ISSN 0103-2674

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE
COORDENADORIA DE INFORMAÇÕES TÉCNICAS, DOCUMENTAÇÃO E PESQUISA AMBIENTAL
INSTITUTO FLORESTAL

REVISTA DO INSTITUTO FLORESTAL

Rev. Inst. Flor.	São Paulo	v. 11	n. 1	p. 1 - 103	jun. 1999

DIRETOR GERAL
Oswaldo Poffo Ferreira

COMISSÃO EDITORIAL/EDITORIAL BOARD

Demétrio Vasco de Toledo Filho
Eduardo Amaral Batista
Cybele de Souza Machado Crestana
Edegar Giannotti
Francisco Carlos Soriano Arcova
Márcia Balistiero Figliolia
Sandra Monteiro Borges Flörsheim
Yara Cristina Marcondes
Maria Isabel Vallilo
Reinaldo Cardinali Romanelli
Waldir Joel de Andrade

PUBLICAÇÃO PERIÓDICA SEMESTRAL/SEMESTRAL PERIODICAL PUBLICATION

SOLICITA-SE PERMUTA

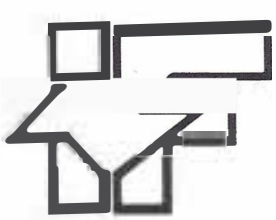
EXCHANGE DESIRED

ON DEMANDE L'ÉCHANGE

Biblioteca do
Instituto Florestal
Caixa Postal 1.322
01059-970 São Paulo, SP
Brasil
Fone: (011) 6231-8555
Fax: (011) 6232-5767
iflorest@eu.ansp.br

ISSN 0103-2674

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE
COORDENADORIA DE INFORMAÇÕES TÉCNICAS, DOCUMENTAÇÃO E PESQUISA AMBIENTAL
INSTITUTO FLORESTAL



REVISTA DO INSTITUTO FLORESTAL

Rev. Inst. Flor.	São Paulo	v. 11	n. 1	p. 1 - 103	jun. 1999

COMISSÃO EDITORIAL/EDITORIAL BOARD
Demétrio Vasco de Toledo Filho
Eduardo Amaral Batista
Cybele de Souza Machado Crestana
Edegar Giannotti
Francisco Carlos Soriano Arcova
Márcia Balistiero Figliolia
Sandra Monteiro Borges Flörsheim
Yara Cristina Marcondes
Maria Isabel Vallilo
Reinaldo Cardinali Romanelli
Waldir Joel de Andrade

APOIO/SUPPORT
Carlos Eduardo Spósito (Revisão)
Carlos José de Araújo (Gráfica)

CONSULTORES EXTERNOS DESTA EDIÇÃO:

Aloir Porfírio Dal Poz - UNESP - Presidente Prudente
Carlos Alberto Vetorazzi - ESALQ/USP
Catalina Romero Lopes - UNESP - Botucatu
Denise Trombert de Carvalho - UNESP - Botucatu
Fátima C. Márquez Piña-Rodrigues - URRJ - RJ
Hélio Garcia Leite - UFV - MG
José Roberto Moro - UNESP - Jaboticabal
Marco Antônio Teixeira Zullo - Instituto Agronômico
Marcos Deon V. de Resende - EMBRAPA - Colombo-PR
Maria Aparecida Marin Morales - UNESP - Assis
Miguel Petrere Neto - UNESP - Rio Claro
Mônica Ferreira Alves - Instituto Agronômico
Oswaldo Cesar - UNESP - Rio Claro
Sergius Gandolfi - ESALQ/USP
Weber Antônio N. do Amaral - ESALQ/USP

SOLICITA-SE PERMUTA/EXCHANGE DESIRED/ON DEMANDE L'ÉCHANGE

Biblioteca do Instituto Florestal
Caixa Postal 1.322
01059-970 São Paulo-SP-Brasil
Fone: (011) 6231-8555
Fax: (011) 6232-5767
iflorest@eu.ansp.br

PUBLICAÇÃO PERIÓDICA SEMESTRAL/SEMESTRAL PERIODICAL PUBLICATION

REVISTA DO INSTITUTO FLORESTAL
São Paulo, Instituto Florestal.

