



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Florestas  
Ministério da Agricultura e do Abastecimento

ISSN 1980-041X

Dezembro, 2006

# *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento* 30

Avaliação do Crescimento de  
Espécies Arbóreas Nativas em  
Solo Reconstituído e  
Compactado: Rodovia BR-277,  
Porto Amazonas, PR

Leticia Penno de Sousa  
Gustavo Ribas Curcio  
Renato Antonio Dedecek  
Ivar Wendling  
Osmir José Lavoranti

Colombo, PR  
2006

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Florestas**

Estrada da Ribeira, Km 111, CP 319

83411 000 - Colombo, PR - Brasil

Fone/Fax: (41) 3675 5600

Home page: [www.cnpf.embrapa.br](http://www.cnpf.embrapa.br)

E-mail: [sac@cnpf.embrapa.br](mailto:sac@cnpf.embrapa.br)

Para reclamações e sugestões:

[www.embrapa.br/ouvidoria](http://www.embrapa.br/ouvidoria)

**Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente: Luiz Roberto Graça

Secretária-Executivo: Elisabete Marques Oaida

Membros: Álvaro Figueiredo dos Santos, Edilson Batista de Oliveira,

Honorino Roque Rodigheri, Ivar Wendling, Maria Augusta Doetzer

Rosot, Patrícia Póvoa de Mattos, Sandra Bos Mikich, Sérgio Ahrens

Supervisor editorial: Luiz Roberto Graça

Revisor de texto: Mauro Marcelo Berté

Normalização bibliográfica: Elizabeth Câmara Trevisan

Lidia Woronkoff

Foto da capa: Mendonça Júnior

Editoração eletrônica: Mauro Marcelo Berté

**1ª edição**

1ª impressão (2006): sob demanda

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação - CIP

*Embrapa Florestas*

---

Avaliação do crescimento de espécies arbóreas nativas em solo reconstituído e compactado: Rodovia BR-277, Porto Amazonas, PR [recurso eletrônico] / Leticia Penno de Sousa... [et al.]. Dados eletrônicos - Colombo : Embrapa Florestas, 2006.

1 CD-ROM. - (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Florestas, ISSN 1980-041X ; 30)

1. Área degradada - Restauração. 2. Estrada de rodagem – Vegetação marginal. 3. Espécie nativa. I. Sousa, Leticia Penno de. II. Curcio, Gustavo Ribas. III. Dedecek, Renato Antonio. IV. Wendling, Ivar. V. Lavoranti, Osmir José. VI. Série.

CDD 333.75153 (21. ed.)

---

© Embrapa 2006

# Sumário

RESUMO .....	5
ABSTRACT .....	6
INTRODUÇÃO .....	7
MATERIAL E MÉTODOS .....	8
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	13
CONCLUSÕES .....	20
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	21
AGRADECIMENTOS .....	21
REFERÊNCIAS .....	22

# Avaliação do Crescimento de Espécies Arbóreas Nativas em Solo Reconstituído e Compactado: Rodovia BR-277, Porto Amazonas, PR

---

*Letícia Penno de Sousa*<sup>1</sup>

*Gustavo Ribas Curcio*<sup>2</sup>

*Renato Antonio Dedecek*<sup>3</sup>

*Ivar Wendling*<sup>4</sup>

*Osmir José Lavorant*<sup>5</sup>

## Resumo

As rodovias ocupam grandes áreas, muitas vezes, de forma mal planejada, acarretando em uma série de impactos ambientais, onde a vegetação e os solos são fortemente descaracterizados. A concessionária Caminhos do Paraná tem administrado as rodovias BR-277 e BR-373, situadas no sudeste do Estado no Paraná, e a fim de dirimir passivos ambientais causados pelas obras rodoviárias, a empresa buscou parceria com a *Embrapa Florestas* como forma de encontrar soluções ambientais para a recuperação das áreas degradadas. Nessa pesquisa, objetivou-se apresentar o diagnóstico da vegetação e dos solos da área a recuperar, bem como apresentar os resultados de sobrevivência geral e de crescimento de 12 espécies arbóreas nativas após 21 meses de plantio. A sobrevivência geral das espécies, foi de 66 %. Quanto à altura, as espécies que se destacaram em ordem decrescente, foram: *Mimosa scabrella*, *Schinus terebinthifolius*, *Anadenanthera colubrina* e *Gochnatia polymorpha*. Os menores

---

<sup>1</sup> Engenheira Florestal, Mestre, Pesquisadora da *Embrapa Florestas*; e-mail: leticia@cnpf.embrapa.br

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor, Pesquisador da *Embrapa Florestas*; e-mail: curcio@cnpf.embrapa.br

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor, Pesquisador da *Embrapa Florestas*; e-mail: dedecek@cnpf.embrapa.br

<sup>4</sup> Engenheiro Florestal, Doutor, Pesquisador da *Embrapa Florestas*; e-mail: ivar@cnpf.embrapa.br

<sup>5</sup> Estatístico, Doutor, Analista da *Embrapa Florestas*; e-mail: osmir@cnpf.embrapa.br

valores em altura deram-se para *Syagrus romanzoffiana*, *Campomanesia xanthocarpa*, *Eugenia pyriformis* e *Luehea divaricata*. Em relação ao diâmetro de colo, os melhores resultados deram-se para *M. scabrella*, *S. terebinthifolius* e *G. polymorpha*, sendo que os piores ocorreram para *E. pyriformis*, *C. xanthocarpa*, *L. divaricata* e *Eugenia uniflora*. O não cumprimento total de recomendações relativas ao dimensionamento das covas e aos tratamentos culturais prejudicou, expressivamente, o crescimento e a sobrevivência das mudas.

