrófila Mista na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 4, p. 331-342, 2005.
- NERY, F. C.; ALVARENGA, A. A.; JUSTO, C. F.; CASTRO, E. M.; SOUZA, G. S.; ALVES, E. Aspectos anatômicos de folhas de plantas jovens de *Calophyllum brasiliense*

- Cambess. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Revista brasileira de Biociências**, Porto Alegre, 5 (2): 129-131, jul 2007.
- NOGUEIRA, A. C. Coleta, manejo, armazenamento e dormência de sementes. In: GALVÃO, A. P. M.; MEDEIRSO, A. C. S. (Eds.). *Restauração da Mata Atlântica em áreas de sua primitiva Ocorrência Natural*. Colombo: Embrapa Florestas, p. 45-52, 2002.
- PARROTA, J. A.; KNOWLES, O. H. & WUNDERLE JR., J. M. Development of floristic diversity in 10 year-old restoration forests on a bauxite mined site in Amazonia. **Forest Ecology Management**, v. 99, p. 21-42, 1997.
- PEDROSO, O.; MATOS, J. R. **Estudo sobre madeiras do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Companhia Rio-Grandense de Artes Gráficas, 185 p., 1987.
- REIS, A., ZAMBONIN, R. M.; NAKAZONO, E. M. Recuperação de áreas florestais degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal. **Série Cadernos da Biosfera 14**. Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Governo do Estado de São Paulo. São Paulo, 1999. 42 p.
- REIS, A.; BECHARA, F. C.; VIEIRA, N. K.; SOUZA, L. L. Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais. **Natureza & Conservação**, Curitiba, v. 1, n 1 , p. 28-36, 2003.
- REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Projeto Madeira de Santa Catarina**. Itajaí, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, IBDF, 320p., 1978.
- REITZ, R; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Projeto madeira do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura e Abastecimento, 525 p, 1988.
- RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACK, G. As unidades fitogeográficas do Estado do Paraná. **Ciência e Ambiente**, Santa Maria, v. 24, p. 75-92, jan./jun, 2002.
- RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Restauração de florestas tropicais: subsídios para uma definição metodológica e indicadores de avaliação e monitoramento. In: DIAS, L. E. & MELLO, J. W. V. **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: UFV, 251p., 1998.
- RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Eds.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo-FAPESP. p.235-247, 2004.
- ROSA, S. F.; LONGHI, S. J.; LUDWIG, M. P. Aspectos florísticos e fitossociológicos da Reserva Capão de Tupanciretã, Tupanciretã, RS, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 1, p. 15-25, 2008.

- SCALON, S. P. Q.; SCALON FILHO, H.; RIGONI, M. R.; VERALDO, F. Germinação e crescimento de mudas de Pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) sob condições de sombreamento. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal-SP, v. 23, n. 3, p. 652-655, dez. 2001.
- SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M.; SCALON FILHO, H.; FRANCELINO, C. S. F. Desenvolvimento de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius*) e sombrero (*Clitoria fairchildiana*) sob condições de sombreamento. *Ciênc. Agrotec.*, Lavras, 30(1): 166-169, 2006.
- SIQUEIRA, L. P. **Monitoramento de áreas restauradas no interior do Estado de São Paulo, Brasil**. Dissertação (Mestrado), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), USP, Piracicaba-SP, 116p., 2002.
- SIMINSKI, A. & PAULILO, M. T. S. Resposta de *Cupania vernalis* Cambess (Sapindaceae) à variação na intensidade de luz. **Insula**, Florianópolis, 33: 101-110, 2004.
- SOUZA, P. A.; VENTURIN, N.; MACEDO, R. L. G.; ALVARENGA, M. I. N.; SILVA, V. F. Estabelecimento de espécies arbóreas em recuperação de área degradada pela extração de areia. *Cerne*, V.7, N.2, P.043-052, 2001.
- SOUZA, E. N.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; Comportamento de germinação de sementes de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) sob diferentes condições de luz e temperatura. In: CONGRESSO E EXPOSIÇÃO NACIONAL SOBRE FLORESTAS, 6., 2000, Porto Seguro. Resumos técnicos. Rio de Janeiro: Instituto Ambiental Biosfera, p. 69, 2000.
- SPVS (Sociedade de Pesquisa de Vida Selvagem e Educação Ambiental). **Manual para recuperação da reserva florestal legal**. Curitiba-PR: FNMA, 84 p., 1996.
- TONON, A. E. N. **Efeitos da densidade inicial e do sítio sobre o crescimento e a produção de bracatingais da região metropolitana de Curitiba**. 1998. 209 f. Dissertação (Mestrado em Manejo Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.
- VACCARO, S.; LONGHI, S. J.; BRENA, D. A. Aspectos da composição florística e categorias sucessionais do estrato arbóreo de três subseres de uma floresta estacional decidual, no Município de Santa Tereza-RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 9, n. 1, p. 1-18, 1999.
- VALIO, I. F. M. Seedling growth of understory species of a southeast Brazilian Tropical Forest. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 46, n. 4, p. 697-703, 2003.
- VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R. & LIMA, J. C. A. **Classificação da Vegetação Brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro, IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 124p. 1991.

- VERÍSSIMO, A.; AMARAL, P. A. A exploração madeireira na Amazônia: situação atual e perspectivas. **Cadernos de propostas**, v. 3, p. 9-16, 1996.
- VERÍSSIMO, A.; BARRETO, P.; MATTOS, M.; TARIFA, R.; UHL, C. Logging impacts and prospects for sustainable forest management in an old Amazon Frontier: the case of Paragominas. **Forest Ecology and Management**, v. 55, p. 169-199, 1992.
- VIDAL, E.; BARRETO, P.; JOHNS, J.; GERWING, J.; UHL, C. Vine management for reduced-impacts logging in Eastern Amazon. **Forest Ecology and Management**, v. 98, p. 105-114, 1997.
- VIDAL, E.; VIANA, V. M.; BATISTA, J. L. F. Crescimento de floresta tropical três anos após colheita de madeira com e sem manejo florestal na Amazônia Oriental. **Scientia Forestalis**, n. 61, p. 133-143, 2002.
- VILELA, E. A.; OLIVEIRA FILHO, A. T.; GAVILANES, M. L.; CARVALHO, D. A. Espécies de matas ciliares com potencial para estudos de revegetação no alto Rio Grande, sul de Minas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 17, n.2, p. 117-128, 1993.

## TABELAS

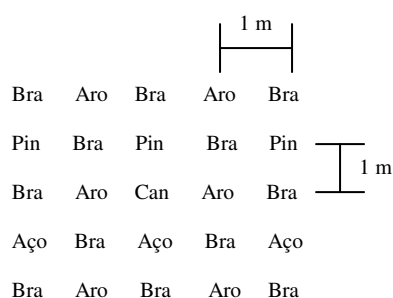
**Tabela 1:** Valores médios das características físico-químicas do solo, de duas profundidades de cada tratamento.

		AB (0 a 20 cm)	AB (20 a 40 cm)	CAP (0 a 20 cm)	CAP (20 a 40 cm)
pH	CaCl <sub>2</sub>	5,20	4,50	4,90	4,40
	SMP	5,70	5,10	5,40	4,90
Al <sup>+3</sup> (Cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )		0,00	2,30	0,30	3,60
H <sup>+</sup> +Al <sup>+3</sup> (Cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )		6,20	9,70	7,80	11,80
Ca <sup>+2</sup> (Cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )		5,70	1,00	5,10	0,90
Mg <sup>+2</sup> (Cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )		3,70	2,00	3,40	1,20
K <sup>+</sup> (Cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )		0,06	0,04	0,06	0,05
SB (Cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )		9,46	3,04	8,56	2,15
T (Cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )		15,66	12,74	18,36	13,45
P (Mg/dm <sup>3</sup> )		7,90	1,50	10,40	2,10
S (Mg/dm <sup>3</sup> )		-	-	-	-
C (g/dm <sup>3</sup> )		37,1	19,6	34,1	23,2
V (%)		60	24	52	16
M (%)		0	43	3	63
Ca/Mg		1,5	0,5	1,5	0,8
Areia (g/kg)		-	228,5	184,5	200,5
Silte (g/kg)		-	221,5	290,5	249,5
Argila (g/kg)		650,0	550,0	525,0	550,0

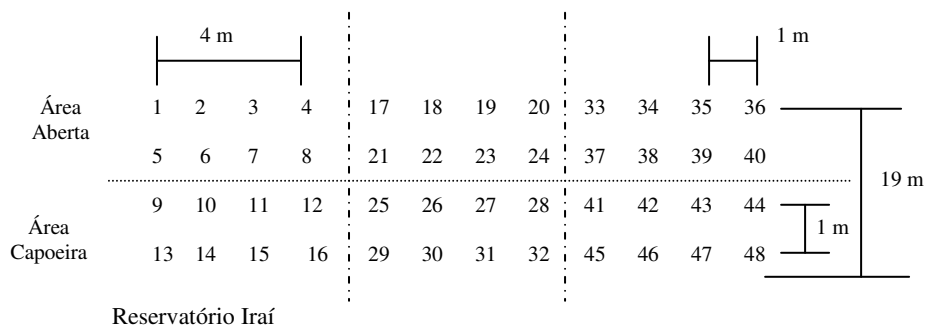
**Tabela 2:** Dados de altura (H), diâmetro (d) e sobrevivência (S) das quatro espécies plantadas em duas áreas com diferentes graus de sucessão: área aberta (AB) e capoeira (CAP) às margens do Reservatório Iraí-PR, aos 6, 12, 18 e 24 meses. Letras diferentes para mesma variável representam diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos testados (Teste t,  $p < 0,05$ ).

	H (cm)		d (mm)		S (%)	
	AB	CAP	AB	CAP	AB	CAP
<b><i>Schinus terebinthifolius</i></b>						
6 m	26,15 ( $\pm$ 10,20) a	28,22 ( $\pm$ 12,07) a	5,42 ( $\pm$ 2,04) a	5,11 ( $\pm$ 1,80) a	82,96	93,79
12 m	35,70 ( $\pm$ 17,08) b	43,30 ( $\pm$ 16,22) a	7,91 ( $\pm$ 3,19) a	7,53 ( $\pm$ 2,84) a	77,78	90,06
18 m	58,65 ( $\pm$ 29,87) b	69,31 ( $\pm$ 26,65) a	10,40 ( $\pm$ 4,40) a	10,30 ( $\pm$ 4,19) a	72,59	86,42
24 m	77,10 ( $\pm$ 43,24) a	87,25 ( $\pm$ 37,50) a	15,71 ( $\pm$ 7,78) a	14,45 ( $\pm$ 5,35) a	68,15	81,37
<b><i>Podocarpus lambertii</i></b>						
6 m	14,07 ( $\pm$ 3,33) a	13,22 ( $\pm$ 4,36) a	3,21 ( $\pm$ 0,83) a	3,13 ( $\pm$ 0,74) a	71	89,19
12 m	21,42 ( $\pm$ 7,53) a	18,14 ( $\pm$ 5,99) b	4,78 ( $\pm$ 1,21) a	4,43 ( $\pm$ 1,78) b	64,71	70,27
18 m	38,55 ( $\pm$ 15,73) a	29,86 ( $\pm$ 11,02) b	7,55 ( $\pm$ 2,65) a	5,94 ( $\pm$ 2,30) b	58,42	52,05
24 m	52,51 ( $\pm$ 18,62) a	39,26 ( $\pm$ 13,56) b	10,79 ( $\pm$ 3,03) a	7,74 ( $\pm$ 2,30) b	55,07	53,42
<b><i>Mimosa scabrella</i></b>						
6 m	35,11 ( $\pm$ 12,69) a	39,92 ( $\pm$ 15,50) b	4,33 ( $\pm$ 1,67) a	4,65 ( $\pm$ 1,75) a	53,2	63,24
12 m	57,79 ( $\pm$ 40,32) b	71,91 ( $\pm$ 47,11) a	8,16 ( $\pm$ 5,43) a	8,41 ( $\pm$ 4,95) a	28	39,56
18 m	104,09 ( $\pm$ 77,62) a	128,05 ( $\pm$ 75,52) a	13,33 ( $\pm$ 9,29) a	14,55 ( $\pm$ 9,40) a	18,33	26,79
24 m	156,41 ( $\pm$ 103,30) a	186,38 ( $\pm$ 113,20) a	27,20 ( $\pm$ 20,41) a	26,06 ( $\pm$ 18,50) a	13,54	21,18
<b><i>Luehea divaricata</i></b>						
6 m	16,43 ( $\pm$ 5,71) a	18,61 ( $\pm$ 7,04) a	5,73 ( $\pm$ 2,07) a	5,73 ( $\pm$ 2,03) a	85,71	94,51
12 m	15,23 ( $\pm$ 5,90) a	17,08 ( $\pm$ 8,74) a	6,01 ( $\pm$ 3,02) a	6,97 ( $\pm$ 4,35) a	73,21	84,62
18 m	33,44 ( $\pm$ 11,92) a	36,06 ( $\pm$ 19,89) a	8,81 ( $\pm$ 4,00) a	7,64 ( $\pm$ 3,52) a	63,64	73,91
24 m	37,1 ( $\pm$ 18,86) b	44,95 ( $\pm$ 22,93) a	18,21 ( $\pm$ 10,32) a	14,23 ( $\pm$ 7,94) b	64,81	77,17

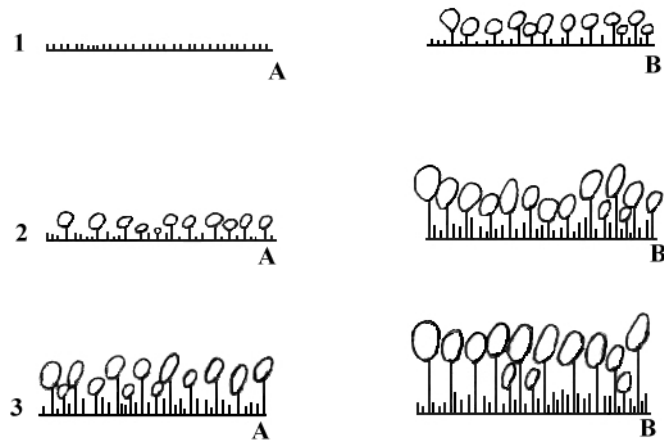
## FIGURAS



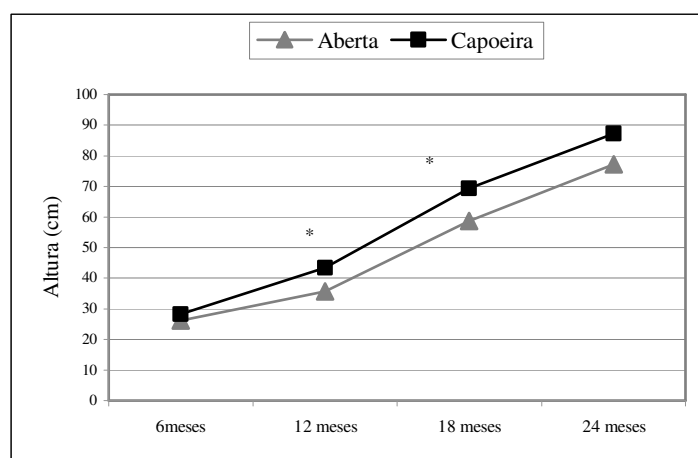
**Figura 1.** Modelo de distribuição das espécies (Sub-Parcela). (Bra, *M. scabrella*; Aro, *S. terebinthifolius*; Pin, *P. lambertii*; Aço, *L. divaricata*; Can, *E. montevidensis*).



**Figura 2.** Modelo de disposição das parcelas. Os números correspondem as parcelas, que são formadas pelas espécies já mostradas na figura 1.

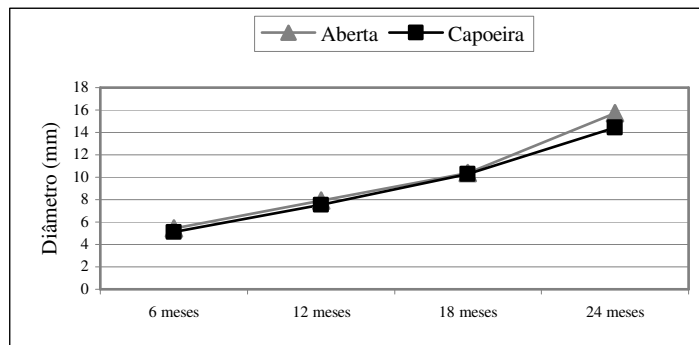


**Figura 3:** Perfil da evolução das duas áreas com diferentes graus de sucessão – Reservatório Iraí-PR. (A, área aberta; B, capoeira; 1, momento da implantação do experimento; 2, áreas com 9 meses; 3, áreas com 18 meses).

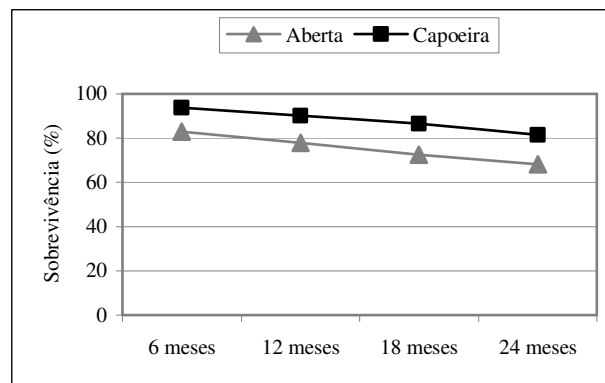


**Figura 4:** Altura de *S. terebinthifolius* na área aberta e capoeira no Reservatório do Iraí-PR, ao longo de dois anos após o plantio. O asterisco indica diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos testados ( $p < 0,05$ ).

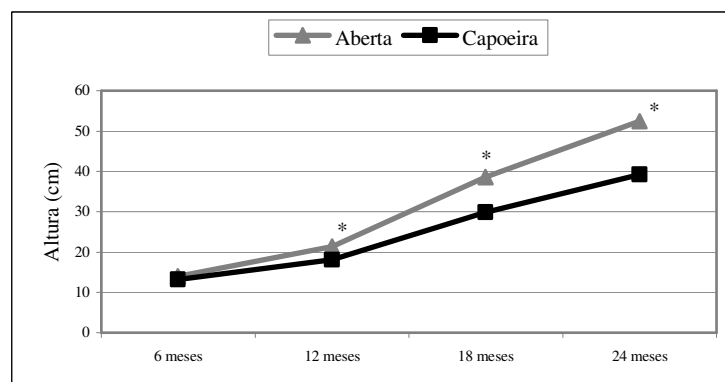




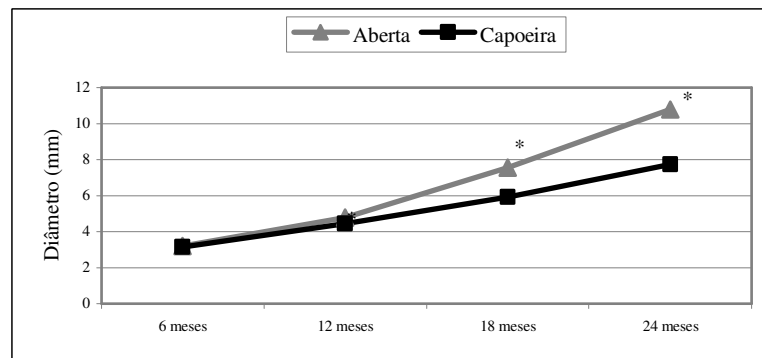
**Figura 5:** Diâmetro de *S.terebinthifolius* na área aberta e capoeira no Reservatório do Iraí-PR, ao longo de dois anos após o plantio.



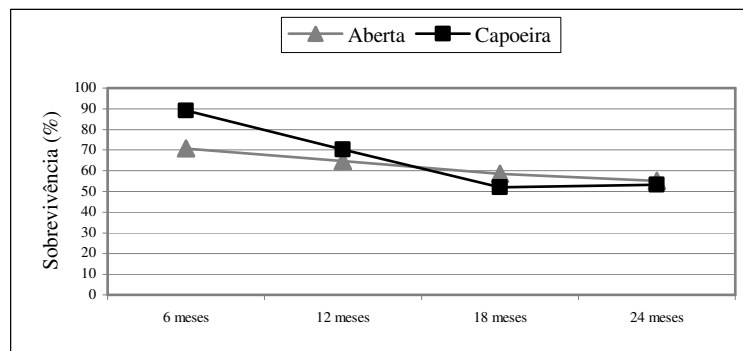
**Figura 6:** Taxa de sobrevivência de *S.terebinthifolius* na área aberta e capoeira no Reservatório do Iraí-PR, ao longo de dois anos após o plantio.



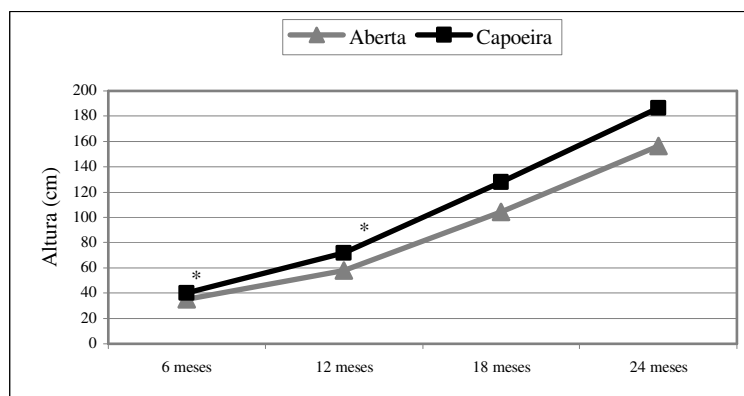
**Figura 7:** Altura de *P. lambertii* na área aberta e capoeira no Reservatório do Iraí-PR, ao longo de dois anos após o plantio. O asterisco indica diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos testados ( $p < 0,05$ ).



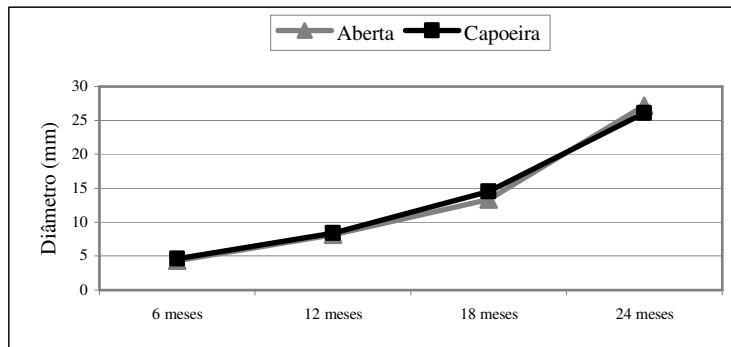
**Figura 8:** Diâmetro de *P. lambertii* na área aberta e capoeira no Reservatório do Iraí-PR, ao longo de dois anos após o plantio. O asterisco indica diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos testados ( $p < 0,05$ ).



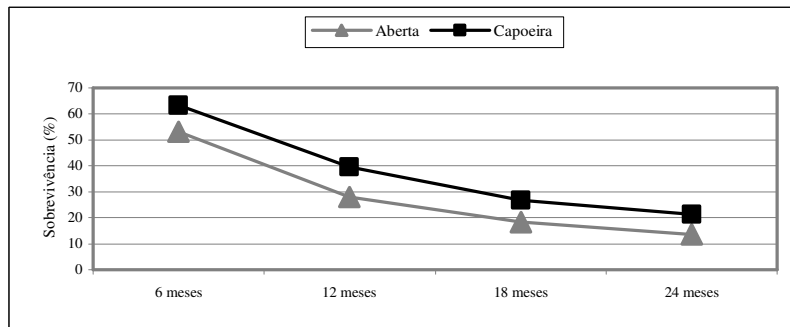
**Figura 9:** Taxa de sobrevivência de *P. lambertii* na área aberta e capoeira no Reservatório do Iraí-PR, ao longo de dois anos após o plantio.



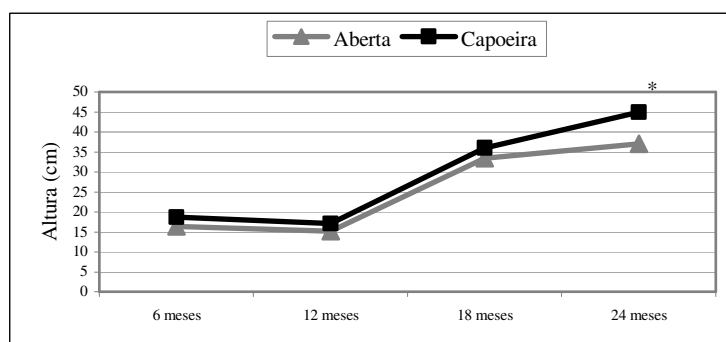
**Figura 10:** Altura de *M. scabrella* na área aberta e capoeira no Reservatório do Iraí-PR, ao longo de dois anos após o plantio. O asterisco indica diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos testados ( $p < 0,05$ ).



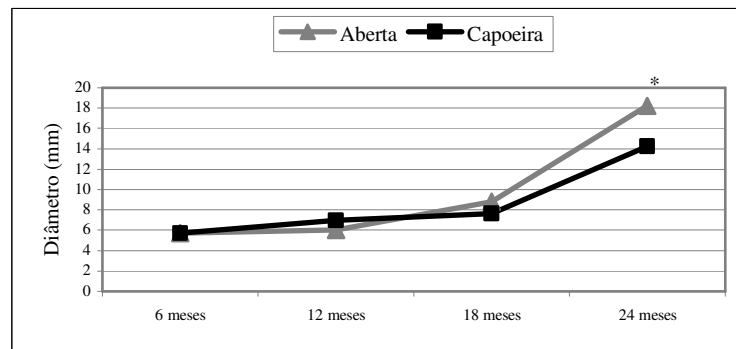
**Figura 11:** Diâmetro de *M. scabrella* na área aberta e capoeira no Reservatório do Iraí-PR, ao longo de dois anos após o plantio.



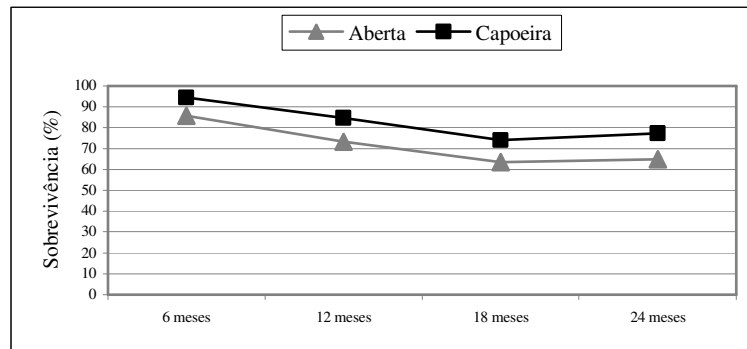
**Figura 12:** Taxa de sobrevivência de *M. scabrella* na área aberta e capoeira no Reservatório do Iraí-PR, ao longo de dois anos após o plantio.



**Figura 13:** Altura de *L. divaricata* na área aberta e capoeira no Reservatório do Iraí-PR, ao longo de dois anos após o plantio. O asterisco indica diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos testados ( $p < 0,05$ ).



**Figura 14:** Diâmetro de *L. divaricata* na área aberta e capoeira no Reservatório do Iraí-PR, ao longo de dois anos após o plantio. O asterisco indica diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos testados ( $p < 0,05$ ).



**Figura 15:** Taxa de sobrevivência de *L. divaricata* na área aberta e capoeira no Reservatório do Iraí-PR, ao longo de dois anos após o plantio.

**ASPECTOS ANATÔMICOS E FISIOLÓGICOS DE FOLHAS DE *Schinus terebinthifolius* RADDI (ANACARDIACEAE) IMPLANTADOS EM DUAS ÁREAS COM DIFERENTES GRAUS DE SUCESSÃO, AS MARGENS DO RESERVATÓRIO IRAÍ-PR.**

**RESUMO:** As atividades antrópicas ao longo dos anos desencadearam uma expressiva perda de ecossistemas florestais. No estado do Paraná, esse contexto é claramente visualizado, já que no final do século XIX, possuía 83% de sua área coberta com florestas e atualmente levantamentos indicam que remanescem apenas 7% de cobertura florestal no Estado. Diante disso, cada vez mais surge a necessidade de recuperação dos ambientes degradados, em decorrência de uma conscientização sócio-ambiental associada a uma exigência legal. E assim, o objetivo deste trabalho foi verificar a influência da trajetória luminosa na composição das folhas de *S. terebinthifolius* implantadas em áreas com diferentes graus de sucessão nas margens do Reservatório Iraí, PR. Para isso foram avaliados aspectos morfológicos (área foliar, peso seco, área foliar específica, densidade estomática), anatômicos (espessuras de cutícula, epiderme adaxial, parênquima paliçádico, parênquima lacunoso, epiderme adaxial e espessura total), fisiológicos (taxa de fotossíntese, condutância estomática, transpiração) e desenvolvimento (altura, diâmetro e sobrevivência) até os 18 meses. Os resultados mostraram que *S. terebinthifolius* apresentou diferença significativa para a área foliar e área foliar específica, sendo maior para os indivíduos da área de capoeira. Com relação aos parâmetros anatômicos, a espessura da cutícula, do parênquima paliçádico e espessura total do limbo foi significativamente maior para os indivíduos da área aberta. Os dados fisiológicos mostraram diferença significativa somente para a taxa de transpiração que foi maior na área de capoeira. A altura foi significativamente maior para os indivíduos da área de capoeira e o diâmetro não apresentou diferença significativa. A taxa de sobrevivência foi considerada satisfatória para ambas as áreas, porém foi ligeiramente maior na área de capoeira. Portanto, os resultados apresentados das adaptações morfoanatômicas e fisiológicas das folhas de *S. terebinthifolius* demonstram uma considerável capacidade adaptativa desta espécie diante de diferentes condições de luminosidade, e, desta forma, esta espécie pode obter sucesso tanto em plantios a céu aberto e sob cobertura, podendo inclusive ser usada em projetos de enriquecimento de capoeira ou ainda em consórcio com outras espécies mais exigentes com relação à quantidade de luz.

**Palavras-chave:** *Schinus terebinthifolius*; Morfoanatomia Foliar; Luz.

## INTRODUÇÃO

As atividades antrópicas ao longo dos anos desencadearam uma expressiva perda de ecossistemas florestais. Kageyama e Gandolfi (2004) consideram que entre essas atividades destacam-se a expansão desordenada das fronteiras agrícolas, a exploração florestal, a mineração, a construção de reservatórios hídricos, a expansão de áreas urbanas e a poluição industrial. No estado do Paraná, esse contexto é claramente visualizado, já que no final do século XIX, possuía 83% de sua área coberta com florestas e atualmente levantamentos indicam que remanescem apenas 7% de cobertura florestal no Estado (JACOBS, 1999).