1989, *1*(1-2)
1990, *2*(1-2)
1991, *3*(1-2)
1992, *4*
1993, *5*(1-2)
1994, *6*
1995, *7*(1-2)
1996, *8*(1-2)
1997, *9*(1-2)
1998, *10*(1-2)
1999, *11*(1-

COMPOSTO E IMPRESSO NO INSTITUTO FLORESTAL
junho, 1999

SUMÁRIO/CONTENTS

p.

Interação genótipos por locais em *Pinus elliottii* var. *elliottii*. Genotype-environment interaction on *Pinus elliottii* var. *elliottii*. Lêda Maria do Amaral GURGEL GARRIDO; Sidnei Francisco CRUZ & Clóvis RIBAS 1-12

Composição florística e fitossociológica do Parque Estadual Mata São Francisco. Floristic and phytosociological composition of the São Francisco Forest State Park. Maria Vitória Duarte Ferrari THOMÉ; Édison MIGLIORANZA; Astolpho Henrique Tibúrcio VILHENA & Ésio de Pádua FONSECA 13-23

Composição química do solo da Serra da Cantareira - região da Pedra Grande (São Paulo), por ICP-AES. Chemical composition of Serra da Cantareira - Pedra Grande site (São Paulo), by ICP-AES. Maria Isabel VALLILO & Elisabeth de OLIVEIRA 25-36

Seleção de modelos para estimar a biomassa de tronco, folhas e ramos de árvores de *Eucalyptus grandis* aos sete anos de idade na região de Botucatu-SP. Models selection for biomass estimation of stem, leaves and branches for seven-years-old *Eucalyptus grandis* trees in the region of Botucatu, Brazil. Ricardo Antonio de Arruda VEIGA; Carlos Marchesi de CARVALHO & Maria Aparecida Mourão BRASIL 37-42

Época de colheita de sementes de *Ocotea catharinensis* Mez (canela-preta) - Lauraceae. Harvesting time of *Ocotea catharinensis* Mez - Lauraceae seeds. Antonio da SILVA & Ivor Bergemann de AGUIAR 43-51

Comportamento silvicultural e genético de duas espécies arbóreas tropicais secundárias. Silvicultural and genetic behavior of two secondary tropical arboreal species. Ana Cristina Machado De Franco SIQUEIRA; Alexandre Magno SEBBENN; Lêda Maria do Amaral GURGEL GARRIDO; Milene da Silva CASTOLLEN & Antonio Carlos Scatena ZANATTO 53-64

Testes de procedências de *Grevillea robusta* A. Cunn. Provenances test for *Grevillea robusta* A. Cunn. Alexandre Magno SEBBENN; Giselda DURIGAN; Ana Cristina Machado De Franco SIQUEIRA & Ananías de Almeida Saraiva PONTINHA 65-73

Interação genótipo x ambiente na conservação *ex situ* de *Peltophorum dubium*, em duas regiões do Estado de São Paulo. Genotype x environment interaction *ex situ* conservation to *Peltophorum dubium*, in two regions of São Paulo State. Alexandre Magno SEBBENN; Ana Cristina Machado De Franco SIQUEIRA; Roland VENCOVSKY & José Arimateia Rabelo MACHADO 75-89

Seleção de reservas florestais para conservação "in situ" através de indicadores espaciais. Forest reserves selection for conservation "in situ" through space indicators. Rozely Ferreira dos SANTOS & Waldir MANTOVANI 91-103

INTERAÇÃO GENÓTIPOS POR LOCAIS EM *Pinus elliottii* var. *elliottii*[1]

Lêda Maria do Amaral GURGEL GARRIDO[2]
Sidnei Francisco CRUZ[3]
Clóvis RIBAS[4]