**Termos para Indexação:** recuperação de áreas degradadas; inversão de horizontes do solo; solo antrópico; margens de rodovias.

## **Growth evaluation of native tree species in restored and compacted soil: BR-277 highway, Porto Amazonas, State of Parana**

### **Abstract**

Highways are very important for most of the population, occupy great areas and many times are bad planned, which causes a series of environmental impacts, strongly degrading vegetation and soils. Caminhos do Paraná is the administrator of both highways – BR-277 and BR-373 – located at the Southeastern region of the State of Paraná - that, aiming to solve environmental liabilities caused by road work, contacted *Embrapa Florestas* to help to reclaim some degraded areas. The objective of this study was to survey areas of vegetation and soil to be reclaimed, and also to present results of general survival and of growth of 12 native tree species after twenty one months after planting. Survival percentage was of 66%. Considering tree height, the best species followed this decreasing order: *Mimosa scabrella*, *Schinus terebinthifolius*, *Anadenanthera colubrina* and *Gochnatia polymorpha*. With the lowest tree growth in height there were: *Syagrus romanzoffiana*, *Campomanesia xanthocarpa*, *Eugenia pyriformis* and *Luehea divaricata*. The greatest stem diameter was showed by the following species: *M. scabrella*, *S. terebinthifolius* and *G. polymorpha* and the poorest ones by *E. pyriformis*, *C. xanthocarpa*, *L. divaricata* and *Eugenia uniflora*. Many of the recommended management practices were not adopted, which was a factor that severely influences survival and growth of the species.

**Terms Index:** rehabilitation of degraded areas; highway borders; soil horizon switch; antropic soil; tree plantings, Brazil.

## Introdução

A forma de desenvolvimento das cidades e do meio rural, com a conseqüente demanda de implementação de benefícios econômicos e sociais para as populações, apresenta relação direta com a construção de rodovias, tanto para escoamento de produtos, como para acesso a serviços sociais e comerciais disponibilizados nessas cidades. Portanto, as rodovias são necessidade básica das populações e ao mesmo tempo ocupam grandes espaços, muitas vezes, de forma mal planejada, acarretando em impactos ambientais no que se refere à descaracterização de paisagens, à degradação de mananciais, da cobertura vegetal, da fauna e solos, além de ser fonte de poluição atmosférica e sonora (FRAGOMENI, 1999; BUBLITZ, 1999).

Para a construção das rodovias, a vegetação é normalmente eliminada durante os processos de corte e aterro de volumes de solo. Os aterros, quando dispostos em aclave, acarretam em processos erosivos significativos, contaminando e assoreando rios (JESUS, 1999). Nas laterais das estradas, ainda é comum verificar o soterramento do horizonte superficial dos solos, conferindo baixa resiliência ambiental, sobretudo quando esse é formado por materiais residuais da própria construção da estrada, ou mesmo quando são utilizados horizontes de subsuperfície dos solos. Cuidados a serem levados em conta em obras de acabamento e conformação final das áreas marginais de estradas são freqüentemente negligenciados por construtoras e pela fiscalização, o que deve ser amenizado através de uma inspeção rotineira da faixa de domínio das rodovias e pela aplicação de técnicas simples e de reduzidos custos, assim que os problemas surjam, permitindo um eficiente controle do impacto ambiental resultante da implantação de estradas (PUPPI & NASCIMENTO, 2005).

Desde 1989, no Estado do Paraná, a questão ambiental tem sido levada em conta na elaboração de projetos de obras rodoviárias (GÖETZKE & SCARAMENLLA, 1992), resultando em melhorias em vários aspectos. Nesse sentido, foram elaboradas as “Normas para o projeto das estradas de rodagem”, que prevêem no seu artigo 25, a arborização da faixa de domínio, conferindo funções de combate às erosões, de melhoria paisagística e de implementação de sinalização viva (LIMA & BANDÃO, 1999).

A concessão de rodovias à iniciativa privada foi implementada a partir da década de 90, com o intuito de amenizar a falta de recursos para sua manutenção,

inerente às administrações públicas. Uma das concessionárias de rodovias, a Caminhos do Paraná, tem administrado as rodovias BR-277 e BR-373 (Figura 1), situadas nos municípios paranaenses de Porto Amazonas, Palmeiras, Imbituva, Prudentópolis, Irati e Guarapuava, e diante da necessidade de dirimir passivos ambientais causados por suas obras e com a intenção de obter a certificação ambiental ISO 14.000, a empresa buscou parceria com a *Embrapa Florestas*. Assim, em 2002, foram estabelecidas ações conjuntas entre a Caminhos do Paraná e a *Embrapa Florestas*, com o objetivo de proceder plantios para recuperação ambiental e paisagismo ao longo de suas rodovias, por meio de espécies arbóreas nativas.