Diante disso, cada vez mais surge a necessidade de recuperação dos ambientes degradados, em decorrência de uma conscientização sócio-ambiental associada a uma exigência legal (ALTMANN, 2007).

Para a efetivação de ações de recuperação ambiental existem diferentes metodologias e entre essas podem ser citadas a semeadura direta (ARAKI, 2005), a instalação de poleiros (ALMEIDA, 2000), a transposição de serapilheira (REIS *et al.*, 2003), a coleta de chuva de sementes (ALMEIDA, 2000), o simples isolamento da área (RODRIGUES e GANDOLFI, 2004 e os mais difundidos, os plantios de espécies arbóreas (KAGEYAMA *et al.*, 2003; CARPANEZZI, 2005).

As florestas, assim como qualquer outro ecossistema, são o resultado de um processo lento e gradual, denominado de sucessão ecológica, onde, observa-se o aumento progressivo e a contínua substituição de espécies de diferentes grupos ecológicos ou categorias sucessionais (pioneiras, secundárias iniciais ou secundárias tardias ou climácicas), sob a influência das diferentes condições ambientais ao longo do tempo (RODRIGUES e GANDOLFI, 1998). Diante dessa constatação, o plantio de árvores seria apenas um dos primeiros passos rumo à restauração e o uso de espécies de rápido crescimento é uma alternativa para a formação de uma estrutura florestal capaz de restabelecer a ciclagem de nutrientes e condições de luminosidade que favoreçam o estabelecimento de outras espécies nativas, contribuindo, desta forma, com a regeneração natural, ou seja, o estabelecimento do processo natural da sucessão ecológica.

Para a escolha adequada de qual espécie deve ser usada num programa de recuperação, antes de tudo, é necessário ter conhecimento acerca do comportamento da espécie no campo. Quando as mudas são instaladas no campo, Sultan (2003) ressalta que elas encontram-se numa fase crucial e, do ponto de vista de competição por espaço, o rápido crescimento das partes aéreas e subterrâneas, incluindo as estruturas reprodutivas, é decisivo para o crescimento e desenvolvimento do indivíduo. Portanto, é nessa fase que se manifestam as características plásticas e, sobretudo, as estratégias adaptativas em relação às condições do habitat.

Plasticidade fenotípica refere-se a mudanças que ocorrem em características funcionais e estruturais dos indivíduos em resposta aos fatores ambientais a que estão expostos, e ela é essencial para que os organismos possam sobreviver em ambientes heterogêneos ou sob condições ambientais variáveis (VALLADARES *et al.*, 1997; SULTAN, 2003; CÔRREA, 2004). Muito embora já estejam disponíveis na literatura obras como Carvalho (2003) ainda existe uma carência de estudos em condições de campo, mais específicos sobre o comportamento de espécies nativas em resposta aos fatores ambientais.

Diante disto, são imprescindíveis estudos envolvendo adaptações das espécies em resposta a diversos fatores ambientais, tais como: saturação hídrica (KOLB *et al.*, 1998; MEDRI *et al.*, 2003), exigências nutricionais (PAGGIANI e SCHUMACHER, 2000) e

variações lumínicas (ASTHON e BERLYN, 1992; ROÇAS *et al.*, 1997; NAKAZONO *et al.*, 2001; ILLENSEER e PAULILO, 2002; CASTRO *et al.*, 2003; CHIAMOLERA & ANGELO, 2007). Essas adaptações podem ser verificadas em vários aspectos relacionados com a morfologia e a anatomia das plantas. Quando se trata de intensidade luminosa, um grande número de trabalhos leva em consideração as variações na estrutura foliar (GIVNISH, 1988; VOGELMANN *et al.*, 1996), já que, segundo Dickson (2000) esta é o órgão da planta que mais responde anatomicamente às variações lumínicas de um determinado habitat.

Desta forma, conhecer as adaptações anatômicas e fisiológicas de espécies florestais nativas vem a contribuir para a escolha adequada das espécies a serem utilizadas em projetos de restauração. Saber como estas se comportam e se adaptam frente a variáveis ambientais nos permitirá indicar ou não determinada espécie para determinado local, já que o fracasso de muitos projetos de restauração ocorrem devido a escolha inadequada das espécies utilizadas nestes.

*Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae), conhecida popularmente como aroeira-pimenteira, ocorre de forma natural na Argentina, Paraguai, Uruguai e Brasil. Neste último, ocorre em diversas regiões fitoecológicas, tais como Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual e também em sistemas edáficos de primeira ocupação (CARVALHO, 2003). Do ponto de vista de seu comportamento sucessional, a espécie é tipicamente pioneira (SPVS, 1996). É uma das espécies mais procuradas pela avifauna, sendo, portanto, útil nos reflorestamentos heterogêneos destinados à recomposição de áreas degradadas de preservação permanente (LORENZI, 1992). Também possui propriedades medicinais sendo suas folhas e cascas do caule utilizadas na forma de decocto com fins expectorante, anti-séptico, antidiarréico e cicatrizante (DUARTE *et al.*, 2006). Em face disso, a aroeira recebeu atenção em estudos com abordagem fitoquímica (DEGÁSPARI, 2004; PIRES *et al.*, 2004; QUEIRES *et al.*, 2006) e aspectos relevantes da sua morfologia e anatomia, porém somente de forma descritiva (MACHADO e CARMELLO-GUEREIRO, 2001; DUARTE *et al.*, 2006).

Portanto, o objetivo deste trabalho é avaliar a resposta morfo-anatômica e fisiológica de *S. terebinthifolius* após 18 meses de implantação em condições distintas de luminosidade, considerando como fator de variação áreas com diferentes graus de sucessão nas margens do Reservatório Iraí-PR, no momento de estabelecimento do experimento.

## MATERIAL E MÉTODOS

As amostras foliares foram obtidas num plantio realizado nas margens do Reservatório do Iraí (25°24'15" S e 49°08'38"W), situado entre os municípios de Pinhais, Piraquara e Quatro Barras – Paraná, a 890 m de altitude. O Rio Iraí pertence à bacia hidrográfica do Rio Iguaçu e tem por finalidade suprir, com seus 58.000.000 m<sup>3</sup>, a demanda hídrica da região (CARNEIRO *et al.*, 2005).

Segundo dados fornecidos pelo SIMEPAR, desde a implantação do experimento no campo (dezembro/2005) até a coleta das folhas (junho de 2007), a área de estudo apresentou temperatura média de 17,9°C, sendo o mês mais quente março de 2007, 21,7°C e o mês mais frio maio de 2006, 13,6°C. O mês mais chuvoso foi janeiro de 2007, com 234,2 mm e o mês mais seco foi junho de 2007 com 1,4 mm, sendo a precipitação média do período de 82,5 mm. A umidade relativa do ar apresentou média para o período foi de 84,6%, com extremos para o mês de abril de 2007 que apresentou 90% e para o mês de agosto de 2006 com 75%. Segundo KOEPPEN, o clima da região é considerado Subtropical Úmido Mesotérmico (Cfb) (MAACK, 1981).

Klein e Hatschbach (1962) descrevem que nos terrenos baixos, situados ao longo do Rio Iguaçu e de seus afluentes, estabelecidos na grande várzea do Holoceno e localizados principalmente ao leste e sudeste de Curitiba, ocorrem formações vegetacionais arbóreas como a Floresta Ombrófila Mista, resultantes das condições edáficas específicas. Segundo Roderjan *et al.* (2002), a vegetação ocorrente na região se enquadra na unidade fitogeográfica Floresta Ombrófila Mista, na qual coexistem representantes da flora tropical e temperada, com predomínio da *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. Nessa unidade, encontra-se inserida uma formação natural de campos, citada por Maack (1981), com presença de capões constituídos por flora típica da Floresta Ombrófila Mista (CURCIO *et al.*, 2007).

Para a instalação do experimento foi escolhida uma área do reservatório que apresentava diferentes graus de sucessão, ou seja, uma área onde a regeneração espontânea apresentava-se predominantemente constituída por gramíneas, denominada de “Área Aberta” e a outra, uma área com a presença de capoeira rala, que segundo a Classificação da Vegetação Brasileira do IBGE (VELOSO *et al.*, 1992), é uma vegetação que apresenta um estrato arbustivo mais desenvolvido, com poucas plantas herbáceas e muitas lenhosas de baixo porte, como do gênero *Baccharis*, denominada de “Área de Capoeira” (Figura 1 do Anexo).



Para a caracterização da intensidade luminosa no momento da implantação do experimento foi realizada a amostragem de 30 pontos nas duas áreas com o auxílio de um luxímetro, caracterizando a área aberta ( $1144 \times 10^4$  lux) com praticamente o dobro da intensidade luminosa disponível na área de capoeira ( $576,67 \times 10^4$  lux). Foi realizado um levantamento de solos segundo o Sistema de Classificação de Solos da Embrapa (EMBRAPA, 1999), sendo o solo classificado como cambissolo húmico distrófico gleico de textura argilosa. O local do plantio possui uma declividade entre 4 e 7% e foi configurado como semi-hidromórfico (CURCIO *et al.*, 2007).

As espécies plantadas na área foram *Mimosa scabrella* Benth, Mimosaceae (Bracatinga), *Schinus terebinthifolius* Raddi, Anacardiaceae (Aroeira), *Podocarpus lambertii* Klotzsch ex Eichler, Podocarpaceae (Pinheiro-Bravo), *Luehea divaricata* Mart., Tiliaceae (Açoita-Cavalo) e *Escallonia montevidensis* (Cham. & Schltldl.), Saxifragaceae (Canudo-de-Pito). Para essa seleção de espécies, levou-se em conta aquelas nativas da região e aptas às condições dos solos do local de plantio. Outros critérios de seleção foram à rusticidade e a taxa de crescimento de algumas espécies: espécies pioneiras de crescimento rápido, rápida formação de biomassa, sombreamento e habitat para fauna, incluindo-se aí outros estádios de sucessão ecológica.

As mudas plantadas na área de estudo foram provenientes dos viveiros do IAP (Instituto Ambiental do Paraná), Embrapa Florestas (Colombo) e do Viveiro do Projeto Iraí localizado na Fazenda Canguiri da UFPR. As sementes utilizadas para a produção das mudas foram colhidas em municípios ao redor da área, obedecendo critério de seleção de coleta para as diferentes espécies, de acordo com Nogueira (2002). O tempo de permanência das mudas no viveiro variou conforme a espécie, porém a média foi de quatro meses. No momento do plantio das mesmas no campo, a aroeira apresentava uma altura média de 15 cm (Figura 2 do Anexo).

Para efeito de obtenção de repetições, foi definido um modelo (parcelas) de disposição das espécies, conforme ilustrado na Figura 1. A parcela foi subdividida em 48 sub-parcelas, sendo que 24 sub-parcelas estavam na área considerada “aberta” e 24 sub-parcelas na “área de capoeira” (Figura 2). O espaçamento utilizado entre as sub-parcelas (1 x 1 m) foi uniforme para as duas áreas. Cada sub-parcela continha 06 indivíduos *S. terebinthifolius*, além de 12 de *M. scabrella*, 03 de *P. lambertii*, 03 de *L. divaricata* e 01 indivíduo de *E. montevidensis*. Dessa forma o número total de indivíduos por espécie foi de 576, 288, 144, 144 e 48, respectivamente para *M. scabrella*, *S. terebinthifolius*, *P. lambertii*, *L. divaricata* e *E.*

*montevidensis*, totalizando 1.200 indivíduos para a área total avaliada. Esses indivíduos foram também dispostos com espaçamento de 1 x 1 m.

O plantio foi realizado nos dias 14 e 15 de dezembro de 2005. Para o plantio das mudas na área de capoeira, somente foram abertas as covas, sem intervenção na vegetação já existente, não sendo realizada adubação e nem a supressão de plantas competidoras, apenas o coroamento aos 12 meses (Figura 3 do Anexo). Após um mês de plantio das mudas foi realizado um replantio para substituição dos indivíduos perdidos, que chegaram ao campo nas mesmas condições de altura dos indivíduos implantados anteriormente.

Aos seis, doze e dezoito meses de implantação do experimento foram realizadas medições de diâmetro do colo e altura, utilizando paquímetro digital e trena, respectivamente, de todos os indivíduos das espécies do estudo, realizando-se também análise de sobrevivência das plantas.

A coleta das folhas para a análise da morfologia foliar foi realizada em junho de 2007, quando as mudas estavam com 18 meses. Em cada área, (área aberta e capoeira) foram coletadas cinco folhas de cada indivíduo, localizadas entre o quarto e sexto nó no sentido ápice-base. Destas, três folhas de cada indivíduo, totalizando 90 folhas por área, foram prensadas totalmente expandidas entre papel jornal e desidratadas em estufa a 65°C até atingir peso constante, para a pesagem das respectivas massas secas, em balança de precisão digital (Figuras 4 e 7 do Anexo). A partir dessas folhas secas, a área foliar foi calculada através da imagem digitalizada em Scanner de mesa acoplado ao computador, com o auxílio do programa Sigma Scan-Pro versão 5.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA, 1995). Posteriormente calculou-se a área foliar específica (AFE), definida pela relação área foliar/peso seco ( $\text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ ) (WITKOWSKI e LAMONT, 1991).

Como a aroeira apresenta uma folha composta, foi calculado os valores tanto da folha inteira como do folíolo. Para o cálculo da área foliolar foi considerado o terceiro folíolo direito, já que alguns autores (BONGERS e POPMA, 1990) sugerem considerar para folhas compostas os folíolos medianos como folhas simples.

Para a contagem dos estômatos, a superfície da região mediana de três folhas de cada indivíduo por área foi modelada com esmalte de unha incolor. A densidade estomática foi determinada através da contagem dos estômatos situados numa área previamente definida, na face abaxial da folha com auxílio de microscópio óptico com câmara clara acoplada (Figura 6 do Anexo).

Para a análise da anatomia foliar, em cada área, duas folhas de cada indivíduo, num total de 60 folhas por área, foram fixadas em F.A.A. 50 (formaldeído, ácido acético, etanol

50%, 1:1:18 v/v) (JOHANSEN, 1940) e preservadas temporariamente em etanol 50%. Posteriormente, as secções transversais da região do terço médio da folha foram obtidas com o auxílio de lâmina de barbear. As secções foram colocadas entre lâmina e lamínula para a observação em microscópio fotônico equipado com ocular micrométrica a fim de realizar as medições dos tecidos (em  $\mu\text{m}$ ) componentes da lâmina foliar: parênquima paliçádico, parênquima esponjoso, epiderme (faces abaxial e adaxial) e cutícula, além da espessura total da lâmina (Figura 9 do Anexo).

Para a determinação das variáveis fisiológicas (taxa fotossintética, condutância estomática, taxa de transpiração) foram realizadas medidas no terceiro folíolo do terço apical de 30 indivíduos de cada uma das áreas. As avaliações foram feitas com o auxílio de um analisador portátil de fotossíntese (Portable Photosynthesis System, modelo LC pró+, Dynamax, USA). No momento da coleta de dados foliares foi feita a caracterização lumínica das áreas utilizando dados da taxa fotossinteticamente ativa (P.A.R.), caracterizando a área aberta com  $1017,03 \text{ mmol/m}^2/\text{s}$  e a área de capoeira com  $922,23 \text{ mmol/m}^2/\text{s}$  (Figura 12 do Anexo).

Para todas as variáveis foram calculadas as médias e os respectivos desvios padrão. Para a análise dos tratamentos foi utilizado Teste t para comparar as médias das características morfológicas ao nível de 5% de probabilidade com o auxílio do programa STATISTICA versão 6.0 (STATSOFT, INC. TULSA, OK, USA 1998).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características morfológicas foliares estão de acordo com a descrição de Duarte *et al.* (2006), as quais consideram as folhas alternas, compostas, imparipinadas, compostas de folíolos sésseis, elíptico-lanceolados a obovados, coriáceos, de margem lisa a levemente serrilhada, ápice agudo a obtuso e base aguda.

Com relação ao número de folíolos, tanto as folhas da área aberta quanto da capoeira apresentaram uma média de 11,6 folíolos, não verificando desta forma diferença significativa entre as duas áreas.

A lâmina foliar apresenta estômatos exclusivamente na face abaxial, sendo, portanto, a folha classificada de hipoestomática. A epiderme é formada por células poligonais e revestida por uma cutícula delgada e estriada. Em secção transversal, a epiderme é uniserriada e interna a essa ocorre uma camada subepidérmica de células maiores, que devido a não realização de

estudos ontogenéticos que comprovassem a sua origem assim foi denominada. Oliveira e Grotta (1965) trataram essa camada como sendo hipoderme. O mesofilo é dorsiventral, composto de uma ou duas camadas de parênquima paliádico e várias de parênquima lacunoso. A nervura central, em secção transversal, é biconvexa. Percorrendo o parênquima fundamental, há cerca de três a cinco feixes vasculares colaterais, em arranjo cêntrico. O floema está associado a canais secretores de lúmen relativamente grande e o sistema vascular é circundado por uma bainha esclerenquimática incompleta (DUARTE *et al.*, 2006).

Os valores médios para as variáveis morfológicas indicaram que a massa seca não variou entre as áreas e que a área foliar, área foliolar e a área específica foliar foram maiores e estatisticamente diferente para a área de capoeira (Tabela 1). Esses valores corroboram os dados de outros estudos (MARQUES *et al.*, 1999; KLICH *et al.*, 2000; MENDES *et al.*, 2001; CASTRO e ALVARENGA, 2002) que afirmam que em ambientes com maior irradiância as espécies tendem a ter folhas menores para minimizar possíveis efeitos negativos do superaquecimento e das altas taxas de transpiração (KLICH *et al.*, 2000). Já a expansão da folha (maior área) sob menor luminosidade indica uma estratégia da planta de compensar essa menor quantidade de luz recebida, aproveitando-a melhor para maximizar processos fisiológicos relativos ao seu crescimento e desenvolvimento (CAMPOS e UCHIDA, 2002), ou seja, acaba fornecendo vantagens para a planta na captação da luz, proporcionando uma maior superfície sujeita à interceptação dos raios luminosos (ESPINDOLA JUNIOR, 2006), já que a luz encontra-se em menor quantidade.

Siminski e Paulilo (2004) verificaram que plantas de *Cupania vernalis* (Sapindaceae) crescendo sob maior sombreamento apresentaram maior área foliar, mesma característica observada para *Jacaranda copaia* (Bignoniaceae) (CAMPOS e UCHIDA, 2002). Entretanto, Illenseer e Paulilo (2002) reportaram, ao analisar o desenvolvimento de plantas jovens de *Euterpe edulis* Mart (Arecaceae), que além da quantidade de luz, a disponibilidade ou não de determinados nutrientes também pode afetar o tamanho da área foliar. Assim, a maior área foliar foi verificada em plantas sob maior irradiância e sem limitação de nutrientes, enquanto que aquelas submetidas a maior irradiância e deficiência de nitrogênio e fósforo possuíam folhas menores. Já as que cresceram sob menor irradiância apenas a deficiência de nitrogênio fez com que ocorresse a diminuição da área foliar.

A área específica foliar é uma das principais características indicadoras da taxa de crescimento e das estratégias do uso de recursos pelas plantas (WILSON *et al.*, 1999; BOEGER *et al.*, 2006) podendo ser considerada como um índice de produtividade, dada a importância dos órgãos fotossintetizantes na produção biológica (SCALON *et al.*, 2003). Para

DALE (1988), a área foliar das espécies heliófitas aumenta com a elevação da radiação solar, ao passo que a área foliar de espécies tolerantes a sombra tende a ser aumentada em condições de baixa disponibilidade de radiação solar.

A densidade estomática não diferenciou estatisticamente entre os indivíduos da área aberta e da área de capoeira, ao contrário do esperado. Muitos estudos apontam uma correlação positiva entre o aumento da luminosidade e densidade estomática (ASHTON e BERLIN, 1992; ROÇAS *et al.*, 1997; KLICH *et al.*, 2000; MENDES *et al.*, 2001; CORRÊA, 2004; DUZ *et al.*, 2004; ESPINDOLA JUNIOR, 2006; NERY *et al.*, 2007); porém, para alguns autores não há uma resposta direta da densidade estomática em função do aumento do sombreamento (HANBA *et al.*, 2002). Barrios e Hernández (2003) reforçam essa última afirmação, ao analisar o crescimento de *Spondias purpurea* L. (Anacardiaceae) em resposta a diferentes níveis de luminosidade observando que a densidade estomática decresceu com o aumento do índice lumínico.

Outros fatores podem influenciar no número de estômatos, além da quantidade de luz que atinge as folhas. Em estudos com folhas de *Xylopia brasiliensis* Sprengel (Annonaceae) não foi verificada diferença significativa na densidade estomática entre os ambientes testados, mata semidecídua e plantio de *Eucaliptus* sp (sub-bosque pouco denso), porém essa densidade foi afetada pela estatura das plantas, sendo que plantas pequenas apresentaram menores valores, observando-se ainda, uma baixa correlação positiva da densidade estomática e assimilação média de CO<sub>2</sub> nas plantas analisadas (Justo *et al.*, 2005).

Os estômatos estão associados diretamente com a capacidade fotossintética, e, uma alteração na sua quantidade afeta diretamente a condutância estomática, ou seja, quanto maior a densidade estomática, maior a absorção de CO<sub>2</sub> (ABRANS *et al.*, 1992; EVANS, 1999). Entretanto, a capacidade de respostas dos estômatos às variáveis ambientais são mais importantes para a determinação da condutância estomática do que o seu número (LIMA JR *et al.*, 2006). O tamanho, a posição e o controle de abertura dos estômatos também irão afetar na absorção de CO<sub>2</sub> (BOEGER e WISNIEWSKI, 2003).

Os valores médios da espessura dos tecidos da folha podem ser observados na Tabela 2. Verificou-se que a espessura total do limbo foi maior nas folhas da área aberta, apresentando diferença significativa entre os tratamentos. Ainda é possível afirmar que esse aumento da espessura total do limbo nas folhas da área aberta está associado principalmente a um aumento da espessura do parênquima paliçádico, principalmente. Essa característica também é reportada para outras espécies. Mendes *et al.* (2001) estudaram a aclimação, em condições naturais (campo), de *Myrtus communis* crescendo sobre dois ambientes lumínicos

contrastantes (sub-bosque e pleno sol) e verificaram que a espessura do limbo nas folhas de sol foi maior que nas folhas do sub-bosque devido, principalmente, ao grande aumento da espessura do parênquima paliçádico, mas também da espessura da epiderme. Barrios e Hernández (2003) também observaram o aumento da espessura foliar total devido ao aumento da espessura do parênquima paliçádico, quando *Spondias purpurea* L. se desenvolveu sob taxas lumínicas mais elevadas.

Essa variação na estrutura interna da folha está relacionada com a captação da luz, pois o aumento do parênquima paliçádico e o arranjo colunar de suas células permitem que a luz seja transmitida mais diretamente e, assim, evitando a foto-inibição (TAIZ e ZEIGER, 2004). Em condições onde as plantas estão sob diferentes quantidades de luz, a espessura e a área foliar tendem a ser inversamente proporcionais, ou seja, a folha diminui a área exposta, mas aumenta a espessura da lâmina, devido ao incremento dos tecidos fotossintéticos e dos espaços intercelulares, garantindo assim o volume da folha (BOEGER e POULSON, 2006).

Verificou-se, ainda, uma diferença significativa ( $p < 0,05$ ) na espessura da cutícula, sendo que esta foi maior nas folhas da área aberta. Segundo Fermino Jr *et al.* (2004), a cutícula apresenta um papel ecológico fundamental, relacionado à redução na perda de água, à reflexão de irradiação luminosa e na redução da temperatura, principalmente nas folhas expostas diretamente à radiação solar.

Os dados referentes às trocas gasosas podem ser visualizados na Tabela 3. Verifica-se que no momento da coleta das folhas a radiação fotossinteticamente ativa (P.A.R.) não apresentou diferença significativa ( $p > 0,05$ ) e isto se deve ao fato de que o plantio teve como objetivo recuperar a área, não sendo feita nenhuma intervenção na mesma e, portanto, aos 18 meses já ocorreu a entrada de novas espécies e/ou indivíduos herbáceos-arbustivos o que fez com que a área aberta estivesse mais sombreada. Mas vale ressaltar que as plantas neste momento são o reflexo de todo o tempo em que estão no campo, ou seja, quando foram plantadas, a área aberta estava a pleno sol, conforme evidenciado no perfil da vegetação ao longo do tempo mostrado na figura 3.

Estudos envolvendo a dinâmica de capoeiras não são comuns, já que essa fase inicial da sucessão secundária natural é tida, pela sociedade em geral, como sem importância, e que somente a floresta (fase arbórea) tem valor ambiental considerável. Carpanezzi (2005) afirma que a fase herbáceo-arbustiva é importante devido a dependência da fauna e a maximização da biodiversidade pela coexistência de diferentes fases sucessionais. Adicionalmente, a estrutura de uma floresta madura é influenciada durante séculos pelo tratamento dado à vegetação na fase inicial da sucessão secundária.

Com relação à taxa de fotossíntese líquida (A) e a condutância estomática (gs) não foram observados diferenças significativas entre os tratamentos ( $p > 0,05$ ). Isso indica que mesmo as folhas recebendo menor quantidade de luz ao longo do período, elas apresentaram estratégias morfoanatômicas importantes, tal como o aumento da área foliar. Aumentar a área foliar em um ambiente com menor disponibilidade de irradiância permite que a planta consiga captar maior quantidade desta luz, já que esta possui um maior número de células fotoreceptoras. As folhas não apresentaram diferença na condutância estomática, fato este que está de acordo também com a não alteração da taxa fotossintética entre as folhas das duas áreas, demonstrando, desta forma, que esta está captando de maneira eficiente o  $\text{CO}_2$  para a realização da fotossíntese, independente da quantidade de luz recebida.

A única variável que apresentou diferença significativa ( $p < 0,05$ ) foi a transpiração (T), que apresentou maiores valores para as folhas da área de capoeira. A transpiração ocorre principalmente através dos estômatos (KERBAUY, 2004) e um número maior de estômatos por unidade de área faz com que ocorra um aumento da taxa de transpiração (LIMA JR *et al.*, 2006). A densidade estomática por  $\text{mm}^2$  entre as áreas não mostrou diferença significativa, porém a área foliar na capoeira foi maior e, desta forma, proporcionalmente, o número total de estômatos nas folhas da área de capoeira também é maior, fato este, que deve ter contribuído para a maior taxa de transpiração observada nesta área. Outro fator que poderia estar influenciando os maiores valores da taxa de transpiração é a presença de vento, já que este sobre a folha retira o vapor de água presente na superfície, promovendo, assim, o aumento da transpiração (LARCHER, 2000). O Reservatório do Iraí está numa área que venta muito e como a área de capoeira está de frente para o reservatório (Figura 1), acaba por receber maior influência do vento, funcionando como uma barreira desse ar em movimento que chega até a área aberta. Assis *et al.* (1996), comprovam através de experimentos controlados que a transpiração aumenta com a velocidade do vento, e esse fenômeno diminui quando as plantas estão abrigadas umas pelas outras ou, como ocorre na área aberta do presente experimento, quando algumas plantas são protegidas por uma barreira de vegetação que neste caso está configurado pela área de capoeira.

Contudo, a maior taxa de transpiração associada com a maior área foliar na área de capoeira pode potencializar a perda de água, porém, isto não está ocorrendo já que essas folhas demonstraram realizar a fotossíntese da mesma forma que as folhas da área aberta (vide fotossíntese líquida, Tabela 3).

Lima Jr *et al.* (2005; 2006) estudando as trocas gasosas e características das folhas de *Cupania vernalis* Camb. (Sapindaceae) submetidas a diferentes níveis de sombreamento, sob

condições de viveiro verificaram que plantas sombreadas tiveram menores taxas fotossintéticas, de condutância estomática, de espessura total de limbo e de densidade estomática. Desse modo, os autores afirmam que *C. vernalis*, que é uma espécie classificada como secundária adaptada a radiação direta, apresenta uma grande plasticidade em relação às diferenças lumínicas, alterando algumas de suas características anatômicas foliares como a espessura da lâmina e densidade estomática. Estas foram direta e positivamente relacionadas com características fisiológicas (taxa fotossintética, condutância estomática), favorecendo um melhor desenvolvimento das mudas sob diferentes condições ambientais.

Para *Croton urucurana* Baill. (Euphorbiaceae), a taxa de fotossíntese permaneceu aproximadamente constante tanto a pleno sol quanto em níveis de sombreamento de 50%, porém, quando o sombreamento aumentou (70%) sofreu um decréscimo. Também foi verificado que com o aumento dos níveis de sombreamento ocorreu um aumento da área foliar, assim como um incremento da sua altura média e dos seus níveis de concentração de clorofila. Com base nisso, os autores sugerem que a espécie tem um mecanismo morfológico para aproveitar de uma forma mais eficiente a radiação, e que apesar da sua condição de pioneira, quando cresce em viveiro, o melhor desenvolvimento ocorre com sombreamento de 70% (ALVARENGA *et al.*, 2003). Já em estudos com de folhas de sol e sombra de *Lithraea molleoides* (Vell.) Engl. (Anacardiaceae), também espécie pioneira, revelaram que tanto a taxa fotossintética, quanto a condutância estomática não sofreram variação em função da quantidade de luz recebida (DIAS *et al.* 2005; 2007), assim como em *S. terebinthifolius*. Outra semelhança encontrada com a aroeira foi de que a taxa de transpiração foi significativamente maior para as folhas sombreadas. Os autores sugerem que essas adaptações fisiológicas associadas às adaptações morfoanatômicas reforçam a relativa capacidade da espécie de obter sucesso durante os primeiros estádios da sucessão florestal e esses resultados estão em acordo com os encontrados.

Então, o grupo sucessional a que a espécie pertence nos diz o quanto essa espécie é capaz ou não de se aclimatar frente a determinadas condições ambientais. Os trabalhos acima citados mostram que espécies pioneiras, que são aquelas que classicamente são referidas como dependentes de luz, são também passíveis de serem implantadas em áreas com menor disponibilidade de luz, pois são espécies que conseguem se aclimatar em tais condições. Corrêa (2004) afirma que as espécies sucessionais pioneiras têm uma maior flexibilidade fisiológica e um alto potencial de adaptação em resposta a uma mudança ambiental momentânea específica. Nesse sentido, Bazzaz e Carlson (1982) afirmam que espécies



sucessionais primárias são mais adaptadas à alta disponibilidade de luz, tolerando variações lumínicas por alterarem seus padrões de resposta fotossintética.

Os dados referentes ao crescimento da espécie nas duas áreas podem ser visualizados nas Tabelas 4, 5 e 6. Apesar da taxa de sobrevivência (Tabela 6) ser considerada satisfatória nas duas áreas, percebe-se que os indivíduos plantados na capoeira obtiveram uma maior taxa de sobrevivência (86,42%) e altura (Tabela 4) (69,31 cm) quando comparados com aqueles indivíduos da área aberta. Esses dados corroboram os resultados de Scalón *et al.* (2006) que testaram no viveiro o desenvolvimento de mudas de *S. terebinthifolius* sob diferentes condições de sombreamento, verificando que as mudas apresentaram maiores valores de crescimento em altura para aquelas sob condições de maior sombreamento.