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo estudar os efeitos da interação genótipos e locais na produção de resina por matrizes selecionadas de *Pinus elliottii* var. *elliottii*, instalado nas Estações Experimentais: Paraguaçu Paulista, Manduri e Itapetininga, representantes de diferentes regiões climáticas do Estado de São Paulo. As plantas foram avaliadas através da microrresinagem aos 2 anos de idade. Os resultados revelaram haver diferenças significativas entre as progênies e os três locais estudados, indicando a possibilidade de ganhos genéticos através da seleção. Devido à presença de interação significativa, recomenda-se, para continuidade do programa de melhoramento para a característica produção de resina, a formação de sub-populações ao invés de selecionar pela média dos três locais, ou ainda, a seleção para os três locais pelos resultados obtidos em Itapetininga. As progênies selecionadas inicialmente, através de seleção massal, devem constituir uma única população com testes de progênies instalados em diversos locais do Estado de São Paulo.

Palavras-chave: interação genótipos por locais; *Pinus elliottii* var. *elliottii;* produção de resina.

ABSTRACT

This paper aimed to study the genotype-environment interactions for *Pinus elliottii* var. *elliottii* gum yield on three Experimental Stations: Paraguaçu Paulista, Manduri and Itapetininga. These sites portray different climatic regions of São Paulo State. Gum yield was evaluated at age 2, through 1.6 cm sound microchipping. Significant differences among progenies gum yield and sites indicated that genetic progress is possible using selection methods. Significant genotype-environment interactions reveal separate selection and breeding programs as the best procedure. Other results indicate the alternative procedure of combined selections on Itapetininga results. According to this paper progenies selected from initial massal selection must constitute a unique population to be tested on several sites from São Paulo State.

Key words: genotype-environment interaction; *Pinus elliottii* var. *elliottii*; gum yield.

1 INTRODUÇÃO

A interação genótipos por locais é uma manifestação biológica de grande importância em um programa de melhoramento. Na seleção de um material espera-se que sua progênie expresse a máxima produção para a característica selecionada. Na maioria das vezes tal progresso é alcançado, sobretudo se a propagação ocorrer em condições semelhantes (temperatura, precipitação, altitude, longitude, latitude, espaçamento, técnicas de cultivo) às da planta matriz. A propagação em um ambiente diferente pode levar a resultados inesperados. Isso porque o mesmo genótipo pode se comportar de maneira totalmente diferenciada em locais diversos. Há genótipos superiores em um local que se mostram médios ou mesmo inferiores em outro, alterando a produção das progênies de um local para outro, o que configura a interação.

O efeito da interação mostra a importância de se testarem os materiais selecionados em mais de um local, para saber se as inferências obtidas podem ser generalizadas para uma gama maior de ambientes.

O presente trabalho teve como escopo principal estudar os efeitos da interação genótipos por locais, na produção de resina em *Pinus elliottii* var. *elliottii*.

(1) Aceito para publicação em abril de 1999.
(2) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil. (Bolsista do CNPq)
(3) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil. (Bolsista da FAPESP)
(4) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

É vasta a bibliografia que trata da interação genótipos por ambientes em diversas características de espécies florestais.

Os melhoristas são unânimes ao afirmar que muitas essências florestais apresentam interação genótipo por ambiente, principalmente nos aspectos edáficos e climáticos (GODDARD, 1977; MORI & DE LELLO, 1986; BARROS, 1986; KAGEYAMA, 1986; FERRAZ, 1986; FERREIRA, 1986, entre outros).

Trabalhando com *Pinus elliottii* GODDARD (1977) concluiu que a interação genótipo por ambiente é mais comum em relação a fatores edáficos. Segundo o autor, citando Wright (1976), quando não é possível associar a interação a algum fator ambiental definido, esta deve ser incluída no erro, acarretando a redução das expectativas de ganho. A interação pode também ser associada a fatores genéticos quando permite a seleção de genótipos estáveis com boa média de produção em diversos ambientes, o que, segundo o autor, seria a melhor estratégia. Ainda segundo o autor, quando houver grandes diferenças nas respostas dos genótipos a ambientes distintos e houver grandes áreas de tais ambientes, a melhor estratégia é separar os genótipos em sub-programas específicos. O autor frisou, ainda, que em qualquer caso a decisão deve ser precedida de análise detalhada e comparação de ganhos em cada estratégia a ser adotada.