Esse trabalho visou realizar o diagnóstico, quanto aos solos e vegetação, de uma área degradada por inversão de horizontes e compactação do solo, situada na margem da rodovia BR-277, junto à praça de pedágio Porto Amazonas, no Município de Porto Amazonas, PR, bem como visou apresentar os resultados das avaliações de crescimento de 12 espécies arbóreas nativas, após 21 meses de plantio.

## Material e Métodos

### Caracterização da área

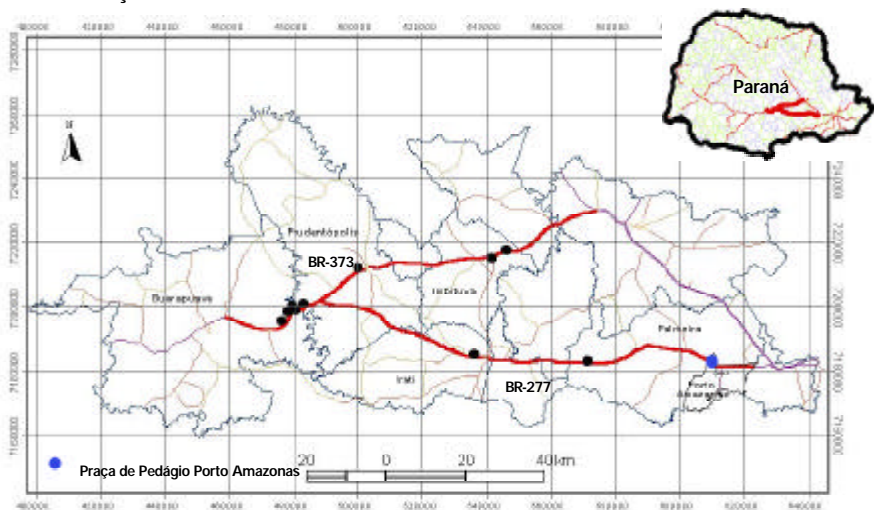


Figura 1. Localização da praça de pedágio Porto Amazonas, situada na BR-277, PR.

O diagnóstico de solos e vegetação, assim como as avaliações de crescimento das mudas, foi realizado no Setor B, da praça de pedágio de Porto Amazonas (Figura 2), localizado no Município de Porto Amazonas, no Segundo Planalto Paranaense, em latitude 25°28'03''S e longitude 49°54'12''W. O clima local é do tipo Cfb (Subtropical Úmido Mesotérmico, segundo Köppen). Está inserida na Região Fitoecológica da Floresta Ombrófila Mista Montana, situada sobre saprolito de rocha arenítica do Grupo Itararé, período Carbonífero.

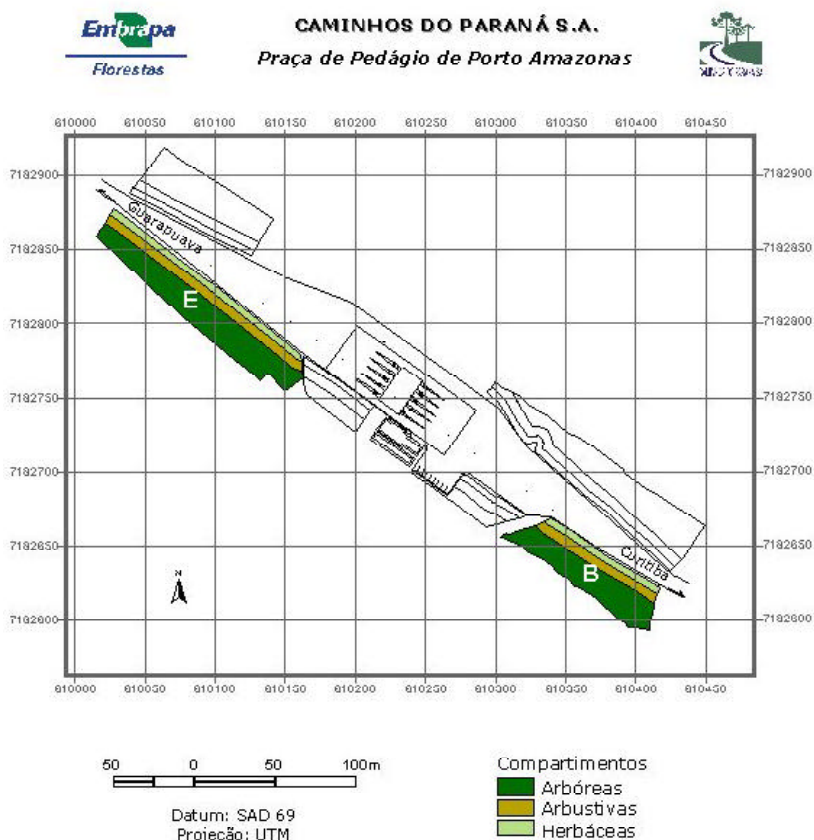


Figura 2. Localização do Setor B na praça de pedágio de Porto Amazonas.



### **Diagnóstico do solo e/ou volume de reconstituição e da cobertura vegetal**

Como forma de planejar a recomposição da vegetação, realizou-se um diagnóstico para caracterizar o grau de degradação da área devido às obras de construção da rodovia, fazendo-se o levantamento dos volumes e/ou solos a serem recuperados e de seus atributos. Os levantamentos foram efetuados em observações essencialmente morfológicas, onde os solos, quando existentes, foram classificados de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA SOLOS, 1999).