O aumento na altura em plantas que se desenvolvem em ambientes mais sombreados é considerada uma resposta comum relatada por alguns autores (INOUE e TORRES, 1980; CANCIAN e CORDEIRO, 1998; DEMUNER *et al.*, 2004; FRANCO e DILLENBURG, 2007) e isso reflete uma tendência ao estiolamento, ou seja, um investimento inicial pronunciado no alongamento vertical do caule a fim de alcançar a luz com maior facilidade. Demuner *et al.* (2004) relatam que a dominância apical aumenta quando as plantas são submetidas a níveis elevados de sombreamento, em razão do decréscimo de fotoassimilados e maior nível de auxina no ápice caulinar. Já Steingraeber (1982) ressalta que um estiolamento pronunciado pode comprometer tanto a sustentação da parte aérea quanto o investimento em ramos laterais, por reduzir o vigor do caule.

Franco e Dillenburg (2007) ao verificar os ajustes morfológicos e fisiológicos em plantas jovens de *Araucaria angustifolia* em resposta ao sombreamento detectaram que, num primeiro momento (até 110 dias), as plantas sombreadas cresceram mais significativamente em altura. Passada essa fase, apresentaram uma estabilização desse crescimento, enquanto que aquelas que cresceram a pleno sol mantiveram um crescimento contínuo em altura. Atribuíram a este fato, que um rápido crescimento em altura estaria associado a plantas intolerantes ao sombreamento, já que estas apresentam um maior investimento inicial em altura a fim de reprimir mais rapidamente a vegetação competidora, garantindo desta forma o seu sucesso regenerativo.

Os dados do diâmetro (Tabela 5) não apresentaram diferença significativa entre as áreas, e dessa forma, *S. terebinthifolius* está adaptado às variações de luminosidade das duas áreas, já que, segundo Scalón *et al.* (2001) um maior diâmetro de caule sugere uma maior disponibilidade de fotoassimilados mobilizados pela parte aérea (maior particionamento de fotoassimilados da parte aérea), demonstrando, assim, um eficiente crescimento tanto na

capoeira como na área aberta. Vale ressaltar que esse fato também é corroborado pela diferença não significativa da taxa de fotossíntese constatada.

Desta forma, as características relacionadas acima mostram a plasticidade morfológica de *S. terebinthifolius* em resposta a habitats que apresentaram em sua trajetória diferentes condições lumínicas. Nas condições estabelecidas pelo experimento, a espécie confirmou sua capacidade de adaptar-se a uma variedade de habitats, conforme relatado por Carvalho (2003), devido a sua habilidade de aclimação a uma faixa de intensidades luminosas desde pleno sol até condições de sombreamento impostas pelo crescimento de outras espécies presentes no estágio sucessional de capoeira sem sofrer prejuízos no seu crescimento. Porém, o que se percebe é que essa é uma espécie favorecida por níveis intermediários de luz (aqueles presentes na capoeira), visto que sua taxa de sobrevivência foi maior nessas condições. Então, comporta-se como uma espécie de características sucessionais intermediárias, sendo capaz de se regenerar tanto sob o dossel da mata quanto em áreas abertas. Essa característica está de acordo com Souza e Pina-Rodrigues (2000) que citam que *S. terebinthifolius* possui uma estratégia de estabelecimento mais típica de espécies secundárias, com tendência a secundária tardia, discordando de Carvalho (2003).

Portanto, os resultados apresentados das adaptações morfoanatômicas e fisiológicas das folhas de *S. terebinthifolius* demonstram uma considerável capacidade adaptativa desta espécie diante de diferentes condições de luminosidade, e, desta forma, esta espécie pode obter sucesso tanto em plantios a céu aberto e sob cobertura, podendo inclusive ser usada em projetos de enriquecimento de capoeiras ou ainda em consórcio com outras espécies mais exigentes com relação à quantidade de luz.

## REFERÊNCIAS

- ABRANS, M. C.; KLOEPEL, B. D.; KUBISKE, M. E. Ecophysiological and morphological responses to shade and drought in two contrasting ecotypes of *Prunus serotina*. **Tree Physiology**, v.10, p.343-355, 1992.
- ALMEIDA, D.S. **Recuperação ambiental da mata atlântica**. Ilhéus, Editus, 130p. 2000.
- ALTMANN, A. A compensação financeira pela preservação e recuperação da mata ciliar. Págs. 41-54. In: BENJAMIM, A. H., LECEY, E.; CAPPELLI, S. **Meio Ambiente e acesso à Justiça: Flora, Reserva Legal e APP**. São Paulo, Imprensa Oficial do Estado. 2007.

- ALVARENGA, A. A. et al. Effects of different light levels on the initial growth and photosynthesis of *Croton urucurana* Baill. In southeastern Brazil. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 27, n.1, p. 53-57, 2003.
- ARAKI, D. F. **Avaliação da semeadura a lanço de espécies florestais nativas para recuperação de áreas degradadas**. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), USP, Piracicaba-SP, 150p., 2005.
- ASSIS, F. N.; ARRUDA, H.V.; PEREIRA, A. R. **Aplicações de estatística à climatologia: teoria e prática**. Pelotas: Editora Universitária, 161p, 1996.
- ASTHON, P. M. S.; BERLYN, G. P. Leaf adaptations of some *Shorea* species to sun and shade. **New Phytologist**, v. 121, p. 587-596, 1992.
- BARRIOS, E. P.; HERNÁNDEZ, B. C. R. Phenology, growth and response to light of ciruela mexicana (*Spondias purpurea* L., Anacardiaceae). **Economy Botany**, v. 57, n. 4, p. 481-490, 2003.
- BAZZAZ, F. A. & CARLSON, R. W. Photosynthetic acclimation to variability in the light environment of early and late successional plants. **Oecologia**, v. 54, n. 3, p. 313-316, 1982.
- BOEGER, M. R. T.; KAEHLER, M.; MELO JUNIOR, J. C. F.; GOMES, M. Z.; OLIVEIRA, L. S.; CHAVES, C. R. M.; SCHOTTZ, E. S. Estrutura foliar de seis espécies do subosque de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista. **Hoehnea**, v. 33, n. 4, p. 521-531, 2006.
- BOEGER, M. R. T.; POULSON, M. Efeitos da radiação ultravioleta-B sobre a morfologia foliar de *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. (Brassicaceae). **Acta bot. Brás.**, v. 20, n. 2, p. 329-338, 2006.
- BOEGER, M. R. T; WISNIEWSKI, C. Comparação da morfologia foliar de espécies arbóreas de três estádios sucessionais distintos de Floresta Ombrófila Densa (Floresta Atlântica) no sul do Brasil. **Revista Brasil. Botânica**, v. 26, n. 1, p. 61-72, 2003.
- BONGERS, F.; POPMA, J. Leaf characteristics of the tropical rain forest flora of Los Tuxtlas, Mexico. **Botanical Gazette**, v. 151, p. 354-365., 1990.
- CAMPOS, M. A. A.; UCHIDA, T. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. *Pesq. Agropec. bras.*, Brasília, 37(3): 281-288, mar.2002.
- CANCIAN, M. A. E.; CORDEIRO, L. Efeito do sombreamento no crescimento inicial de *Lonchocarpus muehlbergianus* Hassl. **Acta Botânica Brasília**, v.12, p. 367-373., 1998.
- CARNEIRO, C.; PEGORINI, E. S.; ANDREOLLI, C. V. Introdução. In: ANDREOLLI, C. V.; CARNEIRO, C. (Eds.). **Gestão Integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados**. Curitiba: Gráfica Capital, 2005. p. 25-44.

- CARPANEZZI, A. A. Fundamentos para a reabilitação de ecossistemas florestais. In: GALVÃO, A. P. M. & SILVA, V. P., **Restauração florestal: fundamentos e estudos de caso**. Colombo: Embrapa Florestas, p. 27-45, 2005.
- CARVALHO, P. E. **Espécies Arbóreas brasileiras**. Colombo, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. 640p., 2003.
- CASTRO, A. H. F.; ALVARENGA, A. S. Influência do fotoperíodo no crescimento inicial de plantas de confrei (*Symphytum officinale* L.). **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 26, n. 1, p.77-89, 2002.
- CASTRO, E.M., PINTO, J.E.B.P., ALVARENGA, A.A., LIMA JÚNIOR, E.C., BERTOLUCCI, S.K.V., SILVA FILHO, J.L. & VIEIRA, C.V. Crescimento e anatomia foliar de plantas jovens de *Mikania glomerata* Sprengel (Guaco) submetidas a diferentes fotoperíodos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 6, p. 1293-1300, 2003.
- CORRÊA, I. J. **Plasticidade fenotípica em indivíduos jovens de *Aloysia virgata* (Ruiz et Pav.) A. L. Juss – Verbenaceae**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de São Carlos, UFSCar, 2004.
- CHIAMOLERA, L. B.; ANGELO, A. C. Resposta de Espécies Nativas em Áreas com Diferentes graus de Sucessão, Reservatório Iraí-PR. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, p. 132-134, 2007.
- CURCIO, G.R.; SOUSA, L.P.; BONNET, A. & BARDDAL, M.L. Recomendação de Espécies Arbóreas Nativas, por tipo de Solo, para Recuperação Ambiental das Margens do Rio Iraí, Pinhais, PR. **Revista Floresta**, v. 37, n. 1, p. 113-122. 2007.
- DALE, J. E. The control of leaf expansion. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 39, p. 267-295, Jan. 1988.
- DEGÁSPARI, C. H.; WASZCZYNSKYJ, N.; SANTOS, R. J. Atividade antioxidante de extrato de fruto de aroeira (*Schinus terebenthifolius* Raddi). **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 83-90, Jul.- Dez./2004.
- DEMUNER, V. G.; HEBLING, S. A. & DAGUSTINHO, D. M. Efeito do sombreamento no crescimento inicial de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms. **Bol. Mus. Biol. Mello Leitão**, v. 17, p. 45-55. 2004.
- DIAS, J. **Aspectos morfoanatômicos e fisiológicos de folhas de sol e de sombra de *Lithraea molleoides* (Vell.) Engl. (Anacardiaceae)**. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas). Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná, Brasil. 2005.
- DIAS, J.; PIMENTA, J. A.; MEDRI, M. E.; BOEGER, M. R. T; FREITAS, C. T. Physiological aspects of sun and shade leaves of *Lithraea molleoides* (Vell.) Engl.

- (Anacardiaceae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 50, n. 1, p. 91-99, 2007.
- DICKSON, W.C. **Integrative plant anatomy**. Horcand academy Press, San Diego. 2000.
- DUARTE, M. R., TOLEDO, M. G.; OLIVEIRA, R. B. Diagnose morfoanatômica de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi, Anacardiaceae). **Visão Acadêmica**, v. 7, n. 2,. 2006.
- DUZ, S. R.; SIMINSKI, A.; SANTOS, M; PAULILO, M. T. Crescimento inicial de três espécies arbóreas da Floresta Atlântica em resposta à variação na quantidade de luz. **Revista Brasil. Bot.**, v. 27, n. 3, p. 587-596, 2004.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 412 p., 1999.
- ESPINDOLA JUNIOR, A. **Morfologia e anatomia foliar de duas espécies medicinais (*Mikania glomerata* Spreng. – Asteraceae e *Bauhinia forficata* Link. - Leguminosae) associadas à erva mate, sob diferentes condições de luminosidade**. Dissertação (Mestrado em Botânica), Universidade Federal do Paraná, 2006.
- EVANS, J. R. Leaf anatomy enables more equal access to light and CO<sub>2</sub> between chloroplasts. **New Phytologist** 143: 93-104.; 1999.
- FERMINO JR., P. C. P. et al. Espécies pioneiras e climácicas da Floresta Ombrófila Densa: anatomia foliar comparada. **Insula**, Florianópolis-SC, v. 33, p. 21-37, 2004.
- FRANCO, A. M. S.; DILLENBURG, L. R. Ajustes morfológicos e fisiológicos em plantas jovens de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze em resposta ao sombreamento. **Hoehnea**, v. 34, n. 2, p. 135-144, 2007.
- FURTINI NETO, A. E.; SIQUEIRA J. O.; CURI, N.; MOREIRA F. M. S. Fertilização em reflorestamento com espécies nativas. P. 351-384. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI V. **Nutrição e Fertilização Florestal**. Piracicaba – SP: IPEF. 427 p., 2000.
- GIVNISH, T. J. Adaptation to sun and shade: a whole-plant perspective. **Aust. J. Plant Physiol.**, v. 15, p. 63-92, 1998.
- HANBA, Y. T.; KOGAMI, H. & TERASHIMA, I. The effect of growth irradiance on leaf anatomy and photosynthesis in *Acer* species differing in light demand. **Plant, Cell and Environment**, v. 25, p. 1021-1030, 2002.
- ILLENSEER, R.; PAULILO, M. T. S. Crescimento e eficiência na utilização de nutrientes em plantas jovens de *Euterpe edulis* Mart. Sob dois níveis de irradiância, nitrogênio e fósforo. **Acta bot. Brás.**, v. 16, n. 4, p. 385-394, 2002.

- INOUE, M. T. & TORRES, D. V. Comportamento do crescimento de mudas de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. em dependência da intensidade luminosa. **Revista Floresta**, v.11, p. 7-11, 1980.
- JACOBS, G. A. Evolução dos remanescentes florestais e áreas protegidas no estado do Paraná. **Cadernos de Biodiversidade**, v. 2, n. 1, p. 73-81, 1999.
- JOHANSEN, D. A. **Plant Microtechnique**. McGraw Hill Book, New York., 1940.
- JUSTO, C. F.; SOARES, A. M.; GAVILANES, M. L.; CASTRO, E. M. Plasticidade anatômica das folhas de *Xylopia brasiliensis* Sprengel (Annonaceae). **Acta bot. Bras.**, v. 19, n. 1, p. 111-123, 2005.
- KAGEYAMA, P.; GANDOLFI, S. Conceitos, Tendências e Ações para a Recuperação de Florestas Ciliares. In: RODRIGUES, R.R. & LEITÃO FILHO, H. F. (Eds.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo-FAPESP. p.235-247, 2004.
- KAGEYAMA, P. Y., OLIVEIRA, R. E., MORAES, L. F. D., ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. (Ed.) **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu, FEPAF, 340p., 2003.
- KERBAUY, G. B. 2004. **Fisiologia Vegetal**. São Paulo: Editora Guanabara Koogan, 472p.
- KLEIN, R. M.; G. HATSCHBACH. Fitofisionomia e notas sobre a vegetação para acompanhar a planta fitogeográfica do município de Curitiba e arredores (Paraná). **Boletim da Universidade do Paraná**, v. 4, 1962, 30 p. 1962.
- KLICH, M.G. Leaf Variations in *Elaeagnus angustifolia* related to environmental heterogeneity. **Environmental and Experimental Botany**, v. 44, p. 171-183, 2000.
- KOLB, R. N.; MEDRI, M. E.; BIANCHINI, E.; PIMENTA, J. A.; GILONI, P. C.; CORREA, G. T. Anatomia Ecológica de *Sebastiania commersoniana* (Baillon) Smith & Downs (Euphorbiaceae) submetida ao alagamento. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 21, n. 3, p. 261-267, 1998.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos, RiMa, 531p. 2000.
- LIMA JR, E. C.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M.; VIEIRA, C. V.; OLIVEIRA, H. M. Trocas gasosas, características das folhas e crescimento de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 5, p. 1092-1097, 2005.
- LIMA JR., E. C.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M.; VIEIRA, C. V.; BARBOSA, J. P. R. A. D. Aspectos fisionômicos de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb.

- submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v. 30, n.1, p. 33-41, 2006.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 352p.
- MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. 2.ed. Curitiba: Ed. Olympio, 450p., 1981.
- MACHADO, S. R.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. Estrutura e desenvolvimento de canais secretores em frutos de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae). **Acta Bot. Bras.**, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 189-95, 2001.
- MARQUES, A. R.; GARCIA, Q. S.; FERNANDES, G.W. Effects of sun and shade on leaf structure and sclerophylly of *Sebastiania myrtilloides* (Euphorbiaceae) from Serra do Cipó, Minas Gerais, Brazil. **Boletim Botânico da Universidade São Paulo**, v. 18, p. 21-27, 1999.
- MEDRI, M. E.; DAVANSO, V. M.; SOUZA, L. A.; COLLI, S. *Tabebuia avellanadae* Lor. ex Griseb. (Bignoniaceae) submitted at the flooding and the ethrel and silver nitrate application. Brazilian **Archives of Biology and Technology**, Curitiba - Brazil, v. 46, n. 01, p. 57-64, 2003.
- MENDES, M.M.; GAZARINI, L.C.; RODRIGUES, M.L. Acclimatation of *Myrtus communis* to contrasting Mediterranean light environments – effects on structure and chemical composition of foliage and plant water relations. **Environmental and Experimental botany**, v. 45, p. 165 –178. 2001.
- NAKAZONO, E. M.; COSTA, M. C.; FUTATSUGI, K.; PAULILO, M. T. S. Crescimento inicial de *Euterpe edulis* Mart. em diferentes regimes de luz. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, V.24, n.2, p.173-179, jun. 2001.
- NERY, F. C.; ALVARENGA, A. A.; JUSTO, C. F.; CASTRO, E. M.; SOUZA, G. S.; ALVES, E. Aspectos anatômicos de folhas de plantas jovens de *Calophyllum brasiliense* Cambess. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Revista brasileira de Biociências**, Porto Alegre, 5 (2): 129-131, jul 2007.
- NOGUEIRA, A.C. Coleta, maejo, armazenamento e dormência de sementes. In: GALVÃO, A.P.M & MEDEIRSO, A.C.S (Eds.). **Restauração da Mata Atlântica em áreas de sua primitiva Ocorrência Natural**. Colombo: Embrapa Florestas, p. 45-52., 2002.
- OLIVEIRA, F.; GROTTA, A. S. Contribuição ao estudo morfológico e anatômico de *Schinus terebinthifolius* Raddi, Anacardiaceae. **Rev. Fac. Bioquim. São Paulo**, São Paulo, v. 3, n. 2, p. 271-93, 1965.

- PIRES, O. C.; TAQUEMASA, A. V. C.; AKISUE, G.; OLIVEIRA, F.; ARAÚJO, C. E. P. Preliminary comparative analysis of the acute toxicity and median lethal dose (LD50) of the fruit of the Brazilian black pepper (*Schinus terebinthifolius* Raddi) and black pepper (*Piper nigrum* L.). **Acta Farm. Bonaerense**, La Plata, v. 23, n. 2, p. 176-82, 2004.
- POGGIANI, F.; SCHUMACHER M. Ciclagem de nutrientes em florestas nativas. p. 287-308. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI V. **Nutrição e Fertilização Florestal**. Piracicaba – SP: IPEF. 427 p., 2000.
- QUEIRES, L. C.; FAUVEL-LAFETVE, F.; TERRY, S.; TAILLE, A.; KOUYOUMDJIAN, J. C.; CHOPIN, D. K.; VACHEROT, F.; RODRIGUES, L. E.; CREPIN, M. Polyphenols purified from the Brazilian aroeira plant (*Schinus terebinthifolius* Raddi) induce apoptotic and autophagic cell death of DU145 cells. **Anticancer Res.**, Attiki, v. 26, n. 1A, p. 379-87, 2006.
- REIS, A; BECHARA, F. C.; ESPÍNDOLA, M. B.; VIEIRA, N. K.; SOUZA, L. L. Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais. **Natureza & Conservação**, v. 1, n 1 , p. 28-36, 2003.
- ROÇAS, G., BARROS, C. F.; SCARANO, F. R. Leaf anatomy plasticity of *Alchornea triplinervia* (Euphorbiaceae) under distinct light regimes in a Brazilian montane Atlantic rain forest. **Trees**, v. 11, p. 469-473. 1997.
- RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACK, G. As unidades fitogeográficas do Estado do Paraná. **Ciência e Ambiente**, Santa Maria, v. 24, p. 75-92, jan./jun, 2002.
- RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Eds.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo-FAPESP. p.235-247, 2004.
- RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Restauração de florestas tropicais: subsídios para uma definição metodológica e indicadores de avaliação e monitoramento. In: DIAS, L. E. & MELLO, J. W. V. **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: UFV, 251p., 1998.
- SCALON, S. P. Q.; SCALON FILHO, H.; RIGONI, M. R.; VERALDO, F. Germinação e crescimento de mudas de Pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) sob condições de sombreamento. **Rev. Bras. Frutic.**, v. 23, n. 3, p. 652-655, 2001.
- SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M.; RIGONI, M. R.; SCALON FILHO, H. Crescimento inicial de mudas de *Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. Robyns sob condição de sombreamento. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v. 27, n. 6, p. 753-758, 2003.



- SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M.; SCALON FILHO, H.; FRANCELINO, C. S. F. Desenvolvimento de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius*) e sombrero (*Clitoria fairchildiana*) sob condições de sombreamento. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 30, n. 1: 166-169, 2006.
- SIMINSKI, A.; PAULILO, M. T. S. Resposta de *Cupania vernalis* Cambess (Sapindaceae) à variação na intensidade de luz. **Insula**, Florianópolis, v. 33, p. 101-110, 2004.
- SOUZA, E. N.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; Comportamento de germinação de sementes de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) sob diferentes condições de luz e temperatura. In: CONGRESSO E EXPOSIÇÃO NACIONAL SOBRE FLORESTAS, 6., Porto Seguro. Resumos técnicos. Rio de Janeiro: Instituto Ambiental Biosfera, 2000. p. 69., 2000.
- SPVS (Sociedade de Pesquisa de Vida Selvagem e Educação Ambiental). **Manual para recuperação da reserva florestal legal**. Curitiba-PR: FNMA, 84 p, 1996.
- STEINGRAEBER, D. A. Phenotypic plasticity of branching pattern in sugar maple (*Acer saccharum*). **American Journal of Botany**, v. 69, p. 638-640, 1982.
- SULTAN, S.E. Phenotypic plasticity in plants: a case study in ecological development. **Evolution & Development**, v. 5, n.1, p. 25–33, 2003.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3<sup>a</sup> Ed. Porto Alegre: Editora Artmed, 2004.
- VALLADARES, F.; ALLEN, M. T.; PEARCY, R. W. Photosynthetic responses to dynamic Light under field conditions in six tropical rainforest shrubs occurring along a light gradient. **Oecologia**, v. 111, p. 505-514, 1997.
- VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da Vegetação Brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro, IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 124p. 1991.
- VOGELMANN, T. C.; NISHIO, J. N.; SMITH, W. K. Leaves and light capture: light propagation and gradients of carbon fixation within leaves. **Trends in Plant Science**, v. 1, n. 2, p. 65-70. 1996.
- WILSON, P. J., THOMPSON, K. & HODGSON, J. G. Specific leaf area and leaf dry matter content as alternative predictors of plant strategies. **New Phytology**, v.143, p. 155-162, 1999.
- WITKOWSKI, E. T. F.; LAMONT, B. B. Leaf specific mass confounds leaf density and thickness. **Oecologia**, v. 88, p. 486-493, 1991.

## TABELAS

**Tabela 1:** Valores médios, respectivos desvios padrão (entre parênteses) e coeficientes de variação (cv%) das características morfológicas (n=90) para folhas de *Schinus terebinthifolius* nos diferentes tratamentos. Letras diferentes para mesma variável representam diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos testados (Teste t, p<0,05).

<b>3º Folíolo</b>	<b>ÁREA ABERTA</b>	<b>CV (%)</b>	<b>CAPOEIRA</b>	<b>CV (%)</b>
Área Foliar (cm <sup>2</sup> )	3,04 (± 1,15) b	37,82	3,45 (± 0,96) a	27,88
Peso Seco (g)	0,04 (± 0,02) a	43,84	0,04 (± 0,01) a	28,36
AEF (cm <sup>2</sup> .g <sup>-1</sup> )	71,68 (± 9,67) b	13,49	84,35 (± 14,19) a	16,82
Densidade Estomática (Nº/mm <sup>2</sup> )	482,83 (± 85,87) a	17,79	480,59 (± 105,75) a	22,01
<b>Folha Inteira</b>				
Área Foliar (cm <sup>2</sup> )	33,29 (± 11,76) b	35,33	38,40 (± 11,79) a	30,69
Peso Seco (g)	0,54 (± 0,21) a	39,63	0,52 (± 0,17) a	32,20
AEF (cm <sup>2</sup> .g <sup>-1</sup> )	63,50 (± 7,18) b	11,30	75,52 (± 11,62) a	15,38

**Tabela 2:** Valores médios e respectivos desvios padrão (entre parênteses) e coeficientes de variação (cv%) das espessuras das características anatômicas para os folíolos de *Schinus terebinthifolius* nos diferentes tratamentos. (n=60). Letras diferentes para mesma variável representam diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos testados (Teste t, p<0,05).

	<b>ÁREA ABERTA</b>	<b>CV (%)</b>	<b>CAPOEIRA</b>	<b>CV (%)</b>
Cutícula (µm)	5,33 (± 1,27) a	23,77	4,44 (± 1,35) b	30,35
Epiderme Adaxial (µm)	10,87 (± 1,77) a	16,31	10,71 (± 1,48) a	13,87
Hipoderme (µm)	15,91 (± 3,05) a	19,18	15,98 (± 4,43) a	27,70
Parênquima Paliçádico (µm)	107,42 (± 21,52) a	20,04	90,68 (± 22,19) b	24,48
Parênquima Lacunoso (µm)	86,04 (± 18,92) a	21,99	85,44 (± 16,19) a	18,95
Epiderme Abaxial (µm)	12,93 (± 2,45) a	18,98	12,77 (± 1,58) a	12,35
Espessura total (µm)	238,49 (± 35,14) a	14,73	220,03 (± 31,80) b	14,45

**Tabela 3:** Valores médios, respectivos desvios padrão (entre parênteses) e coeficientes de variação (CV%) das características fisiológicas (n=30) para os folíolos de *Schinus terebinthifolius* nos diferentes tratamentos. Letras diferentes para mesma variável representam diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos testados (Teste t, p<0,05). (PAR – radiação fotossinteticamente ativa; A, fotossíntese líquida; Gs – condutância estomática; T – transpiração)

	<b>ÁREA ABERTA</b>	<b>CV (%)</b>	<b>CAPOEIRA</b>	<b>CV (%)</b>
PAR (µmol.m <sup>-2</sup> .s <sup>-1</sup> )	1017,03 (± 392,23) a	38,57	922,23 ± 595,15 a	64,53
A (µmol.m <sup>-2</sup> .s <sup>-1</sup> )	6,91 (± 3,84) a	55,56	6,09 (± 2,26) a	37,14
Gs (mol.m <sup>-2</sup> .s <sup>-1</sup> )	0,13 (± 0,16) a	122,92	0,08 (± 0,04) a	46,3
T (mol.m <sup>-2</sup> .s <sup>-1</sup> )	1,40 (± 0,59) b	42,6	1,79 (± 0,71) a	39,51

**Tabela 4:** Valores médios, respectivos desvios padrão (entre parênteses) e coeficientes de variação (CV%) da altura (cm) de *Schinus terebinthifolius* nos diferentes tratamentos aos 6, 12 e 18 meses. Letras diferentes para mesma variável representam diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos testados (Teste t,  $p < 0,05$ ).

	ÁREA ABERTA	CV (%)	CAPOEIRA	CV (%)
6 meses	26,15 ( $\pm$ 10,20) a	38,99	28,22 ( $\pm$ 12,07) a	42,76
12 meses	35,70 ( $\pm$ 17,08) b	47,85	43,30 ( $\pm$ 16,22) a	37,46
18 meses	58,65 ( $\pm$ 29,87) b	50,93	69,31 ( $\pm$ 26,65) a	38,45

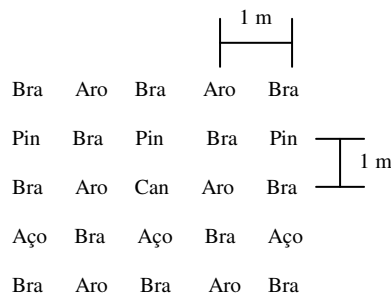
**Tabela 5:** Valores médios, respectivos desvios padrão (entre parênteses) e coeficientes de variação (CV%) do diâmetro (mm) de *Schinus terebinthifolius* nos diferentes tratamentos aos 6, 12 e 18 meses. Letras diferentes para mesma variável representam diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos testados (Teste t,  $p < 0,05$ ).

	ÁREA ABERTA	CV (%)	CAPOEIRA	CV (%)
6 meses	5,42 ( $\pm$ 2,04) a	37,58	5,11 ( $\pm$ 1,80) a	35,17
12 meses	7,91 ( $\pm$ 3,19) a	40,27	7,53 ( $\pm$ 2,84) a	37,64
18 meses	10,40 ( $\pm$ 4,40) a	41,17	10,30 ( $\pm$ 4,19) a	40,68

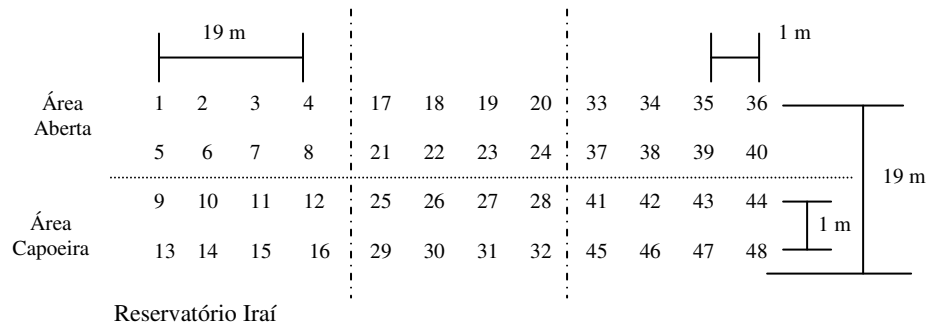
**Tabela 6:** Taxa de sobrevivência (%) de *Schinus terebinthifolius* nos diferentes tratamentos aos 6, 12 e 18 meses.