KAGEYAMA (1986) declarou que, de maneira geral, a interação pode ser utilizada de duas formas: para o zoneamento ecológico de materiais genéticos (espécies, procedências, progênies e clones) e para a estratificação da seleção de indivíduos superiores num programa de melhoramento. Segundo o autor, o efeito da interação genótipo por ambiente é mais expressivo, em ordem decrescente, em clones, em progênies, em procedências e em espécies. O seu efeito é mais forte no gênero *Eucalyptus* que no *Pinus*, sendo importante analisar o comportamento da interação ao longo do tempo para observar possíveis inversões com a idade.

É importante ressaltar, como citaram MORI & DE LELLO (1986) e KAGEYAMA (1986), que, por ambiente, deve-se entender toda uma gama de fatores edáficos, climáticos, biológicos, latitude, altitude, além das técnicas silviculturais adotadas, como preparo de solo, espaçamento, fertilização, tratos culturais, rotação, usos finais e forma de propagação dos genótipos.

Morgenstern (1982) *apud* MORI & DE LELLO (1986) citaram três fatores básicos para a existência da interação genótipo por ambiente em diferentes locais: a) diferenças climáticas com mudanças no foto e termoperiodismo; b) solos com diferenças nutricionais atuando em genótipos que não toleram deficiências de determinados elementos ou em outros que são menos rigorosos que em seu *habitat* original, e c) diferenças genéticas das populações com procedências ou genótipos com maior ou menor capacidade de adaptação a condições variadas.

MIRANDA FILHO (1987) recomendou, nas pesquisas de melhoramento, a instalação de ensaios em vários locais, o que contribui para minimizar os efeitos da interação genótipos por ambientes no progresso obtido na seleção. Segundo o autor, quando se objetiva estimar parâmetros genéticos, a repetição em vários ambientes permite obter estimativas mais precisas, por possibilitar o isolamento das interações.

VAN BUIJTENEN (1978) trabalhou com 25 origens de *Pinus taeda* e nove diferentes locais de plantio. Analisando, aos vinte anos, as características altura, volume, retidão do fuste, densidade básica da madeira e proporção de internódios, o autor encontrou interação significativa apenas para altura e volume.

MATHESON & RAYMOND (1984) estudaram a interação de genótipos por ambientes em testes de progênies de *Pinus radiata* de polinização aberta em onze locais na Austrália, com latitudes desde 27°35' até 38°11', altitudes variando de 62 m a 1250 m e precipitação anual de 662 mm a 1550 mm. Foram avaliadas diversas características, tais como: diâmetro, forma do fuste, forma dos ramos, defeitos do fuste, altura e volume. Para todas as características a interação de genótipos por ambiente foi significativa, o que forçou uma mudança no programa de melhoramento devido às perdas do ganho potencial resultante das interações. Os autores apresentam o índice crítico de Shelbourne (1972) correspondente à razão entre os componentes de variância da interação de progênies x locais e a variância entre progênies, da análise conjunta (s^2_{pl}/s^2_p) igual a 0,50. Conforme os autores, a interação genótipos por locais, embora significativa, não indicaria, ainda, a necessidade de conduzir

o melhoramento futuro através de sub-populações quando tal razão fosse menor ou igual a 0,50.

O trabalho de TAUER & McNEW (1985) com *Pinus echinata* desenvolveu-se em Oklahoma, Estados Unidos. Consistiu em testar 10 progênies de polinização aberta provenientes de 15 povoamentos, em dois locais diferentes. Os 15 povoamentos cobriam toda a área de plantio comercial da espécie e os locais de experimentação eram extremos, quanto ao índice de sítio: um excelente e o outro área de plantio marginal e bem inferior ao primeiro. Dados aos 10 anos de idade demonstraram não ser significativa a interação procedências por locais apenas para DAP e volume. Outras características analisadas foram: altura, retidão do fuste e sobrevivência.