Foi também caracterizada a cobertura vegetal existente no local de plantio, tanto de espécies nativas como exóticas.

### **Seleção e distribuição das espécies no plantio**

A seleção das espécies determinadas para o plantio foi feita com base no levantamento florístico realizado concomitantemente ao levantamento pedológico. Foram identificadas espécies potenciais para a recuperação, dentre elas, as que já ocupavam as áreas degradadas, sendo, portanto, mais adaptadas às condições de alteração do solo, bem como àquelas presentes em fragmentos florestais, localizadas proximamente aos locais do trecho a ser recuperado. A escolha das espécies arbóreas baseou-se ainda em outros critérios, sendo eles: adaptação ao grau de saturação hídrica do solo (CURCIO, 2006); diversidade florística; oferta de alimento para a fauna; cobertura rápida do solo (pioneiras e secundárias iniciais); facilidade para obtenção de sementes e formação de mudas. A seleção foi fundamentada também em informações técnicas de pesquisas desenvolvidas pela *Embrapa Florestas* e literaturas especializadas (CARVALHO, 1994; LORENZI, 1992; LORENZI, 1998).

### **Coleta de sementes e produção de mudas**

A coleta de sementes e a produção de mudas foram realizadas pela *Embrapa Florestas*, sendo que para a primeira atividade, coletaram-se sementes de pelo menos 12 árvores-matrizes por espécie [NOGUEIRA & MEDEIROS, 2007?], próximas aos locais de plantio.

As mudas foram produzidas em tubetes cônicos de 110 cm<sup>3</sup>, preenchidos pela mistura de substrato comercial Plantmax (80 %), casca de arroz carbonizada

(10 %) e terra de subsolo (10 %). No momento do plantio, as mudas apresentaram-se com 25 cm a 30 cm de altura, com exceção do jerivá, que variou entre 10 cm e 15 cm.

### **Realização dos plantios**

Os plantios foram realizados em fevereiro de 2004. A localização dos plantios, conforme recomendação da legislação rodoviária (GÖETZKE, 2000), limitou-se a uma distância mínima de 10 metros considerados a partir do acostamento da rodovia.

Como tratos culturais, foram indicados o combate inicial a formigas, irrigação durante o primeiro mês (em caso de ausência de chuvas) e duas roçadas após plantio, além da retirada dos pinus (Figura 3). Foram aplicados nas covas 2 litros de esterco bovino curtido, 250 gramas de farinha de osso, 400 gramas de adubo NPK 4-14-8 e recobrimento da cova com horizonte A de solo.

As 12 espécies arbóreas nativas (Tabela 1) foram plantadas em espaçamento 2 m x 2 m, com covas de dimensões de 40 cm de diâmetro por 40 cm de altura, a despeito da indicação de 80 cm por 80 cm. A área de plantio foi de 1.610,70 m<sup>2</sup>, totalizando 312 mudas.

### **Avaliação do crescimento**

Para a avaliação do crescimento, foram escolhidas 12 das 17 espécies existentes no plantio, baseando-se naquelas que apresentaram um número mínimo de cinco indivíduos sobreviventes.

A avaliação foi realizada de forma censitária para as 17 espécies plantadas, sendo que a taxa de sobrevivência foi determinada através da relação do número total de covas e o número de mudas mortas. Os dados de altura (cm) e diâmetro de colo (mm) foram coletados ao 21º mês de plantio, através de régua telescópica e paquímetro digital, respectivamente.

A análise estatística foi executada através de modelos lineares generalizados, sob o delineamento inteiramente casualizado, com diferentes repetições e função de ligação gamma, devido à falta de normalidade nos erros ocorridos para algumas espécies ( $p < 0,001$ ) (Tabela 2). As espécies foram agrupadas pelo método de Ward (1963) e apresentadas em dendrogramas.

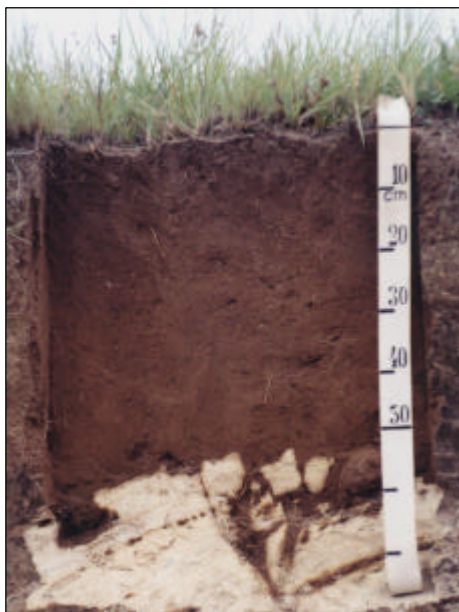
**Tabela 1.** Espécies arbóreas nativas avaliadas no plantio do Setor B, Praça Porto Amazonas.