	ÁREA ABERTA	CAPOEIRA
6 meses	82,96	93,79
12 meses	77,78	90,06
18 meses	72,59	86,42

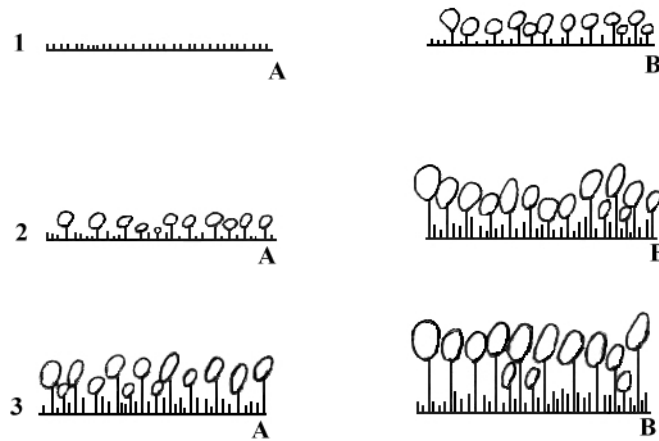
## FIGURAS



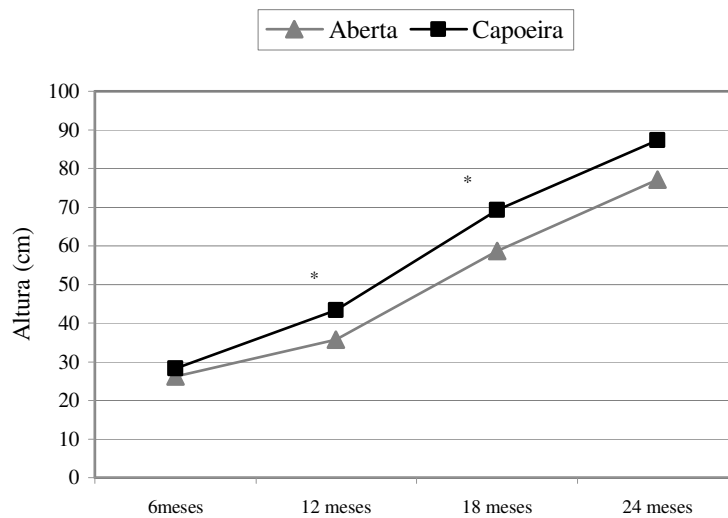
**Figura 1.** Modelo de distribuição das espécies (Sub-parcela). (Bra, *M. scabrella*; Aro, *S. terebinthifolius*; Pin, *P. lambertii*; Aço, *L. divaricata*; Can, *E. montevidensis*).



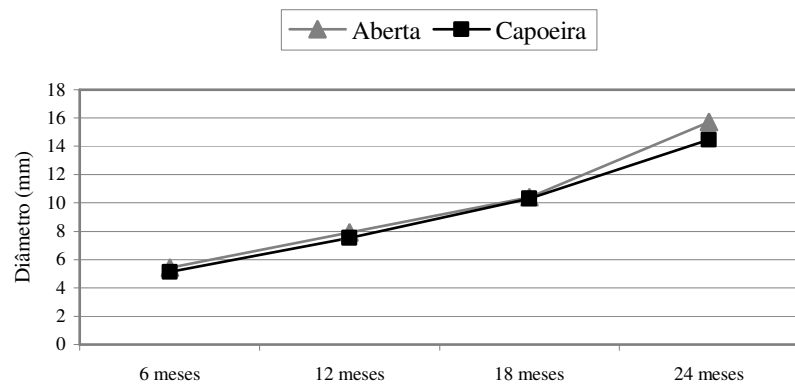
**Figura 2.** Modelo de disposição das parcelas. Os números correspondem as parcelas, que são formadas pelas espécies já mostradas na figura 1.



**Figura 3:** Perfil da evolução das duas áreas com diferentes graus de sucessão – Reservatório Iraí-PR. (A, área aberta; B, capoeira; 1, momento da implantação do experimento; 2, áreas com 9 meses; 3, áreas com 18 meses).



**Figura 4:** Altura de *S. terebinthifolius* na área aberta e capoeira no Reservatório do Iraí-PR, ao longo de dois anos após o plantio. O asterisco indica diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos testados ( $p < 0,05$ ).



**Figura 5:** Diâmetro de *S. terebinthifolius* na área aberta e capoeira no Reservatório do Iraí-PR, ao longo de dois anos após o plantio.

## ASPECTOS ANATÔMICOS E FISIOLÓGICOS DE FOLHAS DE *Mimosa scabrella* BENTHAM (MIMOSACEAE) IMPLANTADOS EM DUAS ÁREAS COM DIFERENTES GRAUS DE SUCESSÃO AS MARGENS DO RESERVATÓRIO DO IRAÍ-PR.

**RESUMO:** A demanda pelo conhecimento acerca do comportamento de espécies nativas é crescente, principalmente a partir da década de 80, onde os trabalhos que visavam à restauração de ecossistemas florestais passaram a privilegiar espécies nativas em vez de espécies exóticas. Uma das grandes dificuldades de um projeto de revegetação de áreas degradadas é a escolha adequada das espécies que devem ser usadas. Assim, conhecer o comportamento de espécies nativas no campo se mostra mais uma vez uma necessidade urgente. O objetivo deste trabalho foi verificar a influência de diferentes condições de luminosidade presentes em graus de sucessão distintos nas folhas de *Mimosa scabrella* implantadas nas margens do Reservatório Iraí, PR. Para isso foram avaliados aspectos morfológicos (área foliar, peso seco, área foliar específica), anatômicos (espessuras de cutícula, epiderme adaxial, parênquima paliçádico, parênquima lacunoso, epiderme adaxial e espessura total), fisiológicos (taxa de fotossíntese, condutância estomática, transpiração) e desenvolvimento (altura, diâmetro e sobrevivência) até os 18 meses. Os resultados mostraram que para os parâmetros morfológicos, *M. scabrella* apresentou diferença significativa apenas para a área foliar específica que foi maior para os indivíduos da capoeira. Com relação aos parâmetros anatômicos, apenas a espessura da epiderme adaxial e do parênquima paliçádico mostraram diferenças significativas. A epiderme adaxial foi maior na área de capoeira, enquanto que o parênquima paliçádico maior na área aberta. Os dados fisiológicos mostraram diferença significativa para a taxa de transpiração e para a condutância estomática que foram maiores para a área aberta. A altura aos 18 meses não mostrou diferença significativa entre as áreas, assim como o diâmetro. A taxa de sobrevivência foi considerada insatisfatória para ambas as áreas, porém foi ligeiramente maior na capoeira. Esses resultados aliados ao comportamento natural da espécie sugerem que *M. scabrella* deve ser implantada em densidades mais elevadas.

**Palavras-chave:** *Mimosa scabrella*; Morfoanatomia Foliar; Luz.

## INTRODUÇÃO

A demanda pelo conhecimento acerca do comportamento de espécies nativas é crescente em função da potencialidade econômica destas espécies bem como devido ao aumento da importância da atividade de restauração de ambientes. Isso verificou-se principalmente a partir da década de 80, pelo desenvolvimento da ecologia da restauração como ciência, e, desta forma, passando a incorporar um conceito extremamente importante que é o da sucessão ecológica. Ricklefs (2003) define a sucessão ecológica como sendo a substituição de populações num habitat através de uma seqüência repetida de estágios, ou seja, é a seqüência de mudanças iniciada pela perturbação até atingir a última associação de espécies, formando a comunidade clímax. Rodrigues e Gandolfi (1998) complementam, afirmando que esse processo caracteriza-se principalmente por gradual aumento e substituição de espécies no tempo, em função das diferentes condições ambientais que vão se estabelecendo, ou seja, ocorre uma substituição de espécies de grupos ecológicos ou categorias sucessionais (pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias ou clímax).

Existe uma grande variação na resiliência dos ambientes em processo de recuperação forçando a concepção de projetos distintos. Nesse sentido Campelo (1998) afirma que uma das grandes dificuldades de um projeto de revegetação de áreas degradadas é que não existem fórmulas prontas e a intervenção técnica deve se basear no potencial de recuperação do ecossistema, buscando ajudar os processos naturais. Baseado nisso, Durigan *et al.* (2004) afirmam que, atualmente, o plantio de espécies arbóreas é visto como apenas o primeiro passo ao longo do caminho para uma floresta auto-renovável, sendo que o papel desse plantio é, principalmente, melhorar as condições de solo e o microclima para favorecer esses processos naturais de regeneração natural.

A escolha adequada das espécies que devem ser usadas é um dos fatores primordiais para o sucesso destes projetos. Assim, conhecer o comportamento de espécies nativas no campo se mostra mais uma vez uma necessidade urgente. Reis *et al.* (2003) citando Yarranton e Morrison (1974) afirmam que muitas vezes, a ocupação de áreas por espécies arbóreas pioneiras, propicia a formação de pequenos agregados de outras espécies ao redor das espécies colonizadoras, acelerando o processo de sucessão. Esse aumento do ritmo de colonização, a partir de uma espécie promotora, foi denominado de nucleação e é um processo de extrema importância para a revegetação de áreas degradadas. Tais espécies atraem pássaros e morcegos que procuram proteção, repouso e alimentos, e assim propiciam o transporte de sementes de espécies mais avançadas na sucessão, contribuindo para a diversificação do processo sucessional de comunidades florestais secundárias.

Em cada estágio sucessional existem grupos de espécies que otimizam as condições do ambiente. Diante disso, foram criados grupos de classificação dessas espécies, tal como as de Budowski (1965) e Denslow (1980). A classificação de espécies em grupos ecológicos define o papel destas na sucessão secundária e dentro do ecossistema florestal, auxiliando na sua estratificação biológica (KAGEYAMA, 1987). Porém, esta classificação é uma questão difícil e ao consultar a literatura percebe-se que a disposição de determinadas espécies dentro dos grupos ecológicos nem sempre é unânime entre diferentes autores. Mesmo que uma espécie seja enquadrada por alguns autores em um dos grupos sucessionais é comum a constatação de respostas destas espécies que fogem ao determinado para os grupos. Muito mais do que uma classificação, compreender quais são os mecanismos morfológicos e fisiológicos que essas espécies possuem, no campo, em resposta a fatores ambientais é algo que merece muita atenção.

O estudo das variações estruturais anatômicas de uma planta tenta responder a essas questões, pois mostra a relação entre a morfologia da planta e o ambiente, ou seja, tem como

objetivo principal estudar o desenvolvimento de mudanças em características funcionais e estruturais dos indivíduos em resposta a fatores ambientais a que estão expostos (GRIME e MACKEY, 2002). Desta forma, mostra a habilidade que um genótipo tem de expressar diferentes fenótipos em resposta a distintos ambientes (CORRÊA, 2004).

Um dos principais fatores utilizados para a classificação das espécies em grupos ecológicos é a quantidade de luz que estas necessitam para o seu crescimento. Vários autores afirmam que a luz é um dos fatores mais importantes no controle do desenvolvimento de plântulas de espécies arbóreas em florestas tropicais (BAZZAZ, 1979; LEE *et al.*, 1997; POORTER, 2001). Muitas espécies são capazes de se aclimatar quando submetidas a uma mudança nas condições de luz, sendo que essa aclimatação é variável de espécie para espécie e pode depender do gradiente de luz que as espécies recebem (POORTER, 1999) ou de seu estágio sucessional (STRAUSS-DEBENEDETTI e BAZZAZ, 1996). Essa variação nas condições lumínicas é constatada, principalmente, nos componentes foliares (DICKSON, 2000).

*Mimosa scabrella* é popularmente conhecida como bracatinga e ocorre de forma natural nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, no Brasil, sendo uma espécie característica do planalto Sul-Brasileiro e exclusiva da vegetação secundária da Floresta Ombrófila Mista, nas formações Montana e Alto-Montana. Nos pinherais primários não perturbados a bracatinga é pouco abundante (CARVALHO, 2003). Lorenzi (1992) afirma que por ser uma planta pioneira de rápido crescimento, não deve faltar nos plantios de áreas degradadas de composições mistas. Carpanezzi (1997) reforça essa idéia afirmando que a bracatinga recobre rapidamente o solo nu, inibindo a invasão de vegetação herbáceo-arbustiva e favorecendo o crescimento de espécies tolerantes ao sombreamento. Esta essência foi bastante utilizada no Sul do país para recuperação de áreas de mineração, onde o solo se encontrava profundamente degradado (FERREIRA *et al.*, 2002), pois é uma espécie que produz grande quantidade de serrapilheira, retornando ao solo muitos nutrientes (BERTALOT *et al.*, 2004; SOUZA e DAVIDE, 2001). Carpanezzi *et al.* (1984) comprovaram que a deposição de biomassa da bracatinga retorna ao solo mais de 8 mil kg de matéria orgânica seca, 200 kg de nitrogênio e 15 kg de potássio por hectare por ano. Além disso, Ferreira (1983) afirma que também pode ser usada para recomposição de matas ciliares, desde que não ocorra encharcamento e inundação. Outro fato importante com relação a bracatinga é que o aparecimento dos botões florais dá-se em março e o florescimento de junho a setembro, nos estados do Paraná e Santa Catarina, em julho no estado de São Paulo e de julho a outubro, no Rio Grande do Sul (CARVALHO, 2003),



proporcionando o fornecimento de néctar e pólen durante o inverno, aspecto importante para a apicultura e para a manutenção de polinizadores na área em uma época com pouca oferta de alimento.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta morfo-anatômica e fisiológica de *M. scabrella*, após 18 meses de implantação em condições distintas de luminosidade, considerando como fator de variação áreas com diferentes graus de sucessão nas margens do Reservatório Iraí-PR, no momento do estabelecimento do experimento.

## MATERIAL E MÉTODOS

As amostras foliares foram obtidas num plantio realizado nas margens do Reservatório do Iraí, (25°24'15" de latitude Sul, 49°08'38" de longitude Oeste), situado entre os municípios de Pinhais, Piraquara e Quatro Barras (Paraná) e à 890 m de altitude. O Rio Iraí pertence à bacia hidrográfica do Rio Iguaçu e tem por finalidade suprir, com seus 58.000.000 m<sup>3</sup>, a demanda hídrica da região (CARNEIRO *et al.*, 2005).

Segundo dados fornecidos pelo Simepar, desde a implantação do experimento no campo (dezembro/2005) até a coleta das folhas (junho de 2007), a área de estudo apresentou temperatura média de 17,9°C, sendo o mês mais quente março de 2007, 21,7°C e o mês mais frio maio de 2006, 13,6°C. O mês mais chuvoso foi janeiro de 2007, com 234,2 mm e o mês menos chuvoso foi junho de 2007 com 1,4 mm, com precipitação média do período de 82,5 mm. A umidade relativa do ar apresentou média para o período de 84,6%, com extremos para o mês de abril de 2007 que apresentou 90% e o mês de agosto de 2006 com 75%. Segundo KOEPPEN, o clima da região é considerado Subtropical Úmido Mesotérmico (Cfb) (MAACK, 1981).

Klein e Hatschbach (1962) descrevem que nos terrenos baixos, situados ao longo do Rio Iguaçu e de seus afluentes, estabelecidos na grande várzea do Holoceno e localizados principalmente ao leste e sudeste de Curitiba, ocorrem formações vegetacionais arbóreas (Floresta Ombrófila Mista), ali existentes por condições edáficas específicas.

Segundo Roderjan *et al.* (2002), a vegetação ocorrente na região se enquadra na unidade fitogeográfica Floresta Ombrófila Mista, na qual coexistem representantes das floras tropical e temperada, com predomínio do pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze). Nessa unidade, encontra-se inserida uma formação natural de campos, citada por

Maack (1981), com presença de capões constituídos por flora típica da Floresta Ombrófila Mista (CURCIO *et al.*, 2007).

Para a instalação do experimento foi escolhida uma área do reservatório que apresentava diferentes graus de sucessão, ou seja, uma área onde a regeneração espontânea apresentava-se ainda predominantemente constituída por gramíneas (“Área Aberta”) e a outra, uma área com a presença de uma capoeirinha, que segundo a Classificação da Vegetação Brasileira do IBGE (VELOSO, 1991), é uma vegetação que apresenta um estrato arbustivo mais desenvolvido, com poucas plantas herbáceas e muitas lenhosas de baixo porte, como o gênero *Baccharis* (“Área de Capoeira”) (Figura 1 do Anexo). Para a caracterização da intensidade luminosa no momento da implantação do experimento foi realizada a amostragem de 30 pontos nas duas áreas com o auxílio de um luxímetro, caracterizando a área aberta ( $1144 \times 10^4$  lux) com praticamente o dobro da intensidade luminosa disponível na área de capoeira ( $576,6667 \times 10^4$  lux).

O solo foi classificado como CAMBISSOLO HÚMICO distrófico gleico de textura argilosa, de acordo com o Sistema de Classificação de Solos da Embrapa (EMBRAPA, 1999) O local do plantio possui uma declividade entre 4 e 7% e foi configurado como semi-hidromórfico (CURCIO *et al.*, 2007).

As espécies empregadas na área foram *Mimosa scabrella* Benth: Mimosaceae (Bracatinga), *Schinus terebinthifolius* Raddi: Anacardiaceae (Aroeira), *Podocarpus lambertii* Klotzsch ex Eichler: Podocarpaceae (Pinheiro-Bravo), *Luehea divaricata* Mart.: Tiliaceae (Açoita-Cavalo) e *Escallonia montevidensis* (Cham. & Schltdl.): Saxifragaceae (Canudo-de-Pito). A seleção dessas espécies teve como critério o fato de serem nativas na região e aptas às condições dos solos do local de plantio. Outros critérios de seleção foram à rusticidade e a taxa de crescimento de algumas espécies (pioneiras, com crescimento rápido, formação de biomassa, sombreamento e habitat para fauna, incluindo-se aí outros estádios de sucessão ecológica).

As mudas implantadas na área de estudo foram provenientes dos seguintes viveiros: do IAP (Instituto Ambiental do Paraná), Embrapa Florestas (Colombo) e do Viveiro do Projeto Iraí localizado na Fazenda Canguiri da UFPR. As sementes utilizadas para a produção das mudas foram colhidas em municípios ao redor da área, obedecendo critério de seleção de coleta para as diferentes espécies, de acordo com Nogueira (2002). O tempo de permanência das mudas no viveiro variou conforme a espécie, porém a média foi de quatro meses. No momento da implantação das mesmas no campo, a bracatinga estava com altura média de 20 cm (Figura 2 do Anexo).

Para efeito de obtenção de repetições, foi definido um modelo (parcelas) de disposição das espécies (Figura 1). Essas parcelas foram dispostas 48 vezes, sendo que 24 parcelas estavam em área considerada “aberta” e 24 parcelas em “área de capoeira” (Figura 2). O espaçamento utilizado (1 x 1 m) foi uniforme para as duas áreas. Cada parcela continha 12 indivíduos de *M. scabrella*, além de seis de *S. terebinthifolius*, três de *P. lambertii*, três de *L. divaricata* e um indivíduo de *E. montevidensis*. Dessa forma o número total de indivíduos por espécie foi de 576, 288, 144, 144 e 48, respectivamente para *M. scabrella*, *S. terebinthifolius*, *P. lambertii*, *L. divaricata* e *E. montevidensis*, totalizando 1.200 indivíduos para a área total avaliada.

O plantio foi realizado nos dias 14 e 15 de dezembro de 2005. Para o plantio das mudas na área de capoeira, somente foram abertas as covas, sem intervenção na vegetação já existente, não sendo realizada adubação e nem a supressão de plantas competidoras, apenas o coroamento aos 12 meses (Figura 3 do Anexo). Após um mês de implantação das mudas foi realizado um replantio para substituição dos espécimes perdidos.

Aos seis, doze e dezoito meses de implantação foram realizadas medições de diâmetro do colo e altura de todos os indivíduos das espécies do estudo, utilizando paquímetro e trena, respectivamente, realizando-se também análise de sobrevivência das plantas.

Em junho de 2007, a coleta das folhas para a análise da morfologia foliar (mudas com 18 meses de campo) foi realizada. Para cada estágio sucessional (área aberta e capoeira) foram coletadas cinco folhas de cada indivíduo, localizadas entre o quarto e sexto nó no sentido ápice-base. Dessas, três folhas de cada indivíduo ( $n = 90$ ) foram prensadas totalmente expandidas entre papel jornal e desidratadas em estufa a 65°C durante três dias, até atingirem peso constante para a mensuração dos seus respectivos pesos secos, em balança de precisão (Figura 5 e 7 do Anexo). A partir dessas folhas secas, a área foliar foi estimada através da imagem digitalizada em Scanner de mesa acoplado à computador, com o auxílio do programa Sigma Scan-Pro versão 5.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA, 1995). Posteriormente, a área foliar específica (AEF) foi calculada, de acordo com a seguinte relação:  $AEF = \text{área foliar/peso seco (cm}^2 \cdot \text{g}^{-1})$  (WITKOWSKI e LAMONT, 1991).

Como a bracinga apresenta folha composta, para o cálculo da área foliolar foi considerado o terceiro folíolo direito, interpretado como uma folha simples (BONGERS e POPMA, 1990).

Para a análise da anatomia foliar, em cada estágio sucessional, duas folhas de cada indivíduo ( $n = 60$ ) foram fixadas em F.A.A. 50 (formaldeído, ácido acético, etanol 50%, 1:1:18 v/v) (JOHANSEN, 1940) e preservadas temporariamente em etanol 50%.

Posteriormente foram obtidas secções transversais da região do terço médio da folha com auxílio de lâmina de barbear. As secções foram clarificadas com hipoclorito de sódio 20%, coradas com azul de toluidina 1% e montadas entre lâmina e lamínula. Foram medidos, com o auxílio de ocular micrometrada, as espessuras dos parênquima paliçádico, parênquima esponjoso, epiderme (abaxial e adaxial) e cutícula, além da espessura total de limbo (Figura 10 do Anexo).

Para a determinação das variáveis fisiológicas (taxa fotossintética, condutância estomática, taxa de transpiração) foram realizadas medidas no terceiro folíolo do terço apical em 30 indivíduos de cada uma das áreas. As avaliações foram feitas com o auxílio de um analisador portátil de fotossíntese (Portable Photosynthesis System, modelo LC pró+, Dynamax, USA) (Figura 12 do Anexo). No momento da coleta das folhas foi feita a caracterização lumínica das áreas utilizando dados da taxa fotossinteticamente ativa (PAR), caracterizando a área aberta com 1387,53 mmol/m<sup>2</sup>/s e a área de capoeira com 935,27 mmol/m<sup>2</sup>/s.

Para todas as variáveis foram calculadas as médias e os respectivos desvios padrão. Para a análise dos tratamentos foi utilizado Teste t para comparar as médias das características morfológicas ao nível de 5% de probabilidade com o auxílio do programa STATISTICA versão 6.0 (STATSOFT, INC. TULSA, OK, USA 1998).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As folhas de *M. scabrella* apresentaram uma média de 6,9 folíolos na área aberta, e 7,17 folíolos na área de capoeira, diferença esta não significativa (Tabela 1). Esses dados estão de acordo com Carpanezzi (1988), o qual afirma que a bracinga possui folha composta formada por folhas compostas com 5 a 7 pares de folíolos, e estas são bipinadas; paripinadas, alternas, espiraladas, tamanho médio das folhas de aproximadamente 6 cm e dos folíolos de 5 mm de comprimento por 4,5 mm de largura. Seu pecíolo é piloso, com a base reforçada. A folha possui uma coloração verde mais escura na face superior.

Os valores médios para as características morfológicas podem ser vistos na Tabela 1. Tanto a área foliar quanto o peso seco não mostraram ter diferença significativa entre os tratamentos. Esse resultado contradiz alguns autores (MARQUES *et al.*, 1999; KLICH *et al.*, 2000; MENDES *et al.*, 2001; CASTRO e ALVARENGA, 2002) que mostraram que espécies que se desenvolvem sob alta intensidade luminosa tendem a apresentar folhas menores para

proporcionar aumento na convecção de calor dissipado (ALVES, 2006), evitando o superaquecimento dentro da folha, impedindo a desidratação pelas altas taxas de transpiração (SMITH *et al.*, 1997; KLICH *et al.*, 2000) e a foto-destruição da clorofila (AHSTON e BERLYN, 1992). Porém, Dale (1988) afirma que o aumento ou não da área foliar está relacionado com o grupo ecológico a que a espécie pertence. Em espécies heliófitas, a área foliar tende a aumentar com a elevação da radiação solar, ao passo que espécies tolerantes a sombra, a área foliar tende a aumentar somente em condições de baixa disponibilidade de radiação solar.

Em contrapartida, a área específica foliar diferiu estatisticamente, sendo maior nas folhas da capoeira. Essa informação está de acordo com alguns autores (DIAS-FILHO, 2000; MENDES *et al.*, 2001; GONÇALVES *et al.*, 2005), os quais afirmam que, geralmente, os maiores valores de área específica foliar ocorrem em folhas de sombra, devido ao aumento na expansão foliar, resultado da maximização da captura da luz, já que esta se encontra em menor quantidade. Boeger *et al.* (2006) e Wilson *et al.* (1999) citam que, juntamente com a espessura, a área específica foliar são consideradas as principais características indicadoras da taxa de crescimento e das estratégias do uso de recursos pelas plantas. Folhas com altos valores de AEF são mais produtivas, apesar de serem mais vulneráveis a herbivoria e geralmente ocorrem em ambientes com maior disponibilidade de recursos. A AEF pode ser afetada diretamente pela massa seca, espessura do mesófilo, tecidos de sustentação e teor de água (MEZIANI e SHIPLEY, 1999). Isso pode ser observado para a bracatinga já que o peso seco das folhas não variou entre os tratamentos sugerindo que outro fator possa estar contribuindo para essa diferença observada na AEF. A área específica foliar representa a quantidade de biomassa formada por unidade de área, ou seja, o quanto é investido de carbono por unidade de área. Já a medida da espessura é um componente importante porque representa o investimento compacto de biomassa sem alterar muito a área.

Aleric e Kirkman (2005) ao testarem o crescimento de *Lindera melissifolia* (Lauraceae) tanto em condições de viveiro quanto em condições naturais verificaram que o peso seco não variou em resposta a quantidade de luz, porém tanto a área foliar quanto a área foliar específica diminuíram com o aumento dos níveis de luz e a densidade estomática foi significativamente maior em ambientes com alta disponibilidade de luz. Desta forma, os autores afirmam que os resultados encontrados indicam que a planta é capaz de se aclimatar em condições onde ocorrem variações na luminosidade através da plasticidade da morfologia foliar e que a mesma apresentou um comportamento típico de resposta morfológica às diferenças impostas pelo crescimento no sol ou sombra.

Os valores médios da espessura dos tecidos foliares são apresentados na Tabela 2. Constatou-se que não houve diferença significativa na espessura total das folhas entre os tratamentos. Apesar disto, a espessura da epiderme adaxial e do parênquima paliçádico mostraram ser significativamente maior para as folhas da área aberta. Epidermes mais espessas, normalmente, são encontradas em folhas sob luz solar intensa, como uma estratégia para aumentar a reflexão dos raios luminosos (VOLGEMANN *et al.*, 1996; SMITH *et al.*, 1997; MARQUES *et al.*, 2000) e desta forma, proteger os tecidos sensíveis do mesofilo foliar contra o excesso de radiação (CHAZDON e KAUFMANN, 1993; SULLIVAN *et al.*, 1996).

As células do parênquima paliçádico possuem formato colunar a fim de canalizar a luz, facilitando a sua penetração para o interior do mesofilo, e, geralmente, em folhas que se desenvolvem sob iluminação intensa, possuem células parenquimáticas paliçádicas mais longas e com camadas adicionais (KERBAUY, 2004). O aumento da radiação solar influencia a divisão celular, o crescimento e a diferenciação celular (SANTIAGO *et al.*, 2001). Morais *et al.* (2004) afirmam que em folhas de sol ocorre uma migração de auxinas para o interior do mesofilo, contribuindo com a distensão e alongamento das células do parênquima paliçádico, o que gera maiores espessuras desse tecido.

Com relação ao parênquima lacunoso, os resultados apresentados mostram que este não foi afetado pela diferença na quantidade de luz recebida em ambas as áreas. O parênquima lacunoso é um tecido formado por células de formato irregular, com uma alta proporção de espaços intracelulares, o que facilita a dispersão da luz, aumentando, desta forma, a absorção desta pelos cloroplastos dentro do mesofilo (SMITH *et al.*, 1997). Volgemann *et al.* (1996) afirmam que em ambientes com menor disponibilidade de luz, como o interior de florestas, as folhas apresentam maior desenvolvimento do parênquima lacunoso, pois este é mais eficiente na distribuição da luz difusa no interior do mesofilo quando comparado com as células do parênquima paliçádico. Assim, o aumento nas camadas de parênquima lacunoso torna-se um mecanismo vantajoso de otimização da captura de luz, fato este não verificado com as folhas da bracinga.

O resultado da espessura total (Tabela 2) encontrada contradiz a literatura, que afirma que, normalmente, folhas de plantas crescidas sob pleno sol apresentam uma espessura maior do que aquelas de sombra (GIVNISH, 1988; LARCHER, 2000). Lee *et al.* (2000) verificaram que as folhas de mudas de *Hopea odorata* e *H. helferi* (Dipterocarpaceae) desenvolvidas sob maior irradiância apresentaram uma espessura maior que aquelas desenvolvidas sob baixa irradiância e que esta diferença foi correlacionada com o aumento da espessura do parênquima paliçádico. Os autores afirmam que essa característica associada com a dureza

(esclerofilia) pode ser muito importante para aumentar a força mecânica, reduzindo a herbivoria e aumentando a tolerância à seca. Justo *et al.* (2005) também verificaram que as folhas de *Xylopia brasiliensis* (Annonaceae) apresentaram espessura maior sob uma maior incidência de radiação solar, fato este que obteve correlação positiva com a assimilação de CO<sub>2</sub>.

O plantio teve como objetivo recuperar a área, e, desta forma, não foi realizada nenhuma intervenção na mesma, a exceção de um coroamento aos seis meses. Logo, aos 18 meses já havia ocorrido a entrada de novas espécies e/ou indivíduos herbáceos-arbustivos o que fez com que a área aberta estivesse bem mais sombreada, conforme pode ser evidenciado no perfil da vegetação ao longo do tempo (Figura 3). Apesar disto, no momento da coleta das folhas, a radiação fotossinteticamente ativa (P.A.R.) apresentou diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos, e isso ocorreu, provavelmente, porque os indivíduos da bracinga apresentavam, na média, uma altura muito superior aos dos demais indivíduos presentes na área e, como a medição da P.A.R. é realizada na região apical da planta, isso fez com que continuasse havendo diferença na quantidade de luz entre os tratamentos. Porém, vale chamar a atenção para o fato de que as mudas neste momento são o reflexo de todo o tempo em que estão no campo, ou seja, expressam o produto de duas trajetórias de reocupação da área que se distinguem pelo seu ponto de partida.

Na tabela 3 podem ser vistos os valores médios referentes às características fisiológicas e com exceção da taxa de fotossíntese líquida que não obteve diferença significativa entre os tratamentos, todos os demais parâmetros (condutância estomática e transpiração) foram maiores e estatisticamente diferentes para a área aberta.