VAN HAVERBEKE (1986) analisou dados de experimentos com 79 procedências de *Pinus ponderosa* Dougl. ex Laws. dos Estados Unidos, instalados em 16 locais com latitudes variando de 35,1°N a 50,4°N, longitudes de 85,4°W a 103,6°W e altitudes de 700 m a 4.000 m, agrupando esses locais em regiões: norte, leste, central e sul. O autor notou presença mínima de interação genótipo por ambiente entre procedências e regiões, afirmando que locais dentro de uma região afetam mais a performance do genótipo que locais de diferentes regiões. Foram analisados dados de altura, sobrevivência e relação sobrevivência-altura, aos 5, 10 e 15 anos de idade.

GURGEL GARRIDO & KAGEYAMA (1986/1988) realizaram avaliações precoces da produção de resina através de microrresinagem em teste de progênies de *Pinus elliottii* var. *elliottii*, com idade aproximada de 1 ano e meio. Os autores encontraram coeficientes de herdabilidade ao nível de plantas individuais (0,38), ao nível de médias de famílias (0,50) e ao nível de plantas dentro de famílias (0,33). O coeficiente de variação genética para produção de resina foi de 16,49% e o ganho genético esperado de 39,85%.

PEDERICK (1990) estudou interações entre genótipos de *Pinus radiata* e locais em Victoria, Austrália, através de observações de DAP, retidão do fuste e espessura dos ramos. O autor comparou ganhos para incremento em DAP através de dois métodos: seleção de 50% das melhores famílias por região (para pomar de semente de 1,5 geração) e comparação das estimativas de herdabilidade para melhoramento por região ou global (para pomar de semente de 2ª geração). O autor encontrou interação altamente significativa para os dados de diâmetro e interação relativamente baixa para retidão do fuste e espessura dos ramos concluindo, por ambos os métodos de avaliação, que a seleção por região seria compensadora apenas quando os locais dentro de cada região apresentassem resultados uniformes. Na presença de alta variabilidade entre locais da mesma região, o melhoramento deveria ser conduzido para todas as regiões em conjunto.

JOHNSON & BURDON (1990) encontraram interação significativa para volume em *Pinus radiata* testado em quatro locais (duas regiões) da Nova Zelândia, aos 4,5 anos. A interação foi mais evidente entre regiões com tipos de solos bem diferentes que entre locais dentro da região. Mesmo na presença de interação os autores concluíram não ser vantajosa a seleção por local que elevaria o ganho genético de 22% para 25% com relação à seleção global nos quatro locais.

WOOLASTON *et al.* (1991) estudaram o efeito da interação genótipos por ambientes em cerca de 90 famílias de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, as quais foram agrupadas em quatro populações, conforme a origem da semente. Os ensaios foram instalados em oito locais na região costal de Queensland, Austrália. As quatro populações constituíram-se de sementes melhoradas de dois locais, Queensland e Fiji-New Caledonia e de sementes provenientes de duas origens de Honduras. Os autores observaram DAP, altura e retidão do fuste aos seis anos e encontraram interação significativa entre populações e locais, para DAP e retidão do fuste. A existência de interação não alterou, entretanto, a ordenação das populações, nos quatro locais.

Não foram encontrados trabalhos de interação genótipos por ambientes relacionados à produção de resina, o que torna a presente pesquisa bastante interessante por seu ineditismo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento constou de 25 matrizes de *Pinus elliottii* var. *elliottii*, selecionadas para produção de resina em Itapetininga-SP e Assis-SP. Foram 15 progênies provenientes de Itapetininga (numeradas de 1 a 15) e 10 progênies de Assis (numeradas de 16 a 25).