Nome comum	Nome científico	Família
Açoita-cavalo	<i>Luehea divaricata</i> Mart.	Tiliaceae
Angico-branco	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Mimosaceae
Araçazeiro	<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	Myrtaceae
Aroeira	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Anacardiaceae
Bracatinga	<i>Mimosa scabrella</i> Benth.	Mimosaceae
Cambará	<i>Gochnatia polymorpha</i> Less. (Cabrera)	Asteraceae
Caporoquinha	<i>Myrsine coriacea</i> Sieber ex A. DC.	Myrsinaceae
Guabirobeira	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg.	Myrtaceae
Ipê-amarelo	<i>Tabebuia alba</i> (Cham.) Sandwith	Bignoniaceae
Jerivá	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Arecaceae
Pitangueira	<i>Eugenia uniflora</i> L.	Myrtaceae
Uvaia	<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess. in A. St.- Hil.	Myrtaceae

## Resultados e Discussão

### Diagnóstico do solo e/ou volume de reconstituição

A área é composta, predominantemente, por volumes reconstituídos tecnicamente de forma errônea, com inversão de horizontes. Apenas em uma pequena porção da área foi detectado Cambissolo Húmico Tb Distrófico léptico textura média relevo ondulado (Figura 3).



**Figura 3.** Cambissolo Húmico Tb Distrófico típico.

Em razão do elevado grau de compactação e, mormente, pela presença constante de fragmentos de rochas, entulhos, material concretado, entre outros, não foi possível coletar amostras para os procedimentos de análises físico-hídricas. Em adição, ainda não foram efetuadas análises para caracterizar a saturação iônica dos volumes pedológicos, pois esses foram reconstruídos com base na mobilização daqueles pré-existentes no local, os quais são distróficos (EMBRAPA, 1984). Ademais, como foram plantadas apenas espécies arbóreas

nativas, essas apresentam desenvolvimento satisfatório em solos dessaturados por bases.

Foram ainda constatados frequentes sulcos ativos superficiais de erosão. O aspecto superficial geral do volume de reconstituição pode ser visualizado na Figura 4.



**Figura 4.** Volume de reconstituição e cobertura vegetal antes dos plantios, no Setor B da Praça Porto Amazonas.

### Diagnóstico da cobertura vegetal

A área encontrava-se plantada com mudas de *Pinus elliottii* var. *elliottii*, que apresentavam desenvolvimento deficiente devido à presença de embalagem plástica envolvendo suas raízes não retiradas na ocasião do plantio (Figura 4).

Além do pínus, a área continha cobertura rala de herbáceas nativas composta, predominantemente, por graminóides e algumas dicotiledôneas, das quais sobressaiu a família Asteraceae (Figura 4). A cobertura vegetal, apesar de estar no quarto ano de idade, era insuficiente para recobrir o solo, fato constatado pelos sulcos ativos superficiais de erosão.

### **Avaliação do crescimento**

Das 312 mudas plantadas, sobreviveram 206, representando sobrevivência de 66 %. Devido às condições severamente impróprias dos volumes pedológicos, o índice alcançado é considerado satisfatório a despeito dos dois replantios efetuados. A Figura 5 mostra o aspecto geral do plantio, destacando *Mimosa scabrella*.



**Figura 5.** *Mimosa scabrella* - praça de pedágio Porto Amazonas.

As médias de crescimento das 12 espécies estudadas, com 21 meses de idade, e o resultado do teste de normalidade, baseado no teste W de Shapiro-Wilk, (SHAPIRO & WILK, 1965) encontram-se na Tabela 2, em ordem decrescente de altura.

**Tabela 2.** Espécies utilizadas para o plantio no Setor B - Porto Amazonas, com valores médios de altura (cm) e diâmetro do colo (mm), ao 21º mês após o plantio.

Espécies	Média		Teste de Normalidade <sup>1</sup>	
	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	Altura (cm)	Diâmetro (mm)
<i>Mimosa scabrella</i>	357,6	42,6	0,0076	0,6597
<i>Schinus terebinthifolius</i>	119,7	20,6	0,0371	0,0076
<i>Anadenanthera colubrina</i>	103,2	10,6	0,6785	0,9938
<i>Gochnatia polymorpha</i>	75,8	16,0	0,0080	< 0,0001
<i>Psidium cattleianum</i>	50,6	8,9	< 0,0001	< 0,0001
<i>Myrsine coriacea</i>	50,6	11,2	0,5658	< 0,0001
<i>Eugenia uniflora</i>	41,2	7,0	0,2895	0,7652
<i>Tabebuia alba</i>	35,1	8,6	0,0268	0,0036
<i>Luehea divaricata</i>	32,4	6,8	0,1595	0,6287
<i>Eugenia pyriformis</i>	32,3	4,3	0,0269	0,7494
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	26,4	4,5	0,0535	0,0279
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	12,6	13,5	0,0079	0,1753

<sup>1</sup> valor p do teste W de Shapiro-Wilk (SHAPIRO & WILK, 1965).

Através da Tabela 2 é possível observar que *M. scabrella*, *S. terebinthifolius* (Figura 6), *A. colubrina* e *G. polymorpha* destacaram-se quanto ao parâmetro altura, sobretudo a primeira espécie, o que corrobora com dados de outros autores. Carvalho (2003) assinala *M. scabrella* como espécie de crescimento inicial mais rápido no sul do Brasil. Carvalho (1981) relata para a espécie, 1,53 m de altura, em 8 meses de avaliação. No Município de Colombo, PR, Sousa et

al. (2007) também observaram os maiores índices de crescimento com *M. scabrella*, em pesquisa realizada nas margens da Represa do Iraí, em Pinhais, PR.