Os resultados da taxa de fotossíntese conflitam com a literatura, já que, teorias clássicas (BJÖRKMANN, 1981; GIVNISH, 1988) afirmam que espécies adaptadas ou aclimatadas a habitats ensolarados exibem maiores taxas fotossintéticas e requerem mais luz para saturar a fotossíntese do que as espécies tolerantes a sombra. Reich *et al.* (1998) avaliaram as taxas de fotossíntese em nove espécies arbóreas boreais e verificaram que os resultados eram consistentes com tais teorias, afirmando que as taxas de fotossíntese foram maiores para as espécies intolerantes à sombra; verificando também, que este fato coincidiu com espécies pertencentes a estágios iniciais de sucessão e com aquelas com ciclos de vida menores.

Os estômatos são encontrados somente na face abaxial da folha, ou seja, a bracinga possui uma folha hipostomática. Smith *et al.* (1997) afirmam que a restrição dos estômatos na superfície inferior em folhas pode ter sido necessário para prevenir danos foto-oxidativos aos

cloroplastos existentes nas células guarda da epiderme. Além disso, estômatos no lado inferior de folhas em locais protegidos do vento estão expostos a muito mais umidade, devido aos efeitos flutuantes do vapor de água e assim a transpiração é substancialmente menor para o mesmo grau de abertura estomatal e ganho de CO<sub>2</sub> para a fotossíntese.

A condutância estomática foi significativamente maior para as folhas da área aberta, mostrando que estas estão captando mais CO<sub>2</sub> para a realização da fotossíntese, porém mesmo com o aporte maior de CO<sub>2</sub>, as folhas da área aberta apresentaram a mesma taxa fotossintética daquelas da área de capoeira, demonstrando, assim, que somente a alteração da condutância estomática não foi suficiente para proporcionar uma taxa fotossintética maior para a área aberta.

De forma contrastante, Kubiske e Pregitzer (1997) ao estudarem as respostas ecofisiológicas de duas espécies arbóreas (*Betula papyrifera* e *Acer rubrum*) em condições de sol e sombra e com alta ou baixa quantidade de CO<sub>2</sub> reportam que em todos os tratamentos com aumentos na taxa fotossintética foram acompanhados de aumentos na condutância estomática. Os autores afirmam que uma mudança na condutância estomática pode ser resultado de variações nas aberturas estomatais ou uma mudança no número e/ou tamanho dos estômatos.

A transpiração foi significativamente maior na área aberta corroborando com os estudos de Ashton e Berlyn (1992) que ao estudarem as adaptações foliares em resposta ao sol e sombra de espécies do gênero *Shorea* observaram que plantas de ambientes ensolarados tendem a apresentar maiores taxas fotossintéticas e de transpiração, devido às altas taxas de radiação fotossinteticamente ativa e de temperatura a que estão sujeitas. Os mesmos autores ainda afirmam que todas as diferenças encontradas nos atributos fisiológicos sugerem que uma plasticidade maior é exibida pela maioria das espécies dependentes de luz e pela minoria das espécies tolerantes a sombra. Apesar desta afirmação, Evans (1989) contradiz isso, afirmando que espécies tolerantes a sombra têm uma plasticidade fotossintética maior em resposta a variações da irradiância do que espécies intolerantes. Chazdon (1988) afirma que mudas do subosque, adaptadas a sombra podem sofrer uma rápida perda de turgescência e um fechamento estomatal quando completamente iluminadas por longos períodos de tempo, o que faz com que seu balanço diário de carbono seja limitado afetando o recrutamento e a sobrevivência no subosque.

Os dados referentes ao crescimento em altura e diâmetro encontram-se nas Tabelas 4 e 5 e Figuras 4 e 5. O diâmetro, ao longo dos 18 meses, não apresentou diferença significativa entre os tratamentos, enquanto que a altura aos seis e 12 meses foi significativamente maior



para as mudas implantadas na capoeira e aos 18 meses, foi ligeiramente maior para a área de capoeira, porém essa diferença não é significativa.

O rápido crescimento em ambiente sombreado é considerado um mecanismo importante de adaptação da espécie como uma forma de minimizar a baixa quantidade de luz (Moraes Neto *et al.*, 2000). Outros autores afirmam que o crescimento maior em altura das plantas em ambientes com pouca disponibilidade de luz é uma resposta bastante comum, devido ao maior investimento no alongamento celular, visando a uma busca maior de luz, com maior quantidade de fotoassimilados na parte aérea (KING, 1994; DEMUNER *et al.*, 2004; CARVALHO *et al.*, 2006; FRANCO e DILLENBURG, 2007). Desta forma, nem sempre um crescimento maior em altura representa uma taxa de desenvolvimento eficiente, pois isso pode ser o reflexo de uma tendência ao estiolamento, ou seja, um investimento inicial pronunciado no alongamento vertical do caule a fim de alcançar a luz com maior facilidade. Steingraeber (1982) chama atenção para o fato de que um estiolamento pronunciado pode comprometer tanto a sustentação da parte aérea quanto o investimento em ramos laterais, por reduzir o vigor do caule.

Outro fato que chama a atenção, é que ao analisar a altura percebe-se, através do alto coeficiente de variação encontrado, que ocorreu uma heterogeneidade da amostra, ou seja, no experimento verificou-se a presença de algumas árvores muito altas (algumas alcançando 325 cm) enquanto que outras não ultrapassaram 40 cm. Isso está de acordo com Aguiar (2006) que ao realizar a modelagem do volume do povoamento de *M. scabrella* em bracatingais nativos da região metropolitana de Curitiba afirma que a tendência com relação a altura dominante foi haver um coeficiente de variação maior dentro de bracatingais mais jovens, demonstrando assim a heterogeneidade desses bracatingais.

Por isso, o crescimento em diâmetro tem sido reportado como sendo um atributo mais sensível às condições ambientais de luz do que a altura (FAIRBAIRN e NEUSTEIN, 1970) e que níveis de incremento em diâmetro estão ligados com a expectativa de vida da muda, sendo que isto está relacionado com a tolerância a sombra (KOBÉ e COATES, 1997). Segundo Scalon *et al.*, (2001), o aumento no diâmetro de caule sugere uma maior disponibilidade de fotoassimilados mobilizados pela parte aérea, ou seja, maior ganho de carbono, demonstrando, assim, um eficiente crescimento. Vale ressaltar que o crescimento do diâmetro de caule representa uma taxa de crescimento satisfatória e que a muda está aclimatada a determinada condição de irradiância e não apenas o reflexo da busca pela luz, conforme evidenciado anteriormente no crescimento em altura.

Mason *et al.* (2004) estudaram a sobrevivência e o crescimento de mudas de coníferas com diferentes tolerâncias a sombra e verificaram que aquelas que cresceram em local aberto, ou seja, a pleno sol, apresentaram os maiores valores de altura e diâmetro, porém, taxas de sobrevivência não satisfatórias. Então, os autores questionam a suposição de que a luz seja o fator mais importante a influenciar o crescimento e a sobrevivência de mudas no subosque, afirmando que esta somente será o fator principal em locais onde nem os nutrientes nem a precipitação sejam limitados. Complementam com a idéia de que esses outros fatores além da luz, sejam mais problemáticos em locais de área aberta, nos quais a competição com espécies arbustivas é bem maior e as mudas estão mais susceptíveis a intempéries climáticas como geadas.

*M. scabrella* tradicionalmente é classificada como uma espécie pioneira (INOUE *et al.*, 1984; REITZ *et al.*, 1978; LORENZI, 1992; CARVALHO, 2003) e os resultados apresentados diferem de uma série de autores (LEE *et al.*, 2000; BUISSON e LEE, 1993; HANBA *et al.*, 2002) que afirmam que plantas sujeitas a ambientes mais heterogêneos apresentam maior plasticidade em resposta à luz, tais como espécies pioneiras e que em espécies tolerantes à sombra, a plasticidade de mesófilo normalmente é menor. Porém, para Yamashita *et al.* (2002) a plasticidade não pode ser generalizada como sempre ocorrendo em apenas uma categoria sucessional de plantas e que algumas características são mais plásticas nos estágios sucessionais primários enquanto que outras se manifestam principalmente em estágios sucessionais tardios. Os mesmos autores ao estudarem se espécies de diferentes estágios sucessionais tinham a habilidade de aclimação em resposta a condições lumínicas distintas durante a ontogenia foliar perceberam que as características plásticas não são somente influenciadas ao longo do gradiente sucessional, mas também podem ser influenciadas pela idade das folhas. Neste caso, uma maior plasticidade em espécies pioneiras do que nas tardias somente foi verificado em folhas que tinham acabado de se expandir completamente ou folhas ainda jovens. Quando se tratavam de folhas mais velhas (maduras), a plasticidade foliar foi maior para a espécie de estágio sucessional tardio (*Elaeocarpus photiniaefolius*) do que na espécie pioneira (*Trema orientalis*). Logo, é provável que as diferenças na plasticidade fenotípica entre folhas de sol e sombra sejam consideravelmente dependentes do tempo de maturidade fisiológica de cada espécie associado a categoria sucessional a que esta pertence.

Outro fator a se considerar é que espécies pioneiras possuem uma taxa de renovação foliar e capacidade fotossintética maior que as espécies secundárias ou tardias, porém, são mais susceptíveis a herbivoria, já que são menos esclerofilas e possuem mais nutrientes.

Logo, a presença de uma taxa fotossintética maior, a qual proporciona um ganho maior de carbono, vem a compensar o estresse causado pela herbivoria, minimizando qualquer perda causada por esta (YAMASHITA *et al.*, 2002).

A bracatinga ocorre de maneira natural na vegetação secundária, principalmente em capoeira e capoeirões e na floresta secundária, às vezes formando associações puras, conhecidas por bracatingais (CARVALHO, 2003). Campos *et al.* (1986) ao analisar a produtividade do bracatingal através do tempo, afirmam que estes, inicialmente, apresentam uma alta densidade de árvores por hectare, porém, entre o quarto e quinto ano ocorre uma redução drástica nesse número, pois é nesse período que a competição entre plantas se define. Do quinto ano em diante, há uma tendência à estabilização da densidade de plantas, e até o sétimo ano de idade do bracatingal ocorre o maior ganho volumétrico por árvore. Nesse ponto, outras espécies nativas já se desenvolvem e entram em competição com a bracatinga, e a produção volumétrica dessas outras espécies, desprezível até o quarto ano, passa a crescer a partir do quinto ano, proporcionalmente à medida que a produção relativa da bracatinga decresce. Esses dados vêm a corroborar a literatura, como por exemplo, Machado *et al.* (1997), Laurent *et al.* (1990) e Aguiar (2006) que afirmam que a bracatinga possui um rápido crescimento, porém um ciclo de vida curto ( $\pm 20$  anos), sendo substituída gradativamente por outras espécies no processo sucessional.

A alta taxa de mortalidade encontrada (Tabela 6) é reforçada por Carpanezzi *et al.* (1988), os quais afirmam que a mortalidade da bracatinga em idades jovens é característica intrínseca da espécie, porém, outros fatores podem ter contribuído para esta alta taxa de mortalidade, como o fato da bracatinga ser uma espécie que não tolera geada. Estudo realizado na Costa Rica (LAURENT *et al.*, 1990) mostrou que a competição com plantas invasoras, a compactação e a deficiência de fósforo no solo foram os fatores limitantes para a sobrevivência da bracatinga, assim como solos mal drenados.

O comportamento natural desta espécie é outro fator que deve ser levado em consideração, pois a bracatinga possui regeneração natural em grande número seguido de alta mortalidade, chegando a alcançar, em certas áreas, 80 a 100 mil indivíduos por hectare (EMBRAPA, 1988). Reitz *et al.* (1988) afirmam que o desenvolvimento da bracatinga em plantios experimentais, com espaçamentos variáveis, é bom, quando se mantém de 2.000 a 2.500 plantas por hectare, apresentando, nestas condições um desenvolvimento bastante expressivo, principalmente em altura. Porém, Tonon (1998) sugere deixar 4 mil plantas por hectare como densidade inicial para novos povoamentos para que o recobrimento da área seja efetivo.

Também, registra-se a presença em grande quantidade de capivaras no Reservatório do Iraí (*Hydrochaeris hydrochaeris*), as quais possuem como hábito alimentar a herbivoria. Principalmente na coleta de dados dos seis meses foi visível a predação em muitas mudas de bracingas. Forrero-Montaña *et al.* (2003) afirmam que esses mamíferos roedores apresentam preferências por determinadas famílias de plantas, e ao fazer um estudo sobre a dieta desse animais na Colômbia, relataram que a família Leguminosae foi a terceira família mais procurada, com referência ao gênero *Mimosa* sp.

E, por último, deve ser ressaltada a estrutura de copa da bracinga. Em estudo para verificar o crescimento e nutrição de algumas espécies leguminosas, Coelho *et al.* (2007) verificaram que a bracinga apresentou um baixo valor de biomassa de folhas aos dois anos, mas produziu maior quantidade de lenho, indicando um menor dispêndio de fotoassimilados para síntese de ramos. Ao relacionar esse fato com o comportamento natural da espécie, que ocorre em alta densidade populacional, os autores chamam a atenção para o fato de a bracinga ser uma espécie que apresenta folhas muito pequenas e concentradas nas extremidades dos ramos, característica esta que lhe confere maior flexibilidade na busca por espaço luminoso e diminui o sombreamento interespecífico. Esta capacidade superior de competição interespecífica da bracinga pode ter sido prejudicada pelo plantio misto, ou seja, a forma da copa das outras espécies utilizadas no experimento podem ter proporcionado um sombreamento maior ao tolerável pelas mudas de bracinga, contribuindo para a alta taxa de mortalidade verificada com a espécie.

Desta forma, sempre que possível, os modelos de regeneração devem simular a condição natural, ou seja, utilizar metodologias que busquem recompor a área de forma que os processos sucessionais ocorram no ambiente proporcionando o surgimento de uma biodiversidade compatível com o que seria obtido através de condições naturais, sem a interferência do homem.

Baseado nos resultados apresentados, ou seja, a baixa variação da área foliar, da espessura foliar, da altura e diâmetro médios e da taxa fotossintética e a baixíssima taxa de sobrevivência verificada em ambos os tratamentos, conclui-se que *M. scabrella* não obteve resultados satisfatórios para crescer nestas áreas que apresentavam as duas condições ofertadas de disponibilidade de luz ao longo do tempo, mostrando que esta, neste caso, possui baixa plasticidade de resposta em função da variação de irradiância ao longo de seu desenvolvimento. Portanto, *M. scabrella* quando implantada deve ser utilizada em altas densidades ou com procedimentos que conduzam a essa densidade mais alta, tal qual como a

semeadura direta com grande número de sementes por área ou ainda através do aproveitamento de banco de sementes.

## REFERÊNCIAS

- ALERIC, K. M.; KIRKMAN, L. K. Growth and Photosynthetic responses of the federally endangered shrub, *Lindera melissifolia* (Lauraceae), to varied light environments. **American Journal of Botany**, St. Louis, v. 92, n. 4, p. 682-689, 2005.
- AGUIAR, L. P. **Modelagem do volume do povoamento de *Mimosa scabrella* Benth. em bracingais nativos da região metropolitana de Curitiba.** Dissertação (Mestrado). universidade federal do paraná, p s gradua o em engenharia florestal, ufpr, 2006.
- ALVES, A. C. A. **Efeito das diferentes intensidades luminosas na morfoanatomia foliar de duas espécies de plantas medicinais em consórcio com *Ilex paraguariensis* A. St.-hil. (Aquifoliaceae).** Disserta o (Mestrado). Universidade Federal do Paraná, Pós Gradua o em Botânica, UFPR, 2006.
- ASHTON, P. M. S.; BERLYN, G. P. Leaf adaptations of some *Shorea* species to sun and shade. **New Phytologist**, Cambridge, v. 121, p. 587-596, 1992.
- BAZZAZ, F.A. The physiological ecology of plant succession. **Annual review of ecology and systematics**, Palo Alto, v.10, p. 351-71, 1979.
- BERTALOT, M. J. A.; GUERRINI, I. A.; MENDONZA, E.; DUBOC, E.; BARREIROS, R. M.; CORRÊA, F. M. Retorno de nutrientes ao solo via deposi o de serapilheira de quatro espécies leguminosas arbóreas na região de Botucatu – São Paulo, Brasil. **Scientia Forestalis**, n. 65, p. 219-227, 2004.
- BJ RKMAN, O. Responses to different quantum flux densities. *In* O. L. Lange, P. S. Nobel, C. B. Osmond, and H. Ziegler [eds.], *Physiological plant ecology I. Encyclopedia of plant physiology*, vol. 12A, 57–107. Springer-Verlag, New York, New York, USA, 1981.
- BOEGER, M. R. T.; KAEHLER, M.; MELO JUNIOR, J. C. F.; GOMES, M. Z.; OLIVEIRA, L. S.; CHAVES, C. R. M.; SCHOTTZ, E. S. Estrutura foliar de seis espécies do subosque de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista. **Hoehnea**, v. 33, n. 4, p. 521-531, 2006.
- BONGERS, F.; POPMA, J. Leaf characteristics of the tropical rain forest flora of Los Tuxtlas, Mexico. **Botanical Gazette**, v.151, p. 354-365, 1990.
- BUDOWSKI, A. Distribution of tropical American rain forest species in the light of successional progresses. **Turrialba**, v. 15, p. 40-42, 1965.

- BUISSON, D.; LEE, D. W. The developmental responses of papaya leaves to simulated canopy shade. **American Journal of Botany**, v. 80, n. 8, p. 947-952, 1993.
- CAMPELO, E. F. C. Sucessão vegetal na Recuperação de áreas degradadas. In: DIAS, L. E.; MELLO, J. W. V. **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: UFV, p. 183-196, 1998.
- CAMPOS, C. H. O.; GRAÇA, L. R.; RIBAS, L. C. A produtividade do Bracatingal tradicional através do tempo. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 12, p. 35-46, 1986.
- CARNEIRO, C.; PEGORINI, E. S.; ANDREOLLI, C. V. Introdução. In: ANDREOLLI, C. V.; CARNEIRO, C. (Eds.). **Gestão Integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados**. Curitiba: Gráfica Capital, p. 25-44, 2005.
- CARPANEZZI, A. A.; IVANCHECHEN, S. L.; LISBÃO JUNIOR, L. **Deposição de matéria orgânica e nutrientes por bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.)**. Curitiba: EMBRAPA-URPFCS, 3p., 1984.
- CARPANEZZI, A. *et al.* **Manual técnico da bracatinga** (*Mimosa scabrella* Bentham). EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 20. Colombo, 1988.
- CARPANEZZI, A.A.; PAGANO, S.N.; BAGGIO, A.J. Banco de sementes de bracatinga em povoamentos do sistema agroflorestal tradicional de cultivo. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n.35, p.3-19, 1997.
- CARVALHO, 2003. **Espécies Arbóreas brasileiras**. Colombo, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. 640p.
- CARVALHO, N. O. S.; PELACANI, C. R.; RODRIGUES, M. O. S.; CREPALDI, I. C. Crescimento inicial de plantas de licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.) em diferentes níveis de luminosidade. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 30, n. 3, p. 351-357, 2006.
- CASTRO, A. H. F.; ALVARENGA, A. S. Influência do fotoperíodo no crescimento inicial de plantas de confrei (*Symphytum officinale* L.). **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v.26, n.1, p.77-89, jan/fev., 2002.
- CHAZDON, R. L.; KAUFMANN, S. Plasticity of leaf anatomy of two rain forest shrubs in relation to photosynthetic light acclimation. **Functional Ecology**, Oxford, v. 7, p. 385-394, 1993.
- COELHO, S. R. F.; GONÇALVES, J. L. M.; MELLO, S. L. M.; MOREIRA, R. M.; SILVA, E. V.; LACLAU, J.P. Crescimento, nutrição e fixação biológica de nitrogênio em plantios mistos de eucalipto e leguminosas arbóreas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 6, p. 759-768, 2007.

- CORRÊA, I. J. **Plasticidade fenotípica em indivíduos jovens de *Aloysia virgata* (Ruiz et Pav.) A. L. Juss – Verbenaceae**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de São Carlos, UFSCar, 2004.
- CURCIO, G.R.; SOUSA, L.P.; BONNET, A.; BARDDAL, M.L. Recomendação de Espécies Arbóreas Nativas, por tipo de Solo, para Recuperação Ambiental das Margens do Rio Iraí, Pinhais, PR. **Revista Floresta**, v. 37, n. 1, p. 113-122, 2007.
- DALE, J. E. The control of leaf expansion. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 39, p. 267-295, Jan. 1988.
- DEMUNER, V. G.; HEBLING, S. A.; DAGUSTINHO, D. M. Efeito do sombreamento no crescimento inicial de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms. **Bol. Mus. Biol. Mello Leitão**, n. 17, p. 45-55, 2004.
- DENSLOW, J. S. Gap partitioning among tropical rain forest trees. **Biotropica**, v. 12, p. 47-55, 1980.
- DIAS-FILHO, M. B. Growth and biomass allocation os the C4 grasses *Brachiaria brizantha* and *B. humidicola* under shade. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 12, p. 2335-234, 2000.
- DICKSON, W.C. **Integrative plant anatomy**. Horcant academy Press, San Diego. 2000.
- DURIGAN, G.; MELO, A. C. G.; CONTIERI, W. A. & NAKATA, H. Regeneração Natural da vegetação de cerrado sob florestas plantadas com espécies nativas e exóticas. In: BÔAS, O. V. & DURIGAN, G. (orgs.). **Pesquisas em conservação e recuperação ambiental do Oeste Paulista: resultados da cooperação Brasil/Japão/Instituto Florestal**. São Paulo: Paginas & Letras Editora e Gráfica, p. 447-456, 2004.
- EVANS, J. R. Photosynthesis and nitrogen relationships in leaves of C<sub>3</sub> plants. **Oecologia**, v. 78, p. 9-19, 1989.
- EMBRAPA. **Manual técnico da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth)**. Documentos, 20, Curitiba: Centro Nacional de Pesquisas de Florestas, 70 p., 1988.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 412 p. 1999.
- FAIRBAIRN, W. A.; NEUSTEIN, S. A. Study of response of certain conifers to light intensity. **Forestry**, v. 43, p. 57-71, 1970.
- FERREIRA, L. A. B. Arborização dos cursos d'água. **Trigo e Soja**, Porto Alegre, n. 68, p. 16-21, 1983.
- FERREIRA, C. A. G.; TAUKE-TORNISIELO, S. M.; CHAVES, M. M. F. Comportamento de Bracatinga (*Mimosa scabrella*) e Sesbânia (*Sesbania sesban*) em áreas degradadas pela

- disposição de resíduos provenientes do processamento da bauxita. **Holos Environment**, v. 2, n. 2, p. 156-173, 2002.
- FORERO-MONTAÑA, J.; BETANCUR, J.; CAVELIER, J. Dieta del capibara *Hydrocharis hydrochaeris* (Rodentia: Hydrochaeridae) en Cano Limón, Arauca, Colombia. **Rev. Biol. Trop.**, San Jose, v.51, n. 2, p. 579-590, jun. 2003.
- FRANCO, A. M. S.; DILLENBURG, L. R. Ajustes morfológicos e fisiológicos em plantas jovens de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze em resposta ao sombreamento. **Hoehnea**, v. 34, n. 2, p. 135-144, 2007.
- GIVNISH, T.J. Adaptation to sun and shade: a whole-plant perspective. **Aust. J. Plant Physiol.**, v. 15, p. 63-92, 1988.
- GONÇALVES, J. F. de C.; VIEIRA, G.; MARRENCO, R. A.; FERRAZ, J. B.; JUNIOR, U. M. dos S.; BARROS, F. C. Nutricional status and specific leaf área of mahogany and tonka beans under two light environments. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 35, n. 1, p. 23-27, 2005.
- GRIME, J. P.; MACKEY, J. M. L. The role of plasticity in resource capture by plants. **Evolutionary Ecology**, v. 16, p. 299-307. 2002.
- HANBA, Y. T.; KOGAMI, H.; TERASHIMA, I. The effect of growth irradiance on leaf anatomy and photosynthesis in *Acer* species differing in light demand. **Plant, Cell and Environment**, v. 25, p. 1021-1030, 2002.
- INOUE, M. T.; RODERJAN, C. V.; KUNIYOSHI, Y. S. **Projeto Madeira do Paraná**. Curitiba, Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 1984. 260p.
- JOHANSEN, D. A. **Plant Microtechnique**. McGraw Hill Book, New York, 1940.
- JUSTO, C. F.; SOARES, A. M.; GAVILANES, M. L.; CASTRO, E. M. Plasticidade anatômica das folhas de *Xylopia brasiliensis* Sprengel (Annonaceae). **Acta bot. Bras.**, v. 19, n. 1, p. 111-123, 2005.
- KAGEYAMA, P. Y. Conservação “in situ” de recursos genéticos de plantas. **IPEF**, Piracicaba, n. 35, p. 7-37, abr. 1987.
- KERBAUY, G. B. 2004. **Fisiologia Vegetal**. São Paulo: Editora Guanabara Koogan, 472p.
- KING, D. Influence of light level on the growth and morphology of saplings in a Panamanian forest. **American Journal of Botany**, v. 81, n. 8, p. 948-957, 1994.
- KLEIN, R. M.; HATSCHBACH, G. Fitofisionomia e notas sobre a vegetação para acompanhar a planta fitogeográfica do município de Curitiba e arredores (Paraná). **Boletim da Universidade do Paraná**, v. 4, 30 p., 1962.



- KLICH, M.G. Leaf Variations in *Elaeagnus angustifolia* related to environmental heterogeneity. **Environmental and Experimental Botany**, v. 44, p. 171-183, 2000.
- KOBE, R. K.; COATES, K. D. Models of sapling mortality as a function of growth to characterize interspecific variation in shade tolerance of eight tree species of northwestern British Columbia. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 27, n. 2, p. 227-236, 1997.
- KUBISKE, M. E.; PREGITZER, K. S. Ecophysiological responses to simulated canopy gaps of two tree species of contrasting shade tolerance in elevated CO<sub>2</sub>. **Functional Ecology**, v. 11, p. 24-32, 1997.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos, RiMa, 531p, 2000.
- LAURENT, J. M. E.; MENDONÇA, W. R. de. **A comercialização dos produtos do Sistema Bracatinga na Região Metropolitana de Curitiba**. Projeto FAOGCP/BRA/025/FRA, Convênio BRASIL/Paraná – FRANÇA-FAO. Curitiba. 46p.1990.
- LEE, D.W.; OBERBAUER, S.F.; BASKARAN, K.; MANSOR, M.; MOHAMAD, H.; YAP, S.K. Effects of irradiance and spectral quality on seedling development of two Southeast Asian *Hopea* species. **Oecologia**, New York, v. 110, p.1-9, 1997.
- LEE, D. W; OBERBAUER, S. F.; JOHNSON, P.; KRISHNAPILAY, B.; MANSOR, M.; MOHAMAD, H.; YAP, S. K. Effects of irradiance and spectral quality on leaf structure and function in seedlings of two southeast Asian *Hopea* (Dipterocarpaceae) species. **American Journal of Botany**, St Louis, v. 87, n. 4, p. 447-455, 2000.
- LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 352p., 1992.
- MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. 2.ed. Curitiba: Ed. Olympio, 450p., 1981.
- MACHADO, S. A; OLIVEIRA, E. B.; CARPANEZZI, A. A.; BARTOSZECK, A. C. P. S. Classificação de sítio para bracatingais na região metropolitana de Curitiba. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 35, p. 21-37, 1997.
- MARQUES, A.R.; GARCIA, Q.S.; FERNANDES, G.W. Effects of sun and shade on leaf structure and sclerophylly of *Sebastiania myrtilloides* (Euphorbiaceae) from Serra do Cipó, Minas Gerais, Brazil. **Boletim Botânico da Universidade São Paulo**, v. 18, p. 21-27, 1999.
- MARQUES, A. R.; GARCIA, Q. S.; REZENDE, J. L. P.; FERNANDES, G. W. Variations in leaf characteristics of two *Miconia* in the Brazilian cerrado under different light intensities. **Tropical Ecology**, Varanasi, v. 41, n. 1, p. 47-60, 2000.

- MASON, W. L.; EDWARDS, C.; HALE, S. E. Survival and early seedling growth of conifers with different shade tolerance in a Sitka spruce spacing trial and relationship to understorey light climate. **Silva Fennica**, Helsinki-Finland, v. 38, n. 4, p. 357-370, 2004.
- MENDES, M.M.; GAZARINI, L.C.; RODRIGUES, M.L. Acclimation of *Myrtus communis* to contrasting Mediterranean light environments – effects on structure and chemical composition of foliage and plant water relations. **Environmental and Experimental botany**, v. 45, p. 165 –178, 2001.
- MEZIANI, D.; SHIPLEY, B. Interacting determinants of specific leaf area in 22 herbaceous species: effects of irradiance and nutrient availability. **Plant, Cell and Environment**, v. 22, p. 447-459, 1999.
- MORAIS, H.; MEDRI, M. E.; MARUR, C. J.; CARAMORI, A. M. de A. R.; GOMES, J. C. Modifications on Leaf Anatomy of *Coffea arabica* caused by Shade of Pigeonpea (*Cajanus cajan*). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 47, n. 6, p. 863-871, 2004.
- MORAIS NETO, S. P.; GONÇALVES, J. L. M.; TAKAKI, M.; CENCI, S.; GONÇALVES, J. C. Crescimento de mudas de algumas espécies arbóreas que ocorrem na mata atlântica em função do nível de luminosidade. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 35-45, 2000.
- NOGUEIRA, A.C. Coleta, manejo, armazenamento e dormência de sementes. In: GALVÃO, A.P.M & MEDEIRSO, A.C.S (Eds.). **Restauração da Mata Atlântica em áreas de sua primitiva Ocorrência Natural**. Colombo: Embrapa Florestas, p. 45-52, 2002.
- POORTER, L. Growth responses of 15 rain-forest tree species to a light gradient: the relative importance of morphological and physiological traits. **Functional Ecology**, v. 13, p. 396-410, 1999.
- POORTER, L. Light-dependent changes in biomass allocation and their importance for growth of rain forest tree species. **Functional Ecology**, Londres, v. 15, p. 113-123, 2001.
- REICH, P. B; WALTERS, M. B; TJOELKER, M. G.; VANDERKLEIN, D.; BUSCHENA, C. Photosynthesis and respiration rates depend on leaf and root morphology and nitrogen concentration in nine boreal tree species differing in relative growth rate. **Functional Ecology**, v. 12, p. 395-405, 1998.
- REIS, A; BECHARA, F. C.; ESPÍNDOLA, M. B.; VIEIRA, N. K.; SOUZA, L. L. Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais. **Natureza & Conservação**, v. 1, n 1 , p. 28-36, 2003.
- REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Projeto Madeira de Santa Catarina**. Itajaí, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, IBDF, 1978, 320p.

- REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Projeto madeira do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura e Abastecimento, 525 p, 1988.
- RICKLEFS, R. E. **A Economia da Natureza**. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 503 p. 2003.
- RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACK, G. As unidades fitogeográficas do Estado do Paraná. **Ciência e Ambiente**, Santa Maria, v. 24, p. 75-92, jan./jun, 2002.
- RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Restauração de florestas tropicais: subsídios para uma definição metodológica e indicadores de avaliação e monitoramento. In: DIAS, L. E. & MELLO, J. W. V. **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: UFV, 251p., 1998.
- SANTIAGO, E. J. A.; PINTO, J. E. B. P; CASTRO, E. M; LAMEIRA, O. A; CONCEIÇÃO, H. E. O; GAVILANES, M. L. Aspectos da Anatomia Foliar da Pimenta-Longa (*Piper hispidinervium* C. D. C.) sob diferentes condições de luminosidade. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 25, n. 5, p. 1035-1042, 2001.
- SCALON, S. P. Q.; SCALON FILHO, H.; RIGONI, M. R.; VERALDO, F. Germinação e crescimento de mudas de Pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) sob condições de sombreamento. **Rev. Bras. Frutic.**, v. 23, n. 3, p. 652-655, 2001.
- SMITH, W. K.; VOGELMANN, T. C.; DELUCIA, E. H.; BELL, D. T.; SHEPHERD, K. A. Leaf form and Photosynthesis: do leaf structure and orientation interact to regulate internal light and carbon dioxide? **Bioscience**, Washington, v. 47, n. 11, p. 785-793, 1997.
- SOUZA, J. A.; DAVIDE, A. C. Deposição de serapilheira e nutrientes em uma mata não minerada e em plantações de Bracatinga (*Mimosa scabellia*) e de Eucalipto (*Eucalyptus saligna*) em áreas de mineração de bauxita. **Cerne** v. 7, n. 1, p. 101-113, 2001.
- STEINGRAEBER, D. A. Phenotypic plasticity of branching pattern in sugar maple (*Acer saccharum*). **Amer. J. Bot.** v. 69, n. 4., p. 638-640, 1982.
- STRAUSS-DEBENEDETTI, S.; BAZZAZ, F. Photosynthetic characteristics of tropical trees along sucessional gradients. In MULKEY, S. S.; CHAZDON, R.L.; SMITH, A.P. (Eds.) **Tropical forest plant ecophysiology**. Chapman & Hall, New York, p.162-186, 1996.
- SULLIVAN, J.H.; HOWELLS, B.W.; RUHLAND, C.T.; DAY, T.A. Changes in leaf expansion and epidermal screening effectiveness in *Liquidambar styraciflua* and *Pinus taeda* in response to UV-B radiation. **Physiologia Plantarum**, v. 98, p.349-357, 1996.
- TONON, A. E. N. **Efeitos da densidade inicial e do sítio sobre o crescimento e a produção de bracatingais da região metropolitana de Curitiba**. 1998. 209 f. Dissertação

- (Mestrado em Manejo Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.
- VELOSO, H.P.; RANGEL FILHO, A.L.R.; LIMA, J.C.A. **Classificação da Vegetação Brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro, IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 124p. 1991.
- VOGELMANN, T. C.; NISHIO, J. N.; SMITH, W. K. Leaves and light capture: light propagation and gradients of carbon fixation within leaves. **Trends in plant Science**, Oxford, v. 1, n. 2, p. 65-70, 1996.
- WILSON, P. J.; THOMPSON, K.; HODGSON, J. G. Specific leaf area and leaf dry matter content as alternative predictors of plant strategies. **New Phytology**, v. 143, p. 155-162, 1999.
- WITKOWSKI, E. T. F. & LAMONT, B. B. Leaf specific mass confounds leaf density and thickness. **Oecologia**, v. 88, p. 486-493, 1991.
- YAMASHITA, N.; KOIKE, N.; ISHIDA, A. Leaf ontogenetic dependence of light acclimation in invasive and native subtropical trees of different successional status. **Plant, Cell and Environment**, v. 25, n. 10, p. 1341-1356, 2002.
- YARRANTON, R. J.; MORRISON, R. G. Spatial dynamics of a primary succession: nucleation. **Journal of Ecology** v. 62, n. 2, p. 417-428. 1974.

## TABELAS

**Tabela 1:** Valores médios, respectivos desvios padrão (entre parênteses) e coeficientes de variação (cv%) das características morfológicas (n=90) para folhas de *Mimosa scabrella* nos diferentes tratamentos. Letras diferentes para mesma variável representam diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos testados (Teste t, p<0,05).

	ÁREA ABERTA	CV (%)	CAPOEIRA	CV (%)
Número de Folíolos	6,90 (± 1,61) a	23,30	7,17 (± 1,42) a	19,87
Área Foliar (cm <sup>2</sup> )	2,45 (± 1,26) a	51,56	2,54 (± 1,22) a	47,94
Peso Seco (g)	0,02 (± 0,01) a	60,14	0,018 (± 0,01) a	53,85
AEF (cm <sup>2</sup> .g <sup>-1</sup> )	130,21 (± 22,55) b	17,32	142,63 (± 20,50) a	14,37

**Tabela 2:** Valores médios e respectivos desvios padrão (entre parênteses) e coeficientes de variação (cv%) das espessuras dos tecidos componentes da lâmina foliar de *Mimosa scabrella* nos diferentes tratamentos. (n=60). Letras diferentes para mesma variável representam diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos testados (Teste t, p<0,05).

	ÁREA ABERTA	CV (%)	CAPOEIRA	CV (%)
Cutícula (µm)	3,57 (± 1,20) a	33,61	3,97 (± 1,36) a	34,35
Epiderme Adaxial (µm)	11,27 (± 2) b	17,77	12,73 (± 2,62) a	20,60
Parênquima Paliçádico (µm)	65,69 (±13,02) a	19,81	60,77 (± 10,35) b	17,03
Parênquima Lacunoso (µm)	49,03 (±12,93) a	26,37	46,25 (± 9,82) a	21,23
Epiderme Abaxial (µm)	13,84 (± 1,83) a	13,24	13,45 (± 2,35) a	17,50
Espessura total (µm)	143,40 (± 22,76) a	15,87	137,17 (± 15,57) a	11,35

**Tabela 3:** Valores médios, respectivos desvios padrão (entre parênteses) e coeficientes de variação (CV%) das características fisiológicas (n=30) para folhas de *Mimosa scabrella* nos diferentes tratamentos. Letras diferentes para mesma variável representam diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos testados (Teste t, p<0,05). (PAR – radiação fotossinteticamente ativa; A, fotossíntese líquida; Gs – condutância estomática; T – transpiração)

	ÁREA ABERTA	CV (%)	CAPOEIRA	CV (%)
PAR (µmol.m <sup>-2</sup> .s <sup>-1</sup> )	1387,5 (± 455,23) a	32,81	935,27 (± 526,62) b	56,31
A (µmol.m <sup>-2</sup> .s <sup>-1</sup> )	3,84 (± 2,88) a	74,88	2,88 (± 1,99) a	69,03
Gs (mol.m <sup>-2</sup> .s <sup>-1</sup> )	0,11 (± 0,08) a	76,02	0,07 (± 0,05) b	72,46
T (mol.m <sup>-2</sup> .s <sup>-1</sup> )	1,62 (± 0,78) a	48,06	1,20 (± 0,72) b	60,19

**Tabela 4:** Valores médios, respectivos desvios padrão (entre parênteses) e coeficientes de variação (CV%) da altura (cm) de *Mimosa scabrella* nos diferentes tratamentos aos 6, 12 e 18 meses. Letras diferentes para mesma variável (mesma linha) representam diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos testados (Teste t, p<0,05).

	ÁREA ABERTA	CV (%)	CAPOEIRA	CV (%)
6 meses	35,11 (± 12,69) b	36,15	39,92 (± 15,50) a	38,83
12 meses	57,79 (± 40,32) b	69,78	71,91 (± 47,11) a	65,52
18 meses	104,09 (± 77,62) a	74,58	128,05 (± 75,52) a	58,98

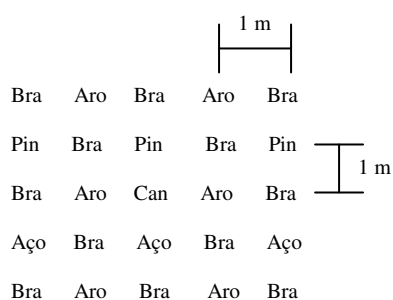
**Tabela 5:** Valores médios, respectivos desvios padrão (entre parênteses) e coeficientes de variação (CV%) do diâmetro (mm) de *Mimosa scabrella* nos diferentes tratamentos aos 6, 12 e 18 meses. Letras diferentes para mesma variável (mesma linha) representam diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos testados (Teste t, p<0,05).

	ÁREA ABERTA	CV (%)	CAPOEIRA	CV (%)
6 meses	4,33 (± 1,67) a	38,50	4,65 (± 1,75) a	37,64
12 meses	8,16 (± 5,43) a	66,55	8,41 (± 4,95) a	58,88
18 meses	13,33 (± 9,29) a	69,72	14,55 (± 9,40) a	64,62

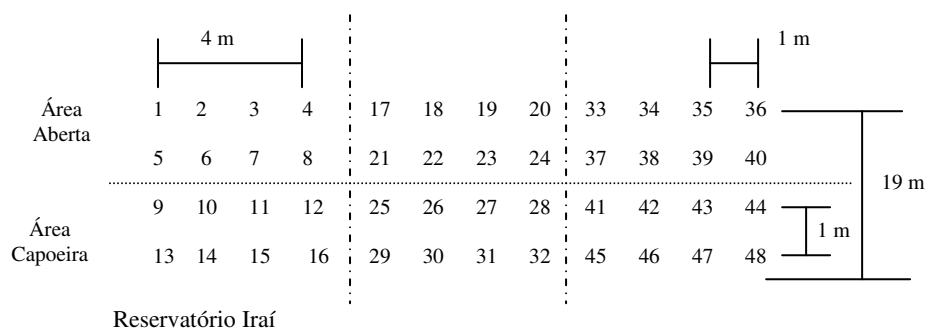
**Tabela 6:** Taxa de sobrevivência (%) de *Mimosa scabrella* nos diferentes tratamentos aos 6, 12 e 18 meses.

	ÁREA ABERTA	CAPOEIRA
6 meses	53,2	63,24
12 meses	28	39,56
18 meses	18,33	26,79

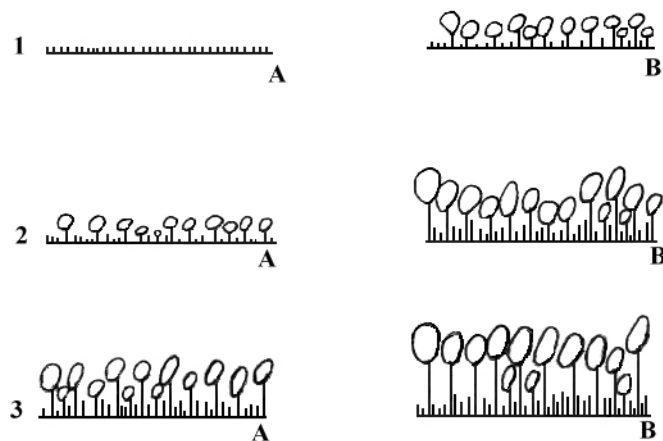
## FIGURAS



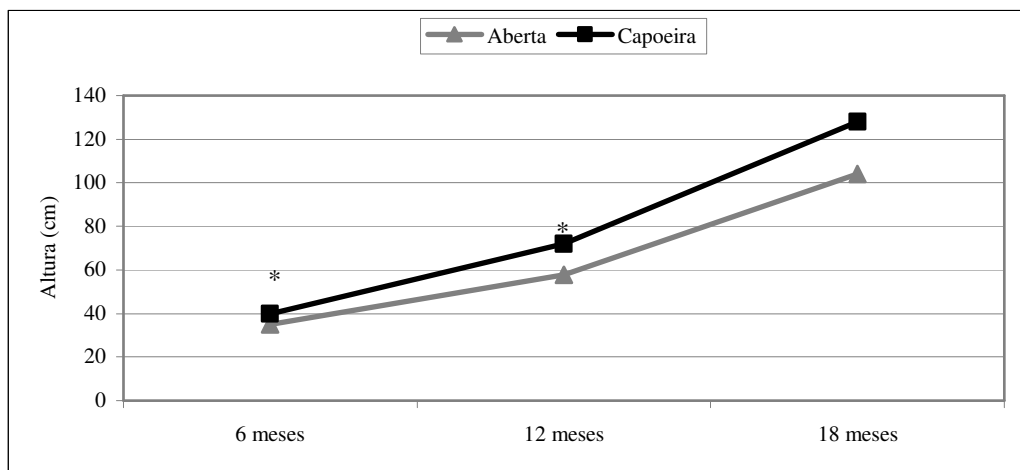
**Figura 1.** Modelo de distribuição das espécies (Sub-Parcela). (Bra = *M. scabrella*; Aro = *S. terebinthifolius*; Pin = *P. lambertii*; Aço = *L. divaricata*; Can = *E. montevidensis*).



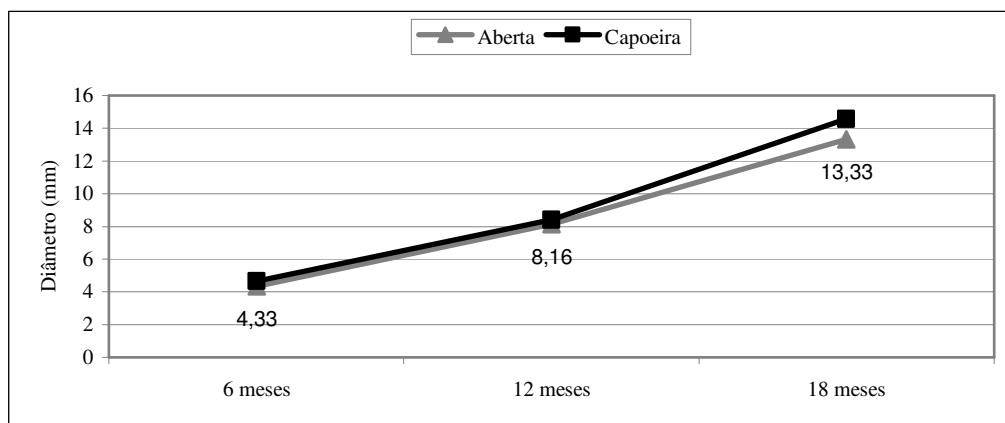
**Figura 2.** Modelo de disposição das parcelas. Os números correspondem às parcelas, que são formadas pelas espécies já mostradas na figura 1.



**Figura 3:** Perfil da evolução das duas áreas com diferentes graus de sucessão – Reservatório Iraí-PR. (A, área aberta; B, capoeira. 1 = momento da implantação do experimento; 2 = áreas com 9 meses; 3 = áreas com 18 meses).



**Figura 4:** Altura de *Mimosa scabrella* na área aberta e capoeira no Reservatório do Iraí-PR, ao longo de 18 meses após o plantio. O asterisco indica diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos testados ( $p < 0,05$ ).



**Figura 5:** Diâmetro de *Mimosa scabrella* na área aberta e capoeira no Reservatório do Iraí PR, ao longo de dois anos após o plantio.

**MORFO-ANATOMIA FOLIAR DE *Podocarpus lambertii* KLOTZSCH EX ENDL  
(PODOCARPACEAE) IMPLANTADOS EM DUAS ÁREAS COM DIFERENTES  
GRAUS DE SUCESSÃO ÀS MARGENS DO RESERVATÓRIO IRAÍ-PR.**

**RESUMO:** A recuperação de áreas degradadas é o conjunto de ações que visam proporcionar o restabelecimento de condições de equilíbrio e sustentabilidade existentes anteriormente em um sistema natural. Para que isso ocorra de maneira satisfatória é imprescindível o conhecimento da auto-ecologia das espécies arbóreas nativas. E assim, o objetivo foi avaliar a resposta morfo-anatômica de *P. lambertii* após 18 meses de implantação em condições distintas de luminosidade (área aberta e área de capoeira), considerando como fator de variação áreas com diferentes graus de sucessão nas margens do Reservatório Iraí-PR, no momento de estabelecimento do experimento. Para isso foram avaliados aspectos morfológicos (área foliar, peso seco, área foliar específica, densidade estomática), anatômicos (espessuras de cutícula, epiderme adaxial, parênquima paliçádico, parênquima de transfusão, parênquima lacunoso, epiderme adaxial e espessura total) e desenvolvimento (altura, diâmetro e sobrevivência). Os resultados mostraram que *P. lambertii* apresentou diferença significativa para a área foliar, sendo maior para os indivíduos da capoeira. Já para a densidade estomática, espessura de cutícula, parênquimas paliçádico, lacunoso, espessura total, altura e diâmetro foram significativamente maiores para os indivíduos da área aberta. A taxa de sobrevivência foi semelhante para ambas as áreas. Então, *P. lambertii*, nas condições desse estudo, demonstrou ser capaz de se adaptar tanto a condições que apresentam maior ou menor disponibilidade de irradiância, porém, apresentando um desenvolvimento mais satisfatório em condições intermediárias de luz. Portanto, *P. lambertii* é uma espécie que demonstra apresentar uma capacidade de adaptação a diferentes condições lumínicas, podendo, desta forma, ser indicada para plantios de recuperação de áreas degradadas tanto a céu aberto quanto naqueles que visem o enriquecimento de capoeiras ou consorciada com outras espécies.

**Palavras-Chave:** Plasticidade fenotípica; Morfoanatomia foliar; Variação lumínica; Recuperação; Silvicultura de espécies nativas; *Podocarpus lambertii*.

## **INTRODUÇÃO**

É fato que as atividades antrópicas promoveram a destruição dos recursos naturais. Historicamente o aumento da densidade populacional estreita a relação entre a devastação de florestas e o homem. Muitos habitats que antes eram essencialmente contínuos foram transformados em uma paisagem em mosaico formada por manchas isoladas do habitat original circundadas por áreas transformadas antropicamente. Este processo global de fragmentação de ecossistemas é possivelmente a mais profunda alteração causada pelo homem ao ambiente (FERNANDEZ, 1997).

No Brasil, o primeiro marco no processo de fragmentação ocorreu por volta de 500 anos atrás com a conquista desse continente pelos europeus. A partir daí, as atividades socioeconômicas, passaram a impulsionar a ocupação de áreas de florestas. Fatores que destacam-se nesse cenário, são a conquista de terras para a agricultura e pecuária, assim como a construção de barragens de rios que tem contribuído fortemente para o processo dessa degradação florestal (FISZON *et al.*, 2003).



Entre os habitats que mais sofreram uma intensa degradação estão as formações ciliares, que são aquelas que ocorrem ao longo dos cursos de água e são consideradas como corredores importantes para o movimento da fauna ao longo da paisagem, assim como para a dispersão vegetal. Além disto, são extremamente necessárias para a manutenção da integridade de microbacias hidrológicas, devido a sua ação direta na manutenção da qualidade e da quantidade de água, assim como para a manutenção do próprio ecossistema aquático (LIMA e ZAKIA, 2004). No Estado do Paraná, essas matas foram destruídas em quase toda a sua extensão. Dos originais 201.203 km<sup>2</sup>, em meados de 1890, ou seja, 83,14% de cobertura florestal de seu território, restavam 17,21% em 1980 e atualmente menos de 10% (MARTINS, 2005).

Em função disso, surge a necessidade de recuperar ambientes ciliares degradados através de técnicas adequadas para cada tipo de situação. Isto vem ocorrendo principalmente devido a dois fatores: a conscientização da sociedade atual diante dos problemas ambientais e de uma série de medidas legais que estão sendo implementadas visando atender as necessidades de recomposição dos ambientes naturais. No Brasil, um dos instrumentos legais que exigem a preservação e a recuperação desses ambientes é o Código Florestal (Lei nº 4771, de 15 de setembro de 1965) que instituiu o conceito de área de preservação permanente. O Código foi alterado pelas medidas provisórias 2166-67 de 2001, que estabeleceram os limites de vegetação nativa que devem estar presentes nas margens dos corpos d'água de acordo com as larguras dos mesmos.

Então, conforme descrito por Kageyama e Gandara (2004) tem-se observado um grande aumento das iniciativas de restauração desses ambientes, com significativa mudança em sua abordagem a partir da década de 80, com a ampla discussão sobre o uso de espécies nativas em plantios mistos, privilegiando o processo de sucessão ecológica, refletindo o que naturalmente ocorre em ambientes florestais.

O processo de recuperação da floresta é dinâmico, sendo resultante de uma série de fatores bióticos e abióticos do meio, em que se devem observar as exigências complementares de cada espécie (MARTINS, 2004). A regeneração segue o conceito de sucessão secundária, que caracteriza-se principalmente por gradual aumento e substituição de espécies no tempo, em função das diferentes condições ambientais que vão se estabelecendo, às quais diferentes espécies se adaptam melhor. O aumento e a substituição de espécies correspondem, na realidade, a uma substituição de grupos ecológicos ou categorias sucessionais (pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias ou clímax) a que cada espécie em particular pertence (SWAINE e WHITMORE, 1988).

Nesse sentido, o uso de espécies tanto pioneiras quanto secundárias e climáticas, assim como a separação do grande número de espécies da floresta tropical em grupos ecológicos, tem sido fundamental (MACEDO *et al.*, 1993). Vários autores estudaram diversas formas de classificar as espécies segundo parâmetros ecológicos entre eles Budowski (1965), Hartshorne (1980), Denslow (1980); Kageyama e Castro (1989), Swaine e Whitmore (1988) e Kageyama e Gandara (1997).

Porém, a classificação de espécies nos respectivos grupos tem esbarrado em dois fatores primordiais. O primeiro é que os critérios utilizados diferem entre autores, o que leva algumas espécies a serem classificadas em grupos distintos. O segundo refere-se ao fato de que uma mesma espécie, dependendo de suas características genéticas, pode responder de forma diferente, diante das condições ambientais ocorrentes em regiões com solos e climas distintos, uma vez que estas respostas não se dão para um único fator do meio isoladamente (SILVA *et al.*, 2003).

Então, para um correto manejo florestal, o conhecimento da autoecologia das espécies arbóreas nativas é imprescindível, e torna-se o suporte para sua execução em bases sustentáveis. Para a aplicação de tratamentos silviculturais ou para planejar a intensidade de exploração, torna-se necessário conhecer as exigências das espécies em relação à radiação (JARDIM *et al.*, 2007), já que, este é um dos fatores que mais influencia no desenvolvimento dos vegetais, seja através de fotoestimulação da biossíntese de substâncias, fototropismo, fotomorfogênese ou fotoperiodismo (LARCHER, 2000).

Quando se trata de intensidade luminosa, um grande número de trabalhos leva em consideração as variações na estrutura foliar (GIVNISH, 1988; VOGELMANN *et al.*, 1996), já que, segundo Dickson (2000) esta é o órgão da planta que mais responde anatomicamente às variações lumínicas de um determinado habitat. Essa resposta sobre a morfologia foliar ocorre tanto nos primeiros estágios de desenvolvimento quanto no estágio adulto, devido ao fato de que a folha é um órgão plástico e sua estrutura interna é capaz de adaptar-se às condições de luz do ambiente (CASTRO *et al.*, 2005). Essas adaptações são o reflexo do desenvolvimento de mudanças em características funcionais e estruturais dos indivíduos associadas aos fatores ambientais a que estão expostos (GRIME e MACKEY, 2002), resultando na plasticidade fenotípica. Assim, pode-se definir a plasticidade fenotípica como sendo a habilidade que um genótipo tem de expressar diferentes fenótipos em resposta a distintos ambientes (CORRÊA, 2004; CARDOSO e LOMÔNACO, 2003).

Entre essas espécies com potencial para uso em projetos de recuperação encontramos *Podocarpus lambertii*, a qual possui um conflito na literatura acerca de qual grupo sucessional pertence.

*Podocarpus lambertii*, pertence a família Podocarpaceae e é popularmente conhecido como pinheiro-bravo. Tem ocorrência natural, no Brasil, nos estados da Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, habitando as regiões com Floresta Ombrófila Mista, nas formações aluvial, montana e alto-montana e na Floresta Estacional Decidual, nos campos rupestres ou de altitude e na estepe gramíneo-lenhosa, área de solo enxuto, onde há o início da formação dos capões de floresta (CARVALHO, 2003).

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta morfo-anatômica de *P. lambertii* após 18 meses de implantação em condições distintas de luminosidade, considerando como fator de variação áreas com diferentes graus de sucessão nas margens do Reservatório Iraí-PR, no momento de estabelecimento do experimento.

## MATERIAL E MÉTODOS

As amostras foliares foram obtidas num plantio realizado nas margens do Reservatório do Iraí, situado entre os municípios de Pinhais, Piraquara e Quatro Barras, no Estado do Paraná. Está localizado a 25°24'15" de latitude Sul, 49°08'38" de longitude Oeste e a 890 m de altitude. O Rio Iraí pertence à bacia hidrográfica do Rio Iguaçu e tem por finalidade suprir, com seus 58.000.000 m<sup>3</sup>, a demanda hídrica da região (CARNEIRO *et al.*, 2005).

Segundo dados fornecidos pelo Simepar, desde a implantação do experimento no campo (dezembro/2005) até a coleta das folhas (junho de 2007), a área de estudo apresentou temperatura média de 17,9°C, sendo o mês mais quente março de 2007, 21,7°C e o mês mais frio maio de 2006, 13,6°C. O mês mais chuvoso foi janeiro de 2007, com 234,2 mm e o mês menos chuvoso foi junho de 2007 com 1,4 mm, com precipitação média do período de 82,5 mm. A umidade relativa do ar apresentou média para o período de 84,6%, com extremos para o mês de abril de 2007 que apresentou 90% e o mês de agosto de 2006 com 75%. Segundo KOEPPEN, o clima da região é considerado Subtropical Úmido Mesotérmico (Cfb) (MAACK, 1981).

Klein e Hatschbach (1962) descrevem que nos terrenos baixos, situados ao longo do Rio Iguaçu e de seus afluentes, estabelecidos na grande várzea do Holoceno e localizados

principalmente ao leste e sudeste de Curitiba, ocorrem formações vegetacionais arbóreas (Floresta Ombrófila Mista), ali existentes por condições edáficas específicas.

Segundo Roderjan *et al.* (2002), a vegetação ocorrente na região se enquadra na unidade fitogeográfica Floresta Ombrófila Mista, na qual coexistem representantes da flora tropical e temperada, com predomínio da *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. Nessa unidade, encontra-se inserida uma formação natural de campos, citada por Maack (1981), com presença de capões constituídos por flora típica da Floresta Ombrófila Mista (CURCIO *et al.*, 2007).

Para a instalação do experimento foi escolhida uma área do reservatório que apresentava diferentes graus de sucessão, ou seja, uma área onde a regeneração espontânea apresentava-se predominantemente constituída por gramíneas (“Área Aberta”) e a outra, uma área com a presença de uma capoeirinha, que segundo a Classificação da Vegetação Brasileira do IBGE (VELOSO, 1991), é uma vegetação que apresenta um estrato arbustivo mais desenvolvido, com poucas plantas herbáceas e muitas lenhosas de baixo porte, como o gênero *Baccharis* (“Área de Capoeira”) (Figura 1 do Anexo). Para a caracterização da intensidade luminosa no momento da implantação do experimento foi realizada a amostragem de 30 pontos nas duas áreas com o auxílio de um luxímetro, caracterizando a área aberta ( $1144 \times 10^4$  lux) com praticamente o dobro da intensidade luminosa disponível na área de capoeira ( $576,6667 \times 10^4$  lux).

O solo foi classificado como CAMBISSOLO HÚMICO DISTRÓFICO gleico de textura argilosa, através do solos realizado segundo o Sistema de Classificação de Solos da Embrapa (EMBRAPA, 1999). O local do plantio possui uma declividade entre 4 e 7% e foi configurado como semi-hidromórfico (CURCIO *et al.*, 2007).

As espécies empregadas na área foram *Mimosa scabrella* Benth: Mimosaceae (Bracatinga), *Schinus terebinthifolius* Raddi: Anacardiaceae (Aroeira), *Podocarpus lambertii* Klotzsch ex Eichler: Podocarpaceae (Pinheiro-Bravo), *Luehea divaricata* Mart.: Tiliaceae (Açoita-Cavalo) e *Escallonia montevidensis* (Cham. & Schldl.): Saxifragaceae (Canudo-de-Pito). Para essa seleção de espécies, levou-se em conta aquelas nativas da região e aptas às condições dos solos do local de plantio. Outros critérios de seleção foram a rusticidade e a taxa de crescimento de algumas espécies (pioneiras para crescimento rápido, formação de biomassa, sombreamento e habitat para fauna, incluindo-se aí outros estágios/estádio de sucessão ecológica.

As mudas implantadas na área de estudo foram provenientes dos seguintes viveiros: do IAP (Instituto Ambiental do Paraná), Embrapa Florestas (Colombo) e do Viveiro do Projeto

Iraí localizado na Fazenda Canguiri da UFPR (Figura 2 do Anexo). As sementes utilizadas para a produção das mudas foram colhidas em municípios ao redor da área, obedecendo critério de seleção de coleta para as diferentes espécies, de acordo com Nogueira (2002). O tempo de permanência das mudas no viveiro variou conforme a espécie, porém a média foi de quatro meses. No momento da implantação das mesmas no campo, o pinheiro-bravo estava com altura média de 15 cm.

Para efeito de obtenção de repetições, foi definido um modelo (parcelas) de disposição das espécies, conforme mostrado na Figura 1. Essas parcelas foram dispostas 48 vezes, sendo que 24 parcelas estavam em área considerada “aberta” e 24 parcelas em “área de capoeira”, conforme mostrado na Figura 2. O espaçamento utilizado (1 x 1 m) foi uniforme para as duas áreas. Cada parcela continha 03 indivíduos de *P. lambertii*, além de 12 de *M. scabrella*, 06 de *S. terebinthifolius*, 03 de *L. divaricata* e 01 indivíduo de *E. montevidensis*. Dessa forma o número total de indivíduos por espécie foi de 576, 288, 144, 144 e 48, respectivamente para *M. scabrella*, *S. terebinthifolius*, *P. lambertii*, *L. divaricata* e *E. montevidensis*, totalizando 1.200 indivíduos para a área total avaliada.

O plantio foi realizado nos dias 14 e 15 de dezembro de 2005. Para o plantio das mudas na área de capoeira, somente foram abertas as covas, sem intervenção na vegetação já existente, não sendo realizada adubação e nem a supressão de plantas competidoras, apenas o coroamento aos 12 meses (Figura 3 do Anexo). Após um mês de implantação das mudas foi realizado um replantio para substituição dos espécimes perdidos.