Foram instalados ensaios em três Estações Experimentais do Instituto Florestal de São Paulo: Paraguaçu Paulista, Manduri e Itapetininga, sob delineamento em látice quadrado com 25 progênies, 6 repetições e parcelas lineares com 5 plantas, no espaçamento de 3 m x 3 m. Foram usadas 3 ruas para a bordadura externa. Os ensaios foram instalados em 28 de novembro e 07 de dezembro de 1994, em Paraguaçu Paulista e Manduri, respectivamente, e em 05 de janeiro de 1995, em Itapetininga.

As coordenadas geográficas, tipos climáticos e classificação dos solos dos três locais, conforme VEIGA (1975) e SECRETARIA DA AGRICULTURA (1986), constam da TABELA 1.

TABELA 1 - Informações geográficas, climáticas e edáficas dos locais do experimento.

LOCAIS	LAT. (S)	LONG. (W)	ALT. (m)	CLIMA	Tm* (°C)	TM* (°C)	P* (mm)	DH* (mm)	SOLO
Paraguaçu Paulista	22°40'	50°25'	562	Cwa	16,8	23,4	1217	4	Lea
Itapetininga	23°42'	47°57'	645	Cfa	15,4	22,5	1128	5	Pva
Manduri	23°00'	49°19'	700	Cwa	15,6	22,3	1161	4	AQd

(*) Tm - temperatura mínima média mensal; TM - temperatura máxima média mensal; P - precipitação anual; DH - déficit hídrico anual.

De acordo com o zoneamento climático para as coníferas no Estado de São Paulo (GOLFARI, 1967), o município de Itapetininga reúne as condições mais favoráveis ao crescimento de *Pinus elliottii* var. *elliottii*, por estar na Região 1 no sul do Estado de São Paulo entre as latitudes de 22°30'S e 24°30'S com altitudes entre 600 m e 1100 m e clima temperado úmido com chuvas bem distribuídas durante o ano, enquanto Paraguaçu Paulista encontra-se na Região 4, considerada pelo autor como inadequada ao cultivo dessa espécie e Manduri situa-se exatamente na transição entre aquelas duas regiões.

Entre 30 de novembro e 04 de dezembro de 1996 foi realizada a avaliação da produção de resina nos três ensaios. A extração de resina procedeu-se por microrresinagem quinzenal das plantas, através da realização de quatro microestrias circulares, com o auxílio de um estriador com 1,6 cm de diâmetro.

Foram efetuadas análises de variância por local e conjunta e estimados parâmetros diversos: variâncias genéticas e não genéticas, coeficientes de herdabilidade e de variação genética, ganhos genéticos esperados, além dos estudos de interação, conforme VENCOVSKY & BARRIGA (1992), apresentados na TABELA 2. A análise de variância por local foi realizada com recuperação da informação interblocos, conforme COCHRAN & COX (1981).

TABELA 2 - Esquema de análise de variância conjunta.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	QM	E (QM)*	F
Blocos/locais	87	Q1	$(1/k)\hat{\sigma}^2_d + \hat{\sigma}^2_e + P\hat{\sigma}^2_b$	Q1/Q5
Locais	2	Q2	$(1/k)\hat{\sigma}^2_d + \hat{\sigma}^2_e + B\hat{\sigma}^2_{pl} + BP(\sum_{n=1}^{L} l^2_n)/(L-1) + P\hat{\sigma}^2_b$	(Q2 + Q5)/(Q1 + Q4)
Progênies	24	Q3	$(1/k)\hat{\sigma}^2_d + \hat{\sigma}^2_e + B\hat{\sigma}^2_{pl} + BL\hat{\sigma}^2_p$	Q3/Q4
Progênies x Locais	48	Q4	$(1/k)\hat{\sigma}^2_d + \hat{\sigma}^2_e + B\hat{\sigma}^2_{pl}$	Q4/Q5
Erro	288	Q5	$(1/k)\hat{\sigma}^2_d + \hat{\sigma}^2_e$	

(*) $\hat{\sigma}^2_d$, $\hat{\sigma}^2_e$, $\hat{\sigma}^2_b$, $\hat{\sigma}^2_p$, $\hat{\sigma}^2_l$, $\hat{\sigma}^2_{pl}$ são respectivamente as estimativas das variâncias: dentro de parcelas, entre parcelas, entre blocos, entre progênies, entre locais e relativa à interação de progênies por locais.

k - média harmônica do número de plantas por parcela; P, B e L são, respectivamente, os números de: progênies, blocos e locais.