Com referência à *S. terebinthifolius*, Pedroso et al. (2004) registraram altura de 38 cm, aos seis meses, em plantio misto com espaçamento 1 m x 1,5 m (Pinhais – PR). Carvalho (2003), no Município de Teixeira Soares, PR, registrou 3,25 m de altura, num plantio com cinco anos de idade, espaçamento 2,5 m x 2,5 m. O mesmo autor, em experimento feito no Município de Irati, PR, com quatro anos de idade, espaçamento 3 m x 2 m, verificou resultado inferior ao dessa pesquisa, obtendo-se 99 cm de altura.



**Figura 6.** Porte de *Schinus terebinthifolius*.



Em relação à *A. colubrina*, a despeito de ser a terceira espécie com melhor crescimento, outros autores obtiveram taxas ainda maiores de incremento. Carvalho (2003) detectou crescimento de dois metros em plantio de dois anos no Município de Adrianópolis, PR. O mesmo autor registrou 4,2 m, em plantios de dois anos, em Corupá, SC. Pelo exposto, os dados obtidos nessa pesquisa estão compatíveis com a afirmação de Carvalho (2003), de que a espécie é de crescimento moderado a rápido. Além disso, menciona que é própria para solos depauperados e erodidos, condições existentes no local dessa pesquisa.

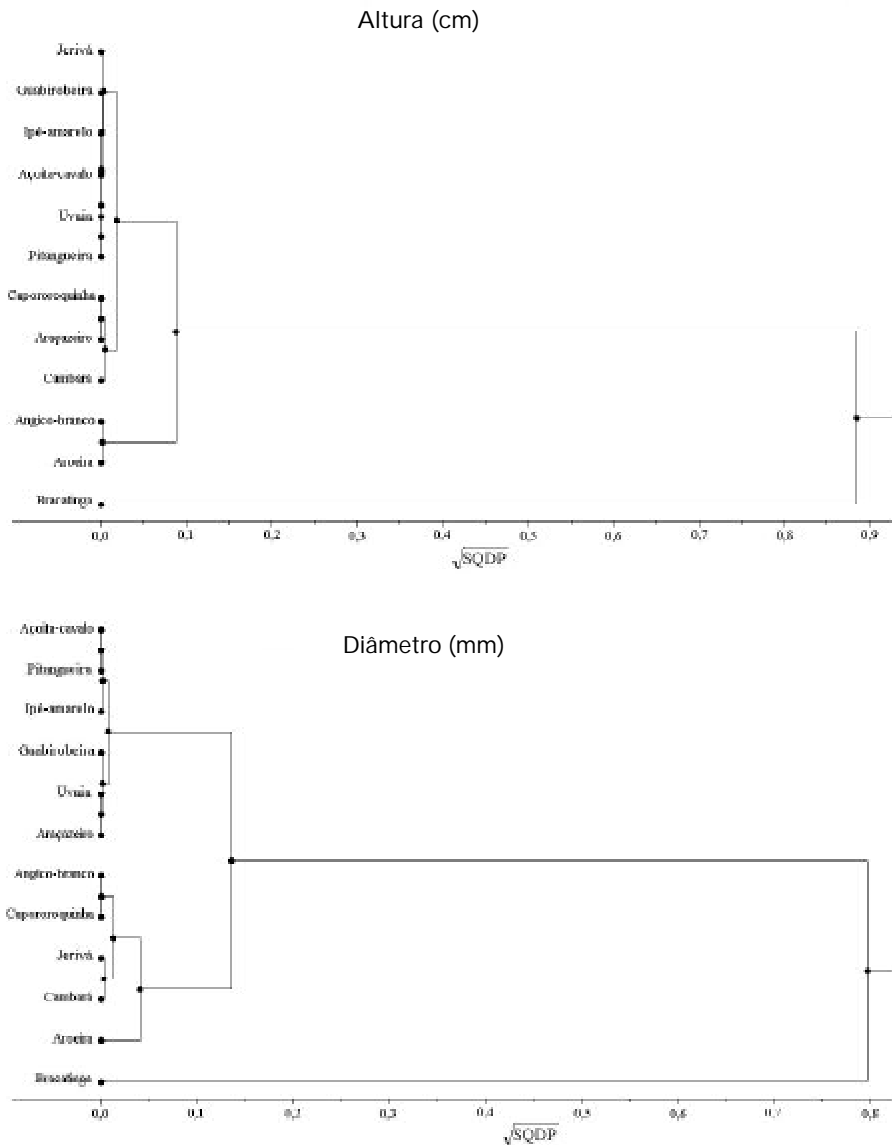
*G. polymorpha* mostrou bom crescimento quando comparada ao conjunto de espécies, porém Carvalho (2003) descreve a espécie como de crescimento lento a moderado, o que reforça os dados obtidos nesse trabalho. Para a citada espécie, o autor indicou uma altura média de 3,46 m para um experimento estabelecido em Teixeira Soares, PR, de quatro anos de idade, espaçamento 10 m x 10 m (plantio em grupo Anderson). Todavia, Garrido (1981) detectou altura de 4,8 m, aos dois anos de idade, em experimento de plantio misto, localizado no bioma Cerrado (Assis, SP).