*Podocarpus lambertii* pertence a família Podocarpaceae e juntamente com o *Podocarpus selowii* e a *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae) formam o grupo de coníferas característico do Sul do Brasil (MARANHO, 2004). É uma árvore dióica perenifólia de altura variável, medindo 1 a 4 m de altura na zona campestre, até 27 m de altura e 120 cm ou mais de diâmetro de altura do peito (DAP), na idade adulta, na Floresta Ombrófila Mista. Suas folhas são simples, alternas, coriáceas, lineares, medindo de 3 a 5 cm de comprimento e 3-5 mm de largura, ápice agudo acuminado e base aguda e com margem sub-recurva (CARVALHO, 2003).

Aos seis, doze e dezoito meses de implantação foram realizadas medições de diâmetro do colo e altura, utilizando paquímetro e trena, respectivamente, de todos os indivíduos de *Podocarpus lambertii*, realizando-se também análise de sobrevivência das plantas.

Em agosto de 2007 (mudas com 18 meses de campo) foi realizada a coleta das folhas de *Podocarpus lambertii* para a análise da morfologia foliar. Para cada estágio sucessional (área aberta e capoeira) foram coletadas cinco folhas de cada indivíduo, localizadas entre o

quarto e sexto nó no sentido ápice-base. Dessas, três folhas de cada indivíduo (total, 90 folhas) foram prensadas totalmente expandidas entre papel jornal e desidratadas em estufa a 65°C durante três dias, tempo suficiente até atingir peso constante para a mensuração de seus respectivos pesos secos (Figura 6 do Anexo). Para as medidas do peso seco foi utilizada uma balança de precisão (Figura 7 do Anexo). A partir dessas folhas secas, a área foliar foi calculada através da imagem digitalizada em Scanner de mesa acoplado à computador, com o auxílio do programa Sigma Scan-Pro versão 5.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA, 1995). Após foi calculada a área foliar específica onde  $AFE = \text{área foliar/peso seco (cm}^2 \cdot \text{g}^{-1})$  (WITKOWSKI e LAMONT, 1991).

Para a contagem dos estômatos, a superfície da região mediana de três folhas de cada indivíduo (90 amostras) por estágio sucessional foi modelada com esmalte de unha incolor. A densidade estomática foi determinada através da contagem dos estômatos situados numa área de um  $\text{mm}^2$  na face abaxial da folha com auxílio de microscópio equipado com câmara clara (Figura 8 do Anexo).

Para a análise da anatomia foliar, em cada estágio sucessional, duas folhas de cada indivíduo (60 amostras) foram fixadas em F.A.A. 50 (formaldeído, ácido acético, etanol 50%, 1:1:18 v/v) (JOHANSEN, 1940) e preservadas temporariamente em etanol 50%. Posteriormente foi feito, à mão livre, seções transversais da região do terço médio da folha com auxílio de lâmina de barbear e montadas entre lâmina e lamínula. Foram obtidos dados quantitativos de espessura de parênquima paliçádico, parênquima de transfusão, parênquima lacunoso, epiderme (abaxial e adaxial) e cutícula, além da espessura total de limbo (Figura 11 do Anexo). A medição da espessura dos tecidos (em  $\mu\text{m}$ ) foi feita em microscópio fotônico, com auxílio de ocular micrométrica.

No momento da coleta das folhas foi feita a caracterização lumínica das áreas com o auxílio de um analisador portátil de fotossíntese (Portable Photosynthesis System, modelo LC pró+, Dynamax, USA), utilizando dados da taxa fotossinteticamente ativa (PAR), caracterizando a área aberta com  $1387,53 \text{ mmol/m}^2/\text{s}$  e a área de capoeira com  $935,27 \text{ mmol/m}^2/\text{s}$  (Figura 12 do Anexo).

Para todas as variáveis foram calculadas as médias e os respectivos desvios padrão. Para a análise dos tratamentos foi utilizado Teste t para comparar as médias das características morfológicas ao nível de 5% de probabilidade com o auxílio do programa STATISTICA versão 6.0 (STATSOFT, INC. TULSA, OK, USA 1998).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados mostram que *P. lambertii* apresenta apenas estômatos na face abaxial, sendo, portanto, sua folha hipostomática e a anatomia foliar apresenta uma única nervura, a epiderme é espessa, provida de cutícula grossa e estômatos em depressões profundas, com células parcialmente sobrepostas. O mesofilo é formado por parênquima paliçádico e lacunoso e na sua porção mediana verifica-se a presença de uma nervura de onde partem traqueídes de transfusão e traqueídes acessórios que percorrem toda a extensão foliar até as proximidades da região marginal. Uma característica anatômica marcante dessa espécie é a presença de ductos resiníferos, localizados entre a nervura e a epiderme da face abaxial (ESAU, 1990).

Os valores médios para as características morfológicas de *P. lambertii* são apresentados na Tabela 1 e mostram que o peso seco e área foliar específica não diferiram estatisticamente entre os tratamentos, porém a área foliar foi significativamente maior para as folhas da área de capoeira. Esse incremento na área foliar encontrado na capoeira é um reflexo da menor quantidade de luz recebida por esses indivíduos e essa é uma das maneiras que a planta encontra para aumentar a interceptação total da luz quando em condições que oferecem menor irradiância (NIINEMETS e FLECK, 2002). Já uma menor área foliar representa uma menor superfície exposta ao sol, o que torna a planta menos sujeita ao excesso de transpiração e elevação de temperatura (KLICH, 2000).

Outros autores já demonstraram em outras espécies modificações na área foliar em resposta as condições de luminosidade, geralmente com maiores valores associados à condições de maior sombreamento (KLICH *et al.*, 2000; MENDES *et al.*, 2001; CASTRO e ALVARENGA, 2002; MILANEZE-GUTIERRE *et al.*, 2003; ALERIC e KIRKMAN, 2005). Porém, essa resposta não é um padrão e isso é evidenciado em algumas espécies, como por exemplo, *Mimosa scabrella* (CHIAMOLERA *et al.*, dados não publicados) que não mostrou diferença significativa na área foliar sob influência de diferentes condições de luz e *Euterpe edulis* que apresentou uma maior área foliar em plantas sob maior irradiância (ILLENSEER e PAULILO, 2002), demonstrando, assim, que as espécies podem ou não possuir capacidade de aclimação em resposta a diferentes condições lumínicas. Tal padrão de resposta é um reflexo da própria inserção das espécies nos grupos ecológicos propostos por autores como Budowski (1965) e Denslow (1980).

A densidade estomática diferiu estatisticamente, mostrando ser maior para os indivíduos da área aberta, corroborando uma série de estudos que apontam uma correlação

positiva entre o aumento da luminosidade e densidade estomática (ASHTON e BERLIN, 1992; ROÇAS *et al.*, 1997; KLICH *et al.*, 2000; MENDES *et al.*, 2001; CORRÊA, 2004; DUZ *et al.*, 2004; GREGORIOU *et al.*, 2007; NERY *et al.*, 2007; COSTA *et al.*, 2007). Esse fato está associado com a maior disponibilidade de luz, sugerindo, então, uma maior capacidade fotossintética devido a um aumento na condutância estomática (WOODWARD *et al.*, 2002; MORAIS *et al.*, 2004) e a um maior controle sobre a transpiração, possibilitando reduzir a perda de água com a abertura e fechamento dos estômatos (GIVNISH, 1988; LEE *et al.*, 2000).

Locosselli *et al.* (2006) ao analisarem folhas de sol e de sombra de um indivíduo de *P. lambertii* verificaram que as folhas de sombra possuíram densidade estomática menor e estômatos maiores quando comparadas com as folhas de sol. Porém, quando os autores foram analisar os índices estomáticos não encontraram diferenças significativas e chamaram atenção para o fato de que a produção de estômatos não é maior nas folhas de sol, apenas as células da epiderme que cresceram nas folhas de sombra afastando os estômatos entre si, e assim, diminuindo a densidade destes. Milaneze-Gutierrez *et al.* (2003) também reforçam essa idéia, afirmando que os números médios mais elevados de estômatos por área encontrados nas folhas de sol de *Bouchea fluminensis* (Verbenaceae) refletem a pouca expansão celular das demais células epidérmicas e não a diferenciação de novas unidades estomáticas.

A Tabela 2 mostra os valores médios da espessura dos tecidos foliares e verifica-se que a espessura da cutícula mostrou diferença significativa entre os tratamentos, sendo maior para os indivíduos da área aberta. A cutícula recobre todas as células da epiderme da planta, servindo como uma interface entre o corpo desta e o ambiente, realizando a proteção e a prevenção da perda de água dos tecidos vegetais (BUKOVAC *et al.*, 1990). O aumento na espessura da cutícula é uma prevenção contra a transpiração, já que as folhas encontram-se expostas a alta quantidade de irradiância (LARCHER, 2000). Também, esse aumento na espessura da cutícula pode ser um importante elemento para diminuir a penetração da radiação no interior da folha. Folhas mais espessas podem minimizar a ação da alta quantidade de radiação incidente nas camadas do mesófilo fotossinteticamente ativo próximo à face abaxial (CEN e BORNMAN, 1993).

A espessura do parênquima paliádico, parênquima lacunoso e a espessura total também foi significativamente maior para os indivíduos da área aberta (Tabela 2). Esses dados vêm a corroborar Gates (1980) que afirma que, no geral, folhas de sol possuem áreas menores, mas possuem espessura maior. Esse aumento na espessura foliar gera um aumento significativo na dissipação de calor, e isso é um importante fator para a sobrevivência da



planta em habitats mais secos e com alta irradiância, onde o superaquecimento e as altas taxas de transpiração são lesivas.

Bornman e Vogelmann (1991) afirmam que o aumento de espessura do mesofilo também proporciona um maior número de espaços intercelulares, o que afeta a transmitância da luz incidente no interior da folha. Smith *et al.* (1997) complementam afirmando que a espessura maior de folhas de sol resulta em um substancial aumento da superfície de células do mesofilo para a absorção do dióxido de carbono, fornecendo um mecanismo estrutural para os aumentos da taxa de fotossíntese por unidade de área foliar, mesmo se a fotossíntese por unidade de biomassa foliar manter-se inalterada. Uma maior área celular de mesofilo também gera uma eficiência no uso da água por causa do substancial aumento da captura do dióxido de carbono quando comparado com a perda de água.

Além da espessura maior, as folhas de *P. lambertii* na área aberta apresentaram uma menor área foliar, e essas duas características associadas, folhas mais espessas e com uma menor área foliar, segundo Lambers *et al.*, 1998 aparecem como uma resposta à diferentes condições de estresse. Desta forma, a espessura e a área foliar tendem a ser inversamente proporcionais e compensatórias entre si, ou seja, a folha diminui a área exposta, mas aumenta a espessura da lâmina, devido ao maior desenvolvimento dos tecidos fotossintéticos e dos espaços intercelulares, garantindo assim o seu volume (LEWIS 1972; SMITH *et al.* 1997).

A espessura da lâmina foliar, assim como a densidade estomática são características plásticas e com uma forte relação entre si. Os dados de *P. lambertii* demonstram isso claramente, corroborando com Boeger e Wisniewski (2003), as quais citam que a espessura total apresenta uma relação inversamente proporcional com a área foliar e uma relação diretamente proporcional com a densidade estomática. Essa ocorrência de um número maior de estômatos por unidade de área favorece as trocas gasosas, principalmente em mesófilos com poucos espaços intercelulares (GIVNISH, 1988) e, desta forma, qualquer tipo de alteração anatômica, nessas características, pode limitar a assimilação fotossintética, determinando a eficiência na captura da luz e fotossíntese (LEE *et al.*, 2000).

As propriedades ópticas das camadas de células dentro da folha (parênquimas paliçádico e lacunoso) regulam a distribuição interna da luz solar para aprimorar a fotossíntese. As células mais colunares do parênquima paliçádico típicas de folhas de sol mais espessas agem como condutoras de luz que propagam essa luz para camadas mais profundas do mesofilo, dessa forma, distribuindo a luz de maneira mais eficiente através da folha. Além disso, as paredes celulares das células esféricas do parênquima lacunoso e a alta quantidade de espaços de ar no interior da folha geram alta quantidade de luz dispersa, aumentando a

absorção de luz pelos cloroplastos dentro do mesófilo. A difusão interna de luz dentro da folha gera níveis de fluência de fótons 3 ou 4 vezes maior que a luz incidente na superfície da folha, aprimorando a absorção de comprimentos de ondas fracos (SMITH *et al.*, 1997). Portanto, um aumento da espessura dos parênquimas paliádico e esponjoso ocorreu em resposta a maior quantidade de luz recebida pelos indivíduos de *P. lambertii* da área aberta, em função das propriedades de suas células para captarem e distribuírem da melhor forma possível essa luz ao longo do mesófilo.

Os dados referentes ao crescimento em altura e diâmetro encontram-se nas Tabelas 3, 4, 5 e Figuras 4 e 5. Tanto a altura quanto o diâmetro, a partir dos 12 meses, apresentaram diferença significativa entre os tratamentos, sendo maior para os indivíduos da área aberta. Aos 18 meses essa diferença se manteve.

Estudos afirmam que muitas espécies que crescem em ambientes mais sombreados tem o seu desenvolvimento em altura aumentado a fim de alcançar a luz com maior facilidade (INOUE e TORRES, 1980; CANCIAN e CORDEIRO, 1998; DEMUNER *et al.*, 2004; FRANCO e DILLENBURG, 2007). Porém, esta característica não reflete um melhor desenvolvimento, pois, muitas vezes, o aumento da altura, não acompanhado do aumento de diâmetro, pode comprometer a sustentação da parte aérea e o investimento em ramos laterais (STEINGRAEBER, 1982).

Diante dos dados encontrados, verifica-se que o investimento em altura de *P. lambertii* sempre foi acompanhado também pelo investimento em diâmetro, mostrando que a espécie adaptou-se melhor as condições da área aberta, ou seja, a uma quantidade maior de luz inicial e diminuição desta ao longo do estabelecimento do processo de sucessão. E aqui vale ressaltar que o plantio teve como objetivo recuperar a área, e, desta forma, não foi realizada nenhuma intervenção na mesma, logo, aos 18 meses já havia ocorrido a entrada de novas espécies e/ou indivíduos herbáceos-arbustivos o que fez com que a área aberta estivesse mais sombreada, conforme evidenciado no perfil da vegetação ao longo do tempo mostrado na figura 3. Assim, à medida que ocorreu o aumento do sombreamento da área aberta, os indivíduos de *P. lambertii* começaram a obter um desenvolvimento mais satisfatório que os da capoeira, que desde o início já apresentaram maior sombreamento.

Apesar deste melhor desenvolvimento na área aberta, os dados da taxa de sobrevivência até os 12 meses foram maiores para a área de capoeira, porém, aos 18 meses, este apresentou uma inversão, sendo 58,42% de sobrevivência na área aberta contra 52,05% na capoeira, corroborando mais uma vez que *P. lambertii* foi favorecido por uma condição inicial de maior luminosidade presente na área aberta, mas que ao longo do tempo com a

evolução do recobrimento desta área e conseqüentemente com as condições de luz tornando-se similares, próximas as da capoeira.

Carvalho (2003) afirma que *P. lambertii* é uma espécie secundária tardia ou clímax tolerante a sombra e que é encontrada em excelente regeneração natural em capoeirões e vegetação secundária mais evoluída. Para Lorenzi (1992) é uma planta heliófita, pioneira, encontrada principalmente em associações secundárias, sendo menos freqüente no interior da floresta primária densa. Já Reitz *et al.* (1988) afirmam que *P. lambertii* ocorre tanto em áreas sombreadas, quanto expostas ao sol e apresenta dispersão descontínua e irregular, ocorrendo em determinados pontos em agrupamentos quase puros, e faltando completamente em outros. Inoue *et al.* (1984) citam que no estado do Paraná é uma espécie pioneira que dá início à formação de pequenos capões puros em elevações suaves em meio a campos e também é observado avançando o terreno aberto, na bordadura de capões heterogêneos. Os mesmos autores afirmam que no interior de florestas latifoliadas maduras ou mistas com o pinheiro-do-paraná, sua presença é reduzida, porém na forma de indivíduos bastante desenvolvidos.

Em visto do exposto acima percebe-se que ocorre na literatura uma discrepância de informações acerca do grupo sucessional a que *P. lambertii* pertence. Baseado nos dados encontrados, pode-se afirmar que *P. lambertii*, nas condições desse estudo, demonstrou ser capaz de se adaptar tanto a condições que apresentam maior ou menor disponibilidade de irradiância. Porém, apresenta um desenvolvimento mais satisfatório em condições intermediárias de luz, portanto, sendo melhor classificada como uma espécie secundária.

Neste sentido, reforça-se Imaguire (1985) que ao fazer o estudo florístico e ecológico de uma área na proximidade do Reservatório Iraí, afirma que o pinheiro-bravo é uma das espécies que consegue participar de duas ou mais categorias comunitárias sucessionais como sub-codominantes a dominantes, podendo assumir expressividade fisionômica ou não, dependendo da evolução ontogenética, da sucessão e variação dos fatores ambientais e do vigor e crescimento das populações contíguas.

Klein e Hatschbach (1962) observaram que *P. lambertii* era uma espécie bem comum ao sul da cidade de Curitiba, onde naturalmente existiam campos, entremeados por capões, e de um modo geral, *P. lambertii* era uma das espécies mais importantes nesses capões em vias de formação, onde, às vezes, formavam agrupamentos quase puros. Já em capões mais evoluídos, o pinheiro-bravo fazia parte da composição da sua borda, juntamente com outras espécies, como a aroeira (*Schinus terebinthifolius*) e capororoca (*Rapanea ferruginea*).

Maixner e Ferreira (1976) afirmam que no Rio Grande do Sul, as maiores concentrações de *P. lambertii* são encontradas no estrato inferior das matas de pinheiro

brasileiro, principalmente na região serrana de Bom Jesus, São Francisco de Paula, Cambará do Sul, Gramado e Canela. Backes (1983) cita que *P. lambertii* pode apresentar, em uma mesma área com Floresta Ombrófila Mista indivíduos com diferentes idades, desde aqueles em processo de regeneração natural até os que se encontram ocupando as porções mais altas da comunidade. Kozera *et al.* (2006) afirma que *P. lambertii* destacou-se no levantamento fitossociológico do componente arbóreo de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana em Curitiba, PR, tanto no grupo das espécies de maior porte como no das de menor porte, já que foi a espécie com maior número de indivíduos amostrados no levantamento total.

Baseado nas informações encontradas associadas com a ocorrência natural da espécie, afirma-se que *P. lambertii* é uma espécie que necessita de certos níveis de sombreamento, tais quais aqueles impostos por uma capoeirinha em formação. Porém, é uma espécie plástica que consegue adaptar-se a uma condição de maior irradiância, sendo, portanto, melhor classificada como uma espécie secundária. Logo, *P. lambertii* é uma espécie que demonstra apresentar uma capacidade de adaptação a diferentes condições lumínicas, podendo, desta forma, ser indicada para plantios de recuperação de áreas degradadas tanto a céu aberto quanto naqueles que visem o enriquecimento de capoeiras em estágios iniciais ou consorciada com outras espécies que não a submetam a condições excessivas de sombreamento.

## REFERÊNCIAS

- ALERIC, K. M.; KIRKMAN, L. K. Growth and Photosynthetic responses of the federally endangered shrub, *Lindera melissifolia* (Lauraceae), to varied light environments **American Journal of Botany**, St. Louis, v. 92, n. 4, p. 682-689, 2005.
- ASTHON, P. M. S.; BERLYN, G. P. Leaf adaptations of some *Shorea* species to sun and shade. **New Phytologist**, v. 121, p. 587-596, 1992.
- BACKES, A. **Contribuição ao conhecimento da Ecologia da Mata de Araucária**. Tese (Doutorado em Botânica) – Instituto de Biociências – Universidade Federal de São Paulo, São Paulo-SP, 1973.
- BOEGER, M. R. T; WISNIEWSKI, C. Comparação da morfologia foliar de espécies arbóreas de três estádios sucessionais distintos de Floresta Ombrófila Densa (Floresta Atlântica) no sul do Brasil. **Revista Brasil. Botânica**, v. 26, n. 1, p. 61-72, 2003.
- BORNMAN, J. F.; VOGELMANN, T. C. Effect of UV-B radiation on leaf optical properties measured with fiber optics. **Journal of Experimental Botany**, v. 42, p. 547-554, 1991.

- BUDOWSKI, G. N. Distribution of tropical American rain forest species in the light of sucesión processes. **Turrialba**, v. 15, p. 40-42, 1965.
- BUKOVAC, M. J.; PETRACEK, P. D.; FADER, R. G.; MORSE, R. D. Sorption of organic compounds by plant cuticles. **Weed Science.**, v. 38, n. 3, p. 289-298, 1990.
- CANCIAN, M. A. E.; CORDEIRO, L. Efeito do sombreamento no crescimento inicial de *Lonchocarpus muehlbergianus* Hassl. **Acta Botânica Brasílica**, v.12, p. 367-373, 1998.
- CARDOSO, G. L.; LOMÔNACO, C. Variações fenotípicas e potencial plástico de *Eugenia calycina* Cambess. (Myrtaceae) em uma área de transição cerrado-vereda. *Revista Brasil. Bot.*, v.26, n. 1, p.131-140, 2003.
- CARNEIRO, C.; PEGORINI, E. S.; ANDREOLLI, C. V. Introdução. In: ANDREOLLI, C. V.; CARNEIRO, C. (Eds.). **Gestão Integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados**. Curitiba: Gráfica Capital, p. 25-44, 2005.
- CARVALHO, P. E. **Espécies Arbóreas brasileiras**. Colombo, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. 640p., 2003.
- CASTRO, E. M.; PINTO, J. E. B. P.; MELO, H. C.; SOARES, A. M.; ALVARENGA, A. A.; LIMA JUNIOR, E. C. Aspectos anatômicos e fisiológicos de plantas de guaco submetidas a diferentes fotoperíodos. **Hortic. Brás.**, v. 23, n. 3, jul-set 2005.
- CASTRO, A. H. F.; ALVARENGA, A. S. Influência do fotoperíodo no crescimento inicial de plantas de confrei (*Symphytum officinale* L.). **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v.26, n.1, p.77-89, jan/fev., 2002.
- CEN, Y.; BORNMAN, J. F. The effect of exposure to enhanced UV-B radiation on the penetration of monochromatic and polychromatic UV-B radiation in leaves of *Brassica napus*. **Physiologia Plantarum**, v. 87, p. 249-255, 1993.
- CORRÊA, I. J. **Plasticidade fenotípica em indivíduos jovens de *Aloysia virgata* (Ruiz et Pav.) A. L. Juss – Verbenaceae**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de São Carlos, UFSCar, 2004.
- COSTA, L. C. B.; CASTRO, E. M.; PINTO, J. E. B. P.; ALVES, E.; BERTOLUCCI, S. K. V.; ROSAL, L. F.; MOREIRA, C. M. Aspectos da anatomia foliar de *Ocimum selloi* Benth. (Lamiaceae) em diferentes condições de qualidade de luz. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 6-8, 2007.
- CURCIO, G.R.; SOUSA, L.P.; BONNET, A.; BARDDAL, M.L. Recomendação de Espécies Arbóreas Nativas, por tipo de Solo, para Recuperação Ambiental das Margens do Rio Iraí, Pinhais, PR. **Revista Floresta**, v. 37, n. 1, p. 113-122, 2007.

- DEMUNER, V. G.; HEBLING, S. A.; DAGUSTINHO, D. M. Efeito do sombreamento no crescimento inicial de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms. **Bol. Mus. Biol. Mello Leitão**, v. 17, p. 45-55. 2004.
- DENSLOW, J. S. Gap partitioning among tropical rain forest trees. **Biotropica**, v. 12, p. 47-55, 1980.
- DICKSON, W.C. **Integrative plant anatomy**. Horcand academy Press, San Diego. 2000.
- DUZ, S. R.; SIMINSKI, A.; SANTOS, M.; PAULILO, M. T. Crescimento inicial de três espécies arbóreas da Floresta Atlântica em resposta à variação na quantidade de luz. **Revista Brasil. Bot.**, v. 27, n. 3, p. 587-596, 2004.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 412 p. 1999.
- ESAU, K. **Anatomia das plantas com sementes**. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 293 p., 1990.
- FRANCO, A. M. S.; DILLENBURG, L. R. Ajustes morfológicos e fisiológicos em plantas jovens de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze em resposta ao sombreamento. **Hoehnea**, v. 34, n. 2, p. 135-144, 2007.
- FERNANDEZ, F. Efeitos da fragmentação de ecossistemas: a situação das unidades de conservação. Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação. **Anais...** v. 1, Curitiba, p 48-68. 1997.
- FISZON, J. T. *et al.* Intervenção antrópica. In: RAMBALDI, D. M.; OLIVEIRA, D. A.S. (org.). **Fragmentação de ecossistemas: Causas efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas**. Brasília: MMA/SBF, 2003.
- GATES, D. M. **Biophysical Ecology**. Springer-Verlag, New York, Heidelberg, Berlin, 1980.
- GIVNISH, T. J. Adaptation to sun and shade: a whole-plant perspective. **Aust. J. Plant Physiol.**, v. 15, p. 63-92, 1988.
- GREGORIOU, K.; PONTIKIS, K.; VEMMOS, S. Effects of reduced irradiance on leaf morphology, photosynthetic capacity, and fruit yield in olive (*Olea europaea* L.). **Photosynthetica**, v. 45, n. 2, p. 172-181, 2007.
- GRIME, J. P.; MACKEY, J. M. L. The role of plasticity in resource capture by plants. **Evolutionary Ecology**, v. 16, p. 299-307. 2002.
- HARTSHORNE, G. S. Application of gap theory to tropical forest management natural regeneration on strip clear-cuts in the peruvian amazon. **Ecology**, v. 70, n. 3, p. 567-569, 1980.

- ILLENSEER, R.; PAULILO, M. T. S. Crescimento e eficiência na utilização de nutrientes em plantas jovens de *Euterpe edulis* Mart. Sob dois níveis de irradiância, nitrogênio e fósforo. **Acta bot. Bras.**, v. 16, n. 4, p. 385-394, 2002.
- IMAGUIRE, N. Contribuição ao estudo florístico e ecológico da Fazenda Experimental do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. 4 - Constituição das formações em comunidades estágio e suas evoluções. **Revista do Setor de Ciências Agrárias**, v.7, p. 11-26, 1985.
- INOUE, M. T.; TORRES, D. V. Comportamento do crescimento de mudas de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. em dependência da intensidade luminosa. **Revista Floresta**, v.11, p. 7-11, 1980.
- INOUE, M. T.; RODERJAN, C. V.; KUNIYOSHI, Y. S. **Projeto Madeira do Paraná**. Curitiba, Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 260p., 1984.
- JARDIM, F. C. S.; SERRÃO, D. R.; NEMER, T. C. Efeito de diferentes tamanhos de clareiras, sobre o crescimento e a mortalidade de espécies arbóreas, em Moju-PA. **Acta Amazônica**, v. 37, n. 1, p. 37-48, 2007.
- JOHANSEN, D. A. **Plant Microtechnique**. McGraw Hill Book, New York, 1940.
- KAGEYAMA, P.; GANDARA, F. B. Recuperação de Áreas Ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Eds.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo-FAPESP. p.249-270, 2004.
- KAGEYAMA, P.; CASTRO, C. F. A. Sucessão, estrutura genética e plantações de espécies arbóreas nativas. **IPEF**, n. 41/42, p. 83-93, 1989.
- KAGEYAMA, P.Y.; GANDARA, F.B. Restauração e conservação de ecossistemas tropicais. In: CULLEN JR., L.; VALADARES-PÁDUA, C. & RUDRAN, R. (Orgs.). **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. Curitiba: Ed. da Universidade Federal do Paraná, p. 383-394. 1997.
- KLEIN, R. M.; HATSCHBACH, G. Fitofisionomia e notas sobre a vegetação para acompanhar a planta fitogeográfica do município de Curitiba e arredores (Paraná). **Boletim da Universidade do Paraná**, v. 4, 30 p., 1962.
- KLICH, M.G. Leaf Variations in *Elaeagnus angustifolia* related to environmental heterogeneity. **Environmental and Experimental Botany**, v. 44, p. 171-183, 2000.
- KOZERA, K.; DITTRICH, V. A. O.; SILVA, S. M. Fitossociologia do componente arbóreo de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana, Curitiba, PR, BR. **Floresta**, Curitiba, v. 36, n. 2, p. 225-237, 2006.

- LAMBERS, H.; CHAPIN III, F. S.; PONS, T. L. **Plant Physiological Ecology**. New York, Springer-Verlag. 1998.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos, RiMa, 531p, 2000.
- LEE, D. W; OBERBAUER, S. F.; JOHNSON, P.; KRISHNAPILAY, B.; MANSOR, M.; MOHAMAD, H.; YAP, S. K. Effects of irradiance and spectral quality on leaf structure and function in seedlings of two southeast Asian *Hopea* (Dipterocarpaceae) species. **American Journal of Botany**, St Louis, v. 87, n. 4, p. 447-455, 2000.
- LEWIS, M. G. The physiological significance of variation in leaf structure. **Science Progress**, v. 60, p. 25-51, 1972.
- LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B. Hidrologia de Matas Ciliares. In: RODRIGUES, R.R. & LEITÃO FILHO, H. F. (Eds.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo-FAPESP. p. 33-44, 2004.
- LOCOSSELLI, G. M.; CECCANTINI, G. C. T. Análise das folhas de sol e de sombra de um indivíduo de *Podocarpus lambertii* Klotzsch ex Endl. **Anais do 57º Congresso Nacional de Botânica**, Gramado-RS, 2006.
- LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 352p.,1992.
- MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. 2.ed. Curitiba: Ed. Olympio, 450p., 1981.
- MACEDO, A. C.; KAGEYAMA, P. Y.; COSTA, L. G. S. **Revegetação: matas ciliares e de proteção ambiental**. São Paulo: Fundação Florestal, 1993.
- MAIXNER, A. E., FERREIRA, L.A.B. Contribuição ao estudo das essências florestais e frutíferas no estado do Rio Grande do Sul. **Trigo e Soja**, Porto Alegre, n.18, p.2, 1976.
- MARANHO, L. T. **Efeitos da poluição por petróleo na estrutura da folha e do lenho de *Podocarpus lambertii* Klotzsch ex Endl. (Podocarpaceae)**. Tese (Doutorado-Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 201p., 2004.
- MARTINS, S.S. **Recomposição de Matas Ciliares no Estado do Paraná**. 2 ed. Maringá, Clichetec, 32p., 2005.
- MARTINS, S. S., **Recuperação de Ambientes Ciliares – Floresta Estacional Semidecidual**; Maringá: Clichetec, 2004.
- MENDES, M. M.; GAZARINI, L. C.; RODRIGUES, M. L. Acclimation of *Myrtus communis* to contrasting Mediterranean light environments – effects on structure and chemical composition of foliage and plant water relations. **Environmental and Experimental botany**, v. 45, p. 165 –178, 2001.