O pequeno crescimento de *M. coriacea*, apesar de se tratar de espécie pioneira (CARVALHO, 2003) ou secundária inicial (DURIGAN & NOGUEIRA, 1990; VACCARO et al., 1999), já era esperado, pois durante a fase de diagnóstico, em diferentes áreas degradadas, não foi observada a sua presença, ensejando forte indicativo da dificuldade da espécie em desenvolver bem em condição tão adversa. Nesse sentido, vale citar que as espécies mais comuns, detectadas em regeneração natural foram *M. scabrella* e *Clethra scabra* Pers.

As demais espécies se mantiveram, praticamente, no tamanho em que foram plantadas, não demonstrando potencial de utilização para áreas degradadas (inversão de horizontes e elevado grau de compactação).

Com relação ao diâmetro de colo, sobressaíram-se *M. scabrella*, *S. terebinthifolius* e *G. polymorpha*, sendo que a primeira espécie novamente teve o melhor crescimento.

Quanto à análise estatística, o agrupamento das espécies, realizado através do método de Ward, encontra-se indicado na Figura 7.



Legenda:  $\sqrt{SQDP}$  raiz quadrada da soma dos quadrados da distribuição padrão.

**Figura 7.** Dendrogramas da distribuição das espécies para as variáveis altura e diâmetro de colo.

Quanto ao parâmetro altura, formaram-se quatro agrupamentos: o primeiro composto apenas por *M. scabrella*, o segundo por *S. terebinthifolius* e o terceiro por *G. polymorpha*, além de mais duas espécies, *P. cattleianum* e *M. coriacea*. No quarto agrupamento ficaram englobadas, em ordem decrescente, *E. uniflora*, *T. alba*, *L. divaricata*, *E. pyriformis*, *C. xanthocarpa* e *S. romanzoffiana*.

Para a variável diâmetro de colo, foram também gerados quatro grupos: o primeiro novamente teve a inclusão de *M. scabrella*; o segundo foi formado por *S. terebinthifolius*, o terceiro por *G. polymorpha*, *S. romanzoffiana*, *M. coriacea* e *A. colubrina*. O quarto grupo foi formado por *P. cattleianum*, *T. alba*, *E. uniflora*, *L. divaricata*, *C. xanthocarpa* e *E. pyriformis*.

Os agrupamentos das duas variáveis apresentaram grande semelhança, com exceção para três espécies, quando se trata da variável altura: *A. colubrina*, *S. romanzoffiana* e *P. cattleianum*.

*M. scabrella*, *S. terebinthifolius*, *G. polymorpha* e *A. colubrina* demonstram ser espécies interessantes para a recuperação ambiental, não apenas por seu crescimento, mas também por outras características. *M. scabrella* recobre rapidamente o solo e reabilita solos degradados, pois adiciona boa quantidade de biomassa e nutrientes (GLUFKE, 1999; CARVALHO, 2003). *S. terebinthifolius* é espécie procurada por aves (CARVALHO, 2003), é rústica e agressiva (CARVALHO, 1988), além de ser melífera (GLUFKE, 1999) e de apresentar boa capacidade de rebrota, tanto pelo tronco, como pelas raízes. *G. polymorpha* oferece boa deposição de folheto, com 4.751 kg/ha/ano, dados indicados por Carvalho (2003), o que contribui para a formação de matéria orgânica no solo. *A. colubrina* é também recomendada para solos depauperados (CARVALHO, 2003).

## Conclusões

As características dos volumes pedológicos impõem restrições acentuadas ao desenvolvimento das espécies.

As espécies *Mimosa scabrella*, *Schinus terebinthifolius*, *Anadenanthera colubrina* e *Gochnatia polymorpha* demonstraram bom potencial de crescimento em volumes pedológicos compactados e com inversão de horizontes, sobretudo, a primeira.

## Considerações Finais

Em razão do elevado nível de degradação dos volumes pedológicos e do crescimento comprometido das espécies, é necessário enfatizar que as covas não foram edificadas conforme recomendação da *Embrapa Florestas*. Áreas compactadas e com inversão de horizontes devem, necessariamente, possuir dimensões de covas que compensem as condições adversas ao pleno desenvolvimento das plantas. Além disso, outras recomendações não atendidas em parte, como irrigação, combate a formigas e capinas periódicas, também prejudicaram o desenvolvimento das mudas.

Para o aprofundamento desse trabalho, faz-se necessário o acompanhamento da dinâmica da vegetação e adaptação das espécies. Para tal, investigações futuras deverão ser feitas no que se refere à avaliações de crescimento, de sobrevivência por espécie, da dinâmica da regeneração natural, do grau de cobertura do solo, das mudanças nos volumes pedológicos quanto ao teor de matéria orgânica e saturação por bases, ao pH do solo, entre outros, além da verificação da estrutura radicial das espécies, independente do grau de desenvolvimento das plantas.

## Agradecimentos

À concessionária Caminhos do Paraná pelo apoio financeiro; à Maria Zélia da Silva, técnica em Meio Ambiente da Caminhos do Paraná; ao pesquisador Emílio Rotta; à equipe técnica do Laboratório de Monitoramento Ambiental da *Embrapa Florestas*, em especial à Marlise Zonta e Edelberto Gebauer; à jornalista da *Embrapa Florestas* Kátia Pichelli; ao pesquisador Antônio Medeiros; ao Sr. Wilson Maschio, coletor de sementes; aos operários de viveiro Joel Nunes, Weslly Maschio e Aparecida Irlene da Veiga; aos técnicos de campo Arnaldo Soares, Décio Adams Júnior e Jacir Faber e às estagiárias Priscilla Arruda, Patrícia Nazário e Gláucia Uesugi.

## Referências

BUBLITZ, U. Integração: estradas e conservação de solo e água. In: SEMINÁRIO NACIONAL A VARIÁVEL AMBIENTAL EM OBRAS RODOVIÁRIAS, 1999, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1999. p. 111-116.

CARVALHO, P. E. R. Comportamento da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) em plantios experimentais. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS, 4., 1981, Curitiba. **Bracatinga uma alternativa para reflorestamento**: anais. Curitiba: EMBRAPA-URPFCS, 1981. p. 53-66. (EMBRAPA-URPFCS. Documentos, 5).

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 637 p. (Coleção espécies arbóreas brasileiras, v. 1).

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras**: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Colombo: EMBRAPA-CNPQ; Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1994. 639 p.

CARVALHO, R. Revegetação de uma área degradada pela exploração do xixto pirobetuminoso, objetivando uma futura reintrodução de fauna autóctone. In: CONGRESSO FLORESTAL DO PARANÁ, 2., 1988, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Instituto Florestal do Paraná, 1988. p. 408-422.

CURCIO, G. R. **Relações entre geologia, geomorfologia, pedologia e fitossociologia nas planícies fluviais do rio Iguaçu, Paraná, Brasil**. 488 f. 2006. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

DURIGAN, G.; NOGUEIRA, J. C. B. Recomposição de matas ciliares. **IF Série Registros**, São Paulo, n. 4, p. 1-14, 1990.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento de reconhecimento de solos do Estado do Paraná**. Londrina: IAPAR, 1984. 2 v.

EMBRAPA SOLOS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, DF: Embrapa Serviço de Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

FRAGOMENI, L. H. C. Transposição de áreas urbanas e mananciais. In: SEMINÁRIO NACIONAL A VARIÁVEL AMBIENTAL EM OBRAS RODOVIÁRIAS, 1999, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1999. p. 79-87.

GARRIDO, M. A. de O. **Caracteres silviculturais e conteúdo de nutrientes no folhedo de alguns povoamentos puros e misto de espécies nativas**. 105 f. 1981. Dissertação (Mestrado em Engenharia florestal) - ESALQ, Piracicaba.

GÖETZKE, S. Paisagismo rodoviário. In: PARANÁ. Secretaria de Estado dos Transportes, Departamento de Estradas de Rodagem. **Manual de instruções ambientais para obras rodoviárias**. Curitiba, 2000. p. 177-220.

GÖETZKE, S.; SCARAMENLLA, S. O DER/PR e a recuperação de áreas degradadas. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Universidade Federal do Paraná: FUPEF, 1992. p. 484-488.

GLUFKE, C. **Espécies florestais recomendadas para recuperação de áreas degradadas**. Porto Alegre: Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, 1999. 48 p.

JESUS, R. M. de. Recuperação de áreas degradadas. In: SEMINÁRIO NACIONAL A VARIÁVEL AMBIENTAL EM OBRAS RODOVIÁRIAS, 1999, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1999. p. 125-136.

LIMA, C. R. C. de; BRANDÃO, R. D. Conflitos de utilização da faixa de domínio. In: SEMINÁRIO NACIONAL A VARIÁVEL AMBIENTAL EM OBRAS RODOVIÁRIAS, 1999, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1999. p. 117-124.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992. v. 1, 352 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 1998. v. 2, 352 p.

NOGUEIRA, A. C.; MEDEIROS, A. C. de S. **Coleta de sementes florestais nativas**. Colombo: Embrapa Florestas, [2007?]. (Embrapa Florestas. Circular técnica). Em tramitação.

PEDROSO, K. B.; ANGELO, A. C.; KASSEBOHEMER, A. L.; GROSSI, F.; SOUSA, L. P. A importância do elemento arbóreo em SAF's: desenvolvimento de seis espécies em solos semi-hidromórficos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 5., 2004, Curitiba. **SAFs**: desenvolvimento com proteção ambiental: anais. Colombo: Embrapa Florestas, 2004. p. 455-457. (Embrapa Florestas. Documentos, 98).

PUPPI, R. F. K.; NASCIMENTO, N. A. Recuperação de áreas degradadas às margens da rodovia de acesso à jazida da Fábrica de Cimento Itambé. In: SIMPÓSIO NACIONAL E CONGRESSO LATINO-AMERICANO [SOBRE] RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 6., 2005, Curitiba. **Anais**. Curitiba: SOBRAGE, 2005. p. 201-209.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, v. 52, n. 3/4, p. 591-611, 1965.

SOUSA, L. P. de; ANGELO, A. C.; CURCIO, G. R.; BONNET, A; GALVÃO, F. G. Avaliação preliminar de plantios de espécies arbóreas na região de Estepes – Represa do Iraí - Pinhais (PR). **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 54, 2007. No prelo.

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 semidecidual, no Município de Santa Tereza – RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 9, n. 1, p. 1-18, 1999.

WARD, J. H. Hierarchical grouping to optimize an objective function. **Journal of the American Statistical Association**, v. 58, p. 236-244, 1963.