- MILANEZE-GUTIERRE, M.A.; MELLO, J.C.P. & DELAPORTE, R.H. Efeito da intensidade luminosa sobre a morfo-anatomia foliar de *Bouchea fluminensis* (Vell.) Mold. (Verbenaceae) e sua importância no controle da qualidade da droga vegetal. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 13, n. 1, p. 23-33, 2003.
- MORAIS, H.; MEDRI, M. E.; MARUR, C. J.; CARAMORI, P. H.; RIBEIRO, A. M. A.; GOMES, J.C. Modifications on leaf anatomy of *Coffea arabica* caused by shade of Pigeonpea (*Cajanus cajan*). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 47, p. 863-871, 2004.
- NERY, F. C.; ALVARENGA, A. A.; JUSTO, C. F.; CASTRO, E. M.; SOUZA, G. S.; ALVES, E. Aspectos anatômicos de folhas de plantas jovens de *Calophyllum brasiliense* Cambess. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Revista brasileira de Biociências**, Porto Alegre, 5 (2): 129-131, jul 2007.
- NIINEMETS, U. & FLECK, S. Petiole mechanics, leaf inclination, morphology, and investment in support in relation to light availability in the canopy of *Liriodendron tulipifera*. **Oecologia**, v. 132, p. 21-33, 2002.
- NOGUEIRA, A.C. Coleta, manejo, armazenamento e dormência de sementes. In: GALVÃO, A.P.M & MEDEIRSO, A.C.S (Eds.). **Restauração da Mata Atlântica em áreas de sua primitiva Ocorrência Natural**. Colombo: Embrapa Florestas, p. 45-52, 2002.
- REITZ, R; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Projeto madeira do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura e Abastecimento, 525 p., 1988.
- ROÇAS, G., BARROS, C. F.; SCARANO, F. R. Leaf anatomy plasticity of *Alchornea triplinervia* (Euphorbiaceae) under distinct light regimes in a Brazilian montane Atlantic rain forest. **Trees**, v. 11, p. 469-473, 1997.
- RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACK, G. As unidades fitogeográficas do Estado do Paraná. **Ciência e Ambiente**, Santa Maria, v. 24, p. 75-92, jan./jun, 2002.
- SILVA, A. F.; OLIVEIRA, R. V. SANTOS, N. R. L.; PAULA, A. Composição florística e grupos ecológicos das espécies de um trecho de Floresta Semidecídua Submontana da Fazenda São Geraldo, Viçosa-MG. Sociedade de investigações Florestais. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.27, n.3, p.311-319, 2003.
- SMITH, W. K.; VOGELMANN, T. C.; DELUCIA, E. H.; BELL, D. T.; SHEPHERD, K. A. Leaf form and photosynthesis: Do leaf structure and orientation interact to regulate internal light and carbon dioxide? **Bioscience**, Washington, v. 47 (11), p. 785-793. 1997.

- STEINGRAEBER, D. A. Phenotypic plasticity of branching pattern in sugar maple (*Acer saccharum*). **American Journal of Botany**, v. 69, p. 638-640, 1982.
- SWAINE, M. D.; WHITMORE, T. C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. **Vegetatio**, 75:81-86. 1988.
- VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da Vegetação Brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro, IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 124p. 1991.
- VOGELMANN, T. C.; NISHIO, J. N.; SMITH, W. K. Leaves and light capture: light propagation and gradients of carbon fixation within leaves. **Trends in Plant Science**, v. 1, n. 2, p. 65-70. 1996.
- WITKOWSKI, E. T. F.; LAMONT, B. B. Leaf specific mass confounds leaf density and thickness. **Oecologia**, v. 88, p. 486-493, 1991.
- WOODWARD, F. I.; LAKE, J. A.; QUICK, W. P. Stomatal development and CO<sub>2</sub>: ecological consequences. **New Phytologist**, v. 153, p. 477-484, 2002.

## TABELAS

**Tabela 1:** Valores médios, respectivos desvios padrão (entre parênteses) e coeficientes de variação (cv%) das características morfológicas (n=90) para folhas de *P. lambertii* nos diferentes tratamentos. Letras diferentes para mesma variável representam diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos testados (Teste t, p<0,05).

	ÁREA ABERTA	CV (%)	CAPOEIRA	CV (%)
Área Foliar (cm <sup>2</sup> )	1,47 (± 0,43) b	29,10	1,70 (± 0,37) a	21,95
Peso Seco (g)	0,03 (± 0,01) a	34,70	0,03 (± 0,01) a	27,31
AEF (cm <sup>2</sup> .g <sup>-1</sup> )	58,54 (± 33,15) a	56,62	59,57 (± 27,03) a	45,37
Densidade Estomática (N°/mm <sup>2</sup> )	218,18 (± 50,63) a	23,20	173,48 (± 40,52) b	23,36

**Tabela 2:** Valores médios e respectivos desvios padrão (entre parênteses) e coeficientes de variação (cv%) das características anatômicas para folhas de *P. lambertii* nos diferentes tratamentos. Espessuras foliares, n=60. Letras diferentes para mesma variável representam diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos testados (Teste t, p<0,05).

	ÁREA ABERTA	CV (%)	CAPOEIRA	CV (%)
Cutícula (µm)	5,63 (± 1,31) a	23,30	4,96 (± 1,47) b	29,70
Epiderme Adaxial (µm)	9,72 (± 1,10) a	11,31	9,48 (± 1,28) a	13,47
Hipoderme (µm)	14,68 (± 2,11) a	14,37	14,52 (± 2,22) a	15,30
Parênquima Paliçádico (µm)	130,54 (± 28,49) a	21,82	105,91 (± 21,69) b	20,48
Parênquima de Transfusão (µm)	162,40 (± 34,36) a	21,16	158,71 (± 35,19) a	22,17
Parênquima Lacunoso (µm)	95,95 (± 27,45) a	28,60	86,95 (± 20,07) b	23,09
Hipoderme (µm)	12,46 (± 4,41) a	35,42	12,77 (± 4,31) a	33,78
Epiderme Abaxial (µm)	14,12 (± 2,31) a	16,38	13,92 (± 2,39) a	17,19
Espessura total (µm)	445,50 (± 53,66) a	12,05	407,14 (± 51,59) b	12,67

**Tabela 3:** Valores médios, respectivos desvios padrão (entre parênteses) e coeficientes de variação (CV%) da altura (cm) de *P. lambertii* nos diferentes tratamentos aos 6, 12 e 18 meses. Letras diferentes para mesma variável representam diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos testados (Teste t, p<0,05).

	ÁREA ABERTA	CV (%)	CAPOEIRA	CV (%)
6 meses	14,07 (± 3,33) a	23,64	13,22 (± 4,36) a	33
12 meses	21,42 (± 7,53) a	35,17	18,14 (± 5,99) b	33,04
18 meses	38,55 (± 18,62) a	40,80	29,86 (± 11,02) b	36,90

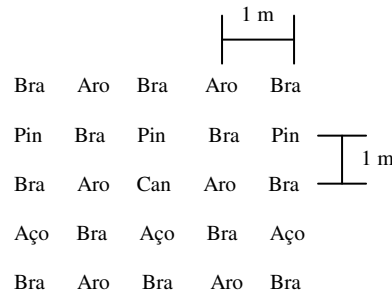
**Tabela 4:** Valores médios, respectivos desvios padrão (entre parênteses) e coeficientes de variação (CV%) do diâmetro (mm) de *P. lambertii* nos diferentes tratamentos aos 6, 12 e 18 meses. Letras diferentes para mesma variável representam diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos testados (Teste t, p<0,05).

	ÁREA ABERTA	CV (%)	CAPOEIRA	CV (%)
6 meses	3,21 (± 0,83) a	25,80	3,13 (± 0,74) a	23,71
12 meses	4,78 (± 1,21) a	25,23	4,43 (± 1,78) b	40,30
18 meses	7,55 (± 2,65) a	35,08	5,94 (± 2,30) b	38,66

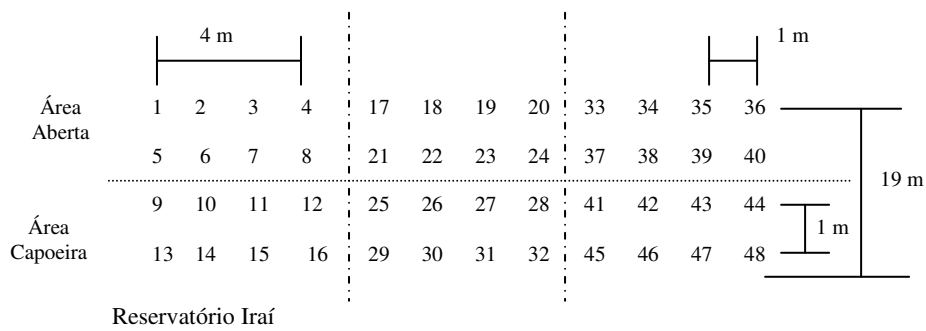
**Tabela 5:** Taxa de sobrevivência (%) de *P. lambertii* nos diferentes tratamentos aos 6, 12 e 18 meses.

	ÁREA ABERTA	CAPOEIRA
6 meses	71	89,19
12 meses	64,71	70,27
18 meses	58,42	52,05

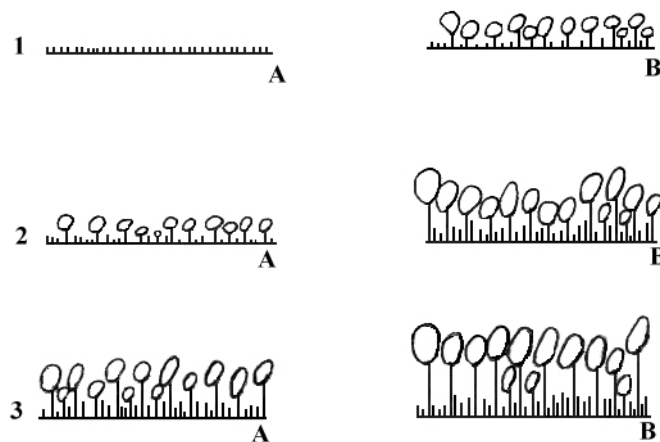
FIGURAS



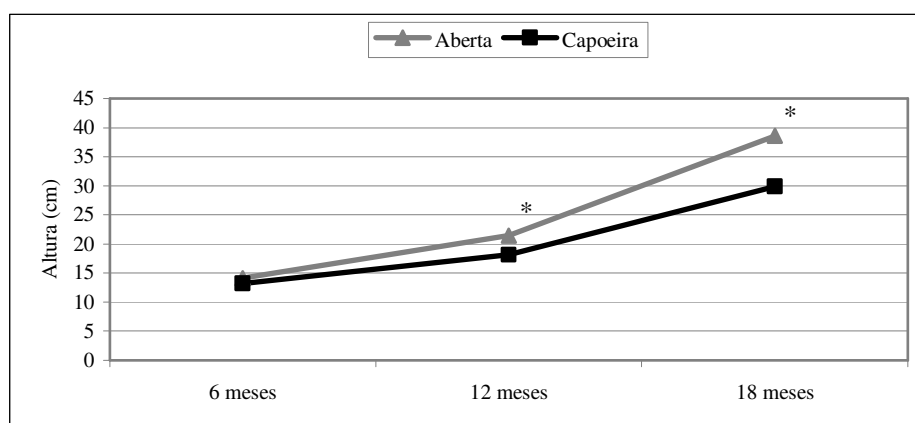
**Figura 1.** Modelo de distribuição das espécies (Sub-Parcela). (Bra, *M. scabrella*; Aro, *S. terebinthifolius*; Pin, *P. lambertii*; Aço, *L. divaricata*; Can, *E. montevidensis*).



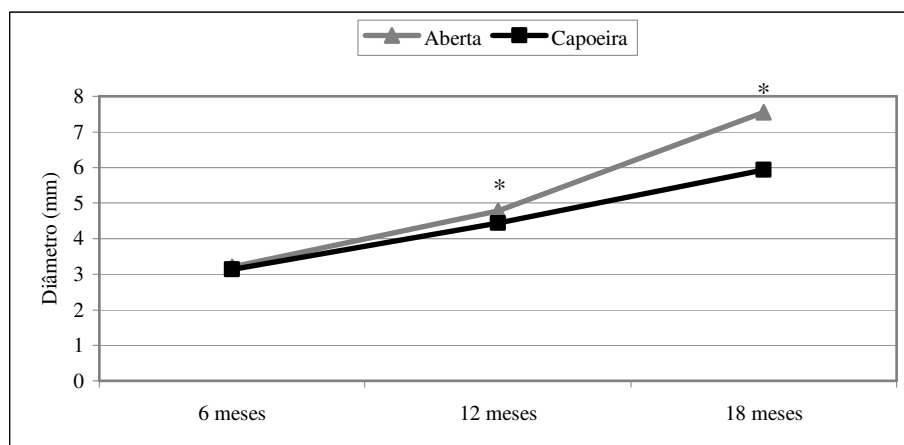
**Figura 2.** Modelo de disposição das parcelas. Os números correspondem as parcelas, que são formadas pelas espécies já mostradas na figura 1.



**Figura 3:** Perfil da evolução das duas áreas com diferentes graus de sucessão – Reservatório Iraí-PR. (A, área aberta; B, capoeira; 1, momento da implantação do experimento; 2, áreas com 9 meses; 3, áreas com 18 meses).



**Figura 4:** Altura de *P. lambertii* na área aberta e capoeira no Reservatório do Iraí-PR, ao longo de 18 meses após o plantio. O asterisco indica diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos testados ( $p < 0,05$ ).



**Figura 5:** Diâmetro de *P. lambertii* na área aberta e capoeira no Reservatório do Iraí-PR, ao longo de dois anos após o plantio. O asterisco indica diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos testados ( $p < 0,05$ ).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estudar o comportamento de espécies florestais nativas é algo cada vez mais urgente, pois só assim conseguiremos entender a dinâmica de formações florestais e, conseqüentemente, permitir a sua preservação.

Já há um bom tempo vivemos uma fase de grande degradação florestal, porém os remanescentes que ainda restam são de extrema valia, pois qualquer programa de recuperação deve primar por tentar fazer com que áreas degradadas voltem o mais próximo possível ao seu estado original.

Por isso, esse estudo permitiu afirmar que o entendimento sobre espécies florestais nativas, entre elas, *Schinus terebinthifolius*, *Mimosa scabrella*, *Podocarpus lambertii* e *Luehea divaricata* muitas vezes está em simplesmente prestar atenção e observar o seu comportamento e sua ocorrência natural.

*S. terebinthifolius* demonstrou ser a espécie com maior plasticidade, adaptando-se facilmente a áreas com diferentes intensidades luminosas disponíveis.

*P. lambertii* também apresentou bons índices de sobrevivência e crescimento em ambas as áreas, porém preferindo certos níveis maiores de sombreamento, tais quais aqueles impostos por uma capoeira em formação.

*L. divaricata* desde o início do experimento apresentou desenvolvimento melhor dentro da capoeira e, portanto, deve ser priorizada em plantios que ofereçam uma condição de sombreamento maior.

*M. scabrella* apresentou índices de mortalidade extremamente altos, porém essa é uma característica intrínseca da espécie e, portanto, só deve ser recomendada em plantios em altas densidades.

Trabalhos científicos requerem uma sistematização, e, quando realizados em campo, podem, se não bem organizados e planejados, envolver diversos tipos de problemas oriundos do próprio ambiente. Entre os problemas encontrados destaca-se o elevado número de mudas usado no experimento, e como o objetivo do projeto foi revegetar a área, a regeneração espontânea desenvolveu-se de maneira intensa, dificultando muito que essas mudas fossem encontradas para serem avaliadas. Portanto, recomenda-se que trabalhos desse tipo devam ser feitos com uma ampla demarcação da área e que esta não sofra nenhum tipo de influência externa, a ponto de desfazer as marcações. Outro problema verificado foi com relação às análises morfo-anatômicas, que em algumas espécies demonstrou-se ser uma tarefa quase que impossível. No caso da bracatinga, por apresentar uma folha composta, com folíolos

pequenos, não foi possível a verificação da densidade estomática, e para estudar a área foliar foi necessário separar folíolo por folíolo, já que estes fecharam-se uns sobre os outros assim que a folha foi coletada da árvore. A folha de *L. divaricata* é tão sensível que nenhuma das técnicas utilizadas para os cortes histológicos foi eficiente, portanto, ficando esta parte fora do trabalho.

Mas, apesar disso, estudos dessa natureza devem ser cada vez mais freqüentes, em vista da sua importância, tanto na preservação de formações florestais, quanto para o uso em projetos que visem a recuperação de áreas degradadas e sua utilização comercial.

Para que o sucesso de projetos de recuperação seja cada vez mais freqüente, recomenda-se que o monitoramento das áreas experimentais deva prosseguir checando os rumos não só do comportamento das espécies, mas também da sucessão ao longo do tempo. Outros trabalhos são necessários para que se seja feito um refinamento desses dados e como cada local apresenta suas peculiaridades seria interessante executar investigações sobre essas e outras espécies em sítios distintos. A partir de trabalhos com esse enfoque, espera-se que uma base de dados seja formada, a qual deverá ser de grande utilidade para futuros empreendimentos de caráter comercial e/ou ambiental.

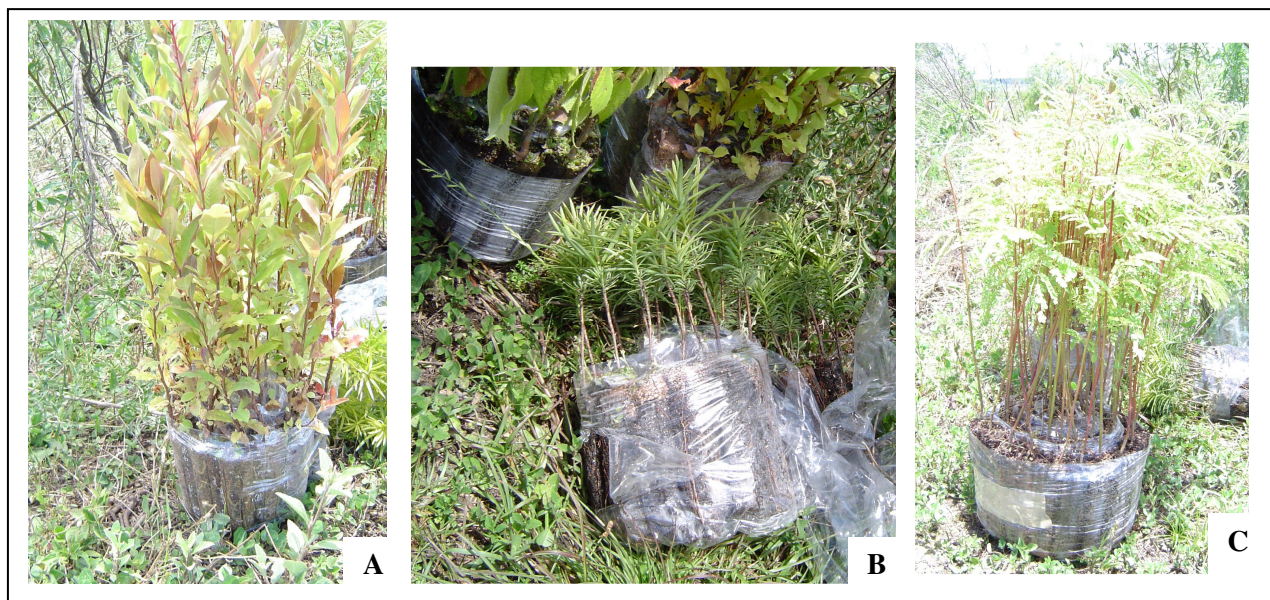
E vale ressaltar também que as essências nativas existem em grande número e, conseqüentemente, podem ter uma gama enorme de uso, como madeira, fibras, óleos, bem como participar da composição de novos sistemas de produção, como sistemas agrossilviculturais. Porém o que se verifica hoje é que estas são subutilizadas, ou por falta de tradição, barreiras legais ou a tradição no uso de exóticas. Considerando toda essa potencialidade e variabilidade de paisagens num país como o Brasil, o desenvolvimento de protocolos de estudo, a formação de recursos humanos e disseminação dessas práticas são desejáveis para a promoção, junto a outros valores, da qualidade de vida.

# **ANEXOS**

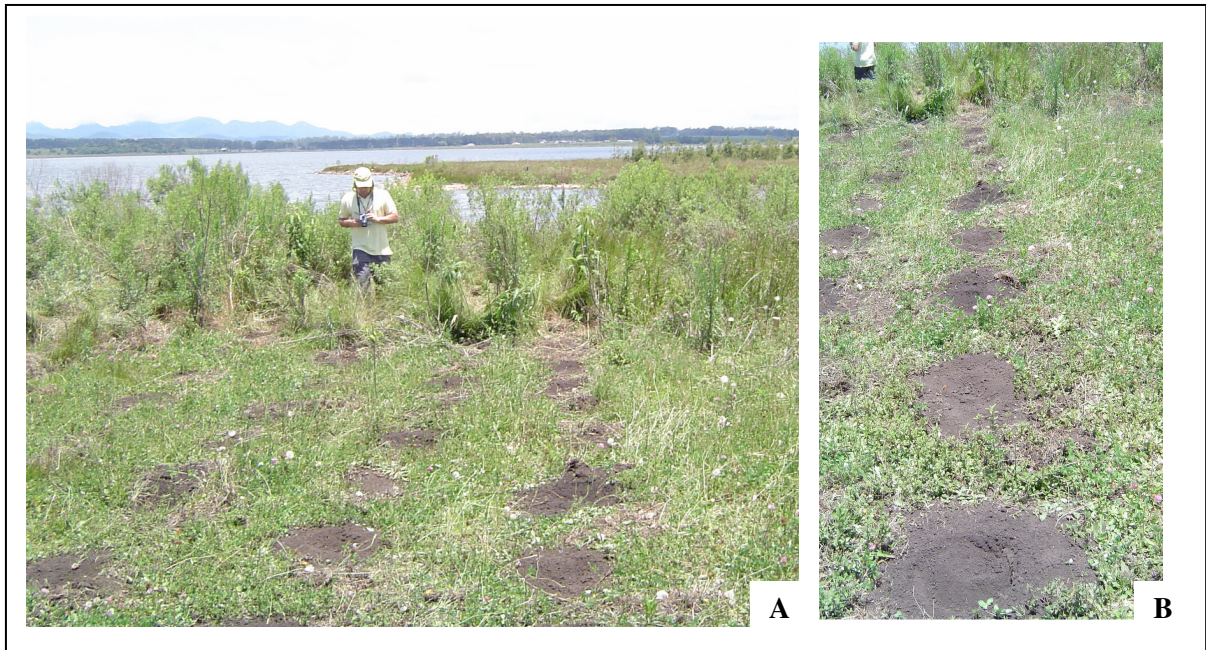




**Figura 01:** Local de implantação do experimento, mostrando as duas áreas com diferentes graus de sucessão (A, área aberta; B, área de capoeira; C, Reservatório do Iraí)



**Figura 2:** Mudas utilizadas no plantio às margens do Reservatório do Iraí-PR. (A, Canudo-de-pito; B, Pinheiro-brabo; C, Bracatinga).



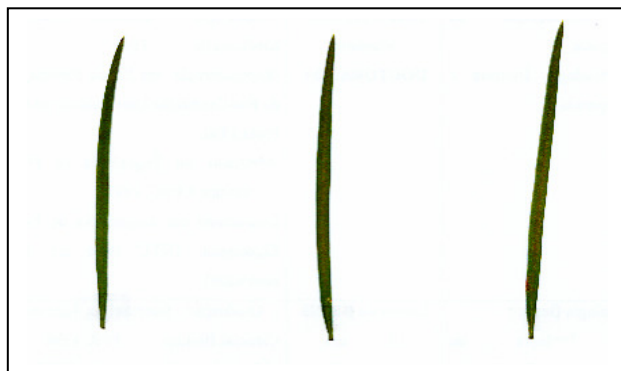
**Figura 3:** Implantação do experimento – plantio as margens do Reservatório do Iraí – PR (A, vista da área aberta e área de capoeira; B, detalhe das covas).



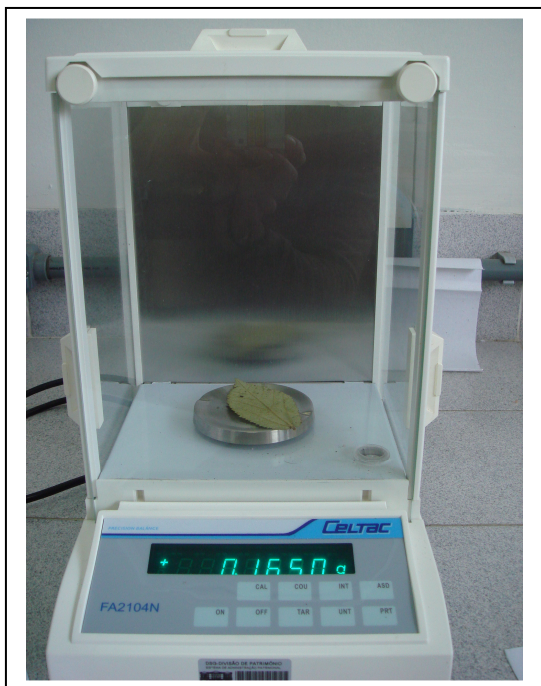
**Figura 4:** Folhas de *Schinus terebinthifolius* prensadas e secas usadas para calcular o peso seco e a área foliar.



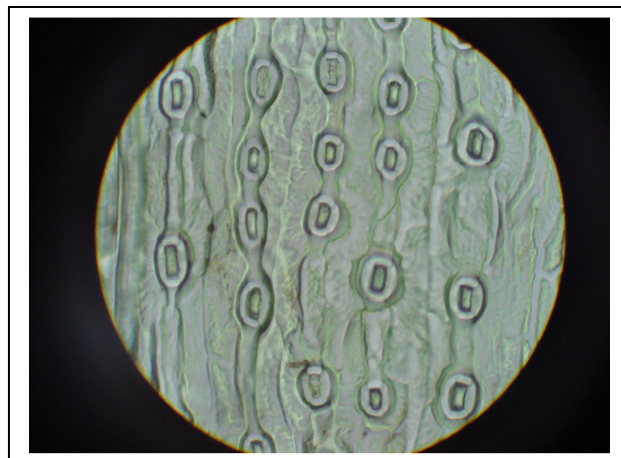
**Figura 5:** Folhas de *Mimosa scabrella* prensadas e secas usadas para calcular o peso seco e a área foliar.



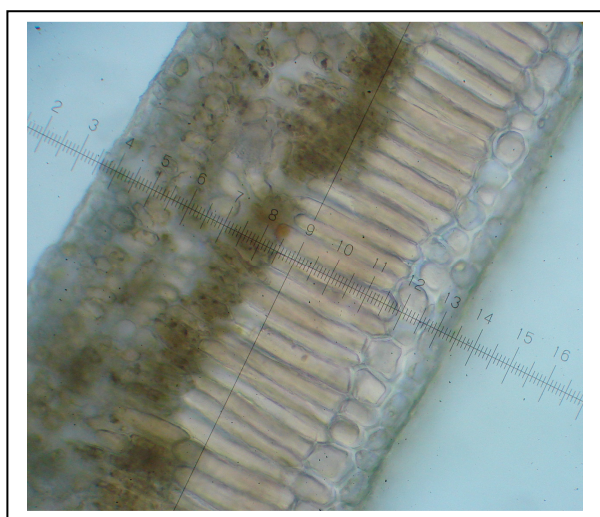
**Figura 6:** Folhas de *Podocarpus lambertii* prensadas e secas usadas para calcular o peso seco e a área foliar.



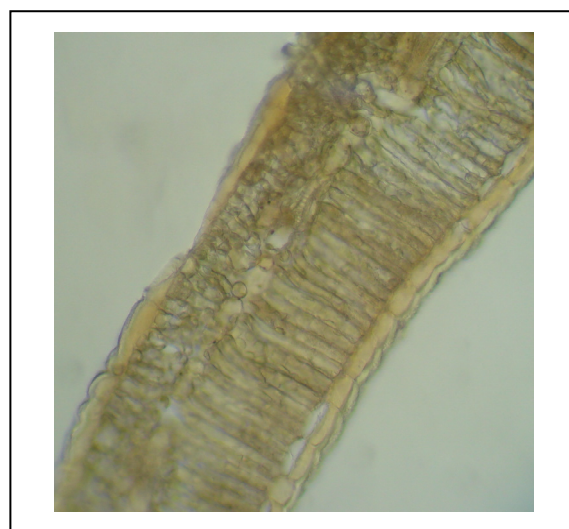
**Figura 7:** Balança de precisão utilizada para medir o peso seco das folhas das quatro espécies.



**Figura 8:** Estômatos de *Podocarpus lambertii*.



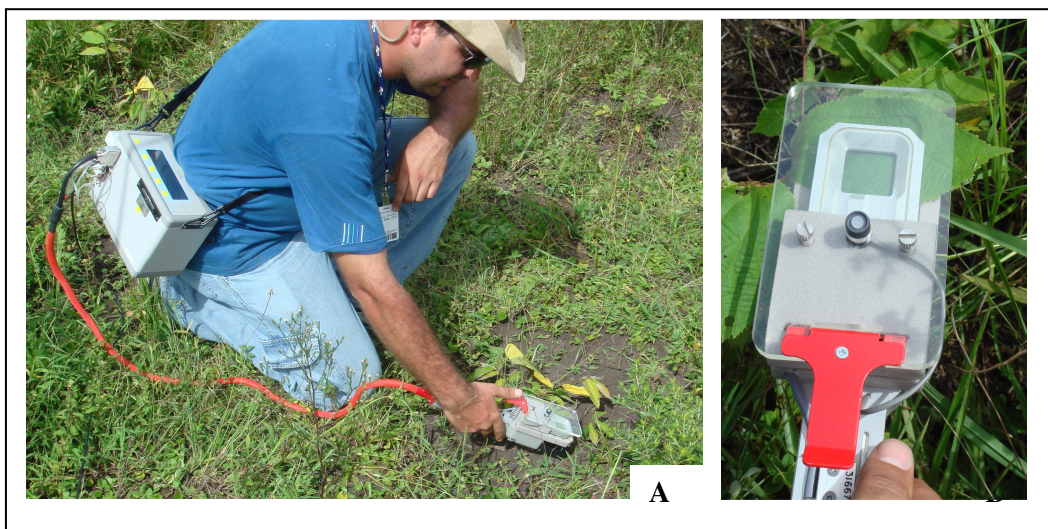
**Figura 9:** Corte transversal da folha de *Schinus terebinthifolius* mostrando seus tecidos.



**Figura 10:** Corte transversal da folha de *Mimosa scabrella* mostrando seus tecidos.



**Figura 11:** Corte transversal da folha de *Podocarpus lambertii* mostrando seus tecidos.



**Figura 12:** Medições das trocas gasosas com o aparelho Portable Photosynthesis System, modelo LC pró+, Dynamax, USA (A, vista geral; B, vista detalhada).