Foram estimados os desvios médios das ordens das progênies em cada local com relação à ordem geral (considerando as produções médias dos três locais), conforme proposto por MATHESON & RAYMOND (1984) para verificação das progênies com maior contribuição pela existência da interação.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apresentam-se na TABELA 3 as médias de produção de resina nos três locais, considerando média geral das progênies, média das progênies oriundas de Assis e médias das progênies oriundas de Itapetininga.

TABELA 3 - Produção média de resina (g) obtida em: Paraguaçu Paulista - PP, Manduri - MD e Itapetininga - IP.

PRODUÇÃO DE RESINA (g)			
MÉDIAS	PP	MD	IP
Geral progênies	37,89	49,95	25,07
Progênies Assis	36,25	49,33	23,79
Progênies Itapetininga	39,54	51,14	25,81

As progênies selecionadas em Itapetininga apresentaram produções médias de 9,1%, 3,7% e 8,5% mais altas com relação às progênies selecionadas em Assis, nos locais Paraguaçu Paulista, Manduri e Itapetininga, respectivamente, embora com diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade (teste t) entre os dois grupos, apenas em Itapetininga.

À idade de 2 anos nota-se presença de interação significativa (TABELA 4) e a influência do local de plantio sobre a produção de resina das progênies é marcante. O teste F para locais apresentou resultado altamente significativo.

Esses resultados citados concordam com aqueles da maioria dos trabalhos citados: GODDARD (1977), VAN BUIJTENEN (1978), MATHESON & RAYMOND (1984), TAUER & McNEW (1985), MORI & DE LELLO (1986), KAGEYAMA (1986), JOHNSON & BURDON (1990) e WOOLASTON *et al.* (1991). VAN HAVERBEKE (1986) por outro lado, não encontrou em seu trabalho interação significativa entre progênies e locais.

TABELA 4 - Resumo das análises de variância individuais e conjunta.

LOCAL	CV	G.L.	QM	F
PP	Progênies	24	463,79	4,88**
	Resíduo	96	94,96	
	C.V. (%)		25,20	
MD	Progênies	24	465,80	7,13**
	Resíduo	96	65,36	
	C.V. (%)		16,01	
IP	Progênies	24	183,83	7,22**
	Resíduo	96	25,48	
	C.V. (%)		20,18	
CONJUNTA	Locais	2	24162,33	139,40**
	Progênies	24	890,67	8,00**
	P x L	48	111,37	1,80**
	Resíduo	288	61,72	
	C.V. (%)		21,29	

(**) Valores, da estatística F, significativos ao nível de 1% de probabilidade.

Embora o conjunto de progênies selecionado em Itapetininga tenha apresentado em média produção de resina superior ao conjunto de progênies selecionado em Assis, houve alteração na ordenação das progênies, dentro de cada conjunto e entre conjuntos, segundo o local de plantio, conforme pode ser observado na FIGURA 1.

Este resultado permite três inferências: a) não há influência do local da seleção inicial sobre a produção das progênies, assim o programa de seleção inicial pode ser único; b) provavelmente existem componentes genotípicos de adaptação aos diversos ambientes que se alteram de uma progênie para outra, independente do local de seleção, e c) relacionando com a afirmação de MORI & DE LELLO (1986) pode-se dizer que a maior causa do comportamento diferenciado das progênies nos diferentes locais deve-se, aparentemente, às climáticas, já que pela TABELA 1 nota-se que as condições geográficas e de solo não são muito diferentes nos três locais. Os solos dos três locais, embora de classificações diferentes, são todos considerados ácidos e de baixa fertilidade natural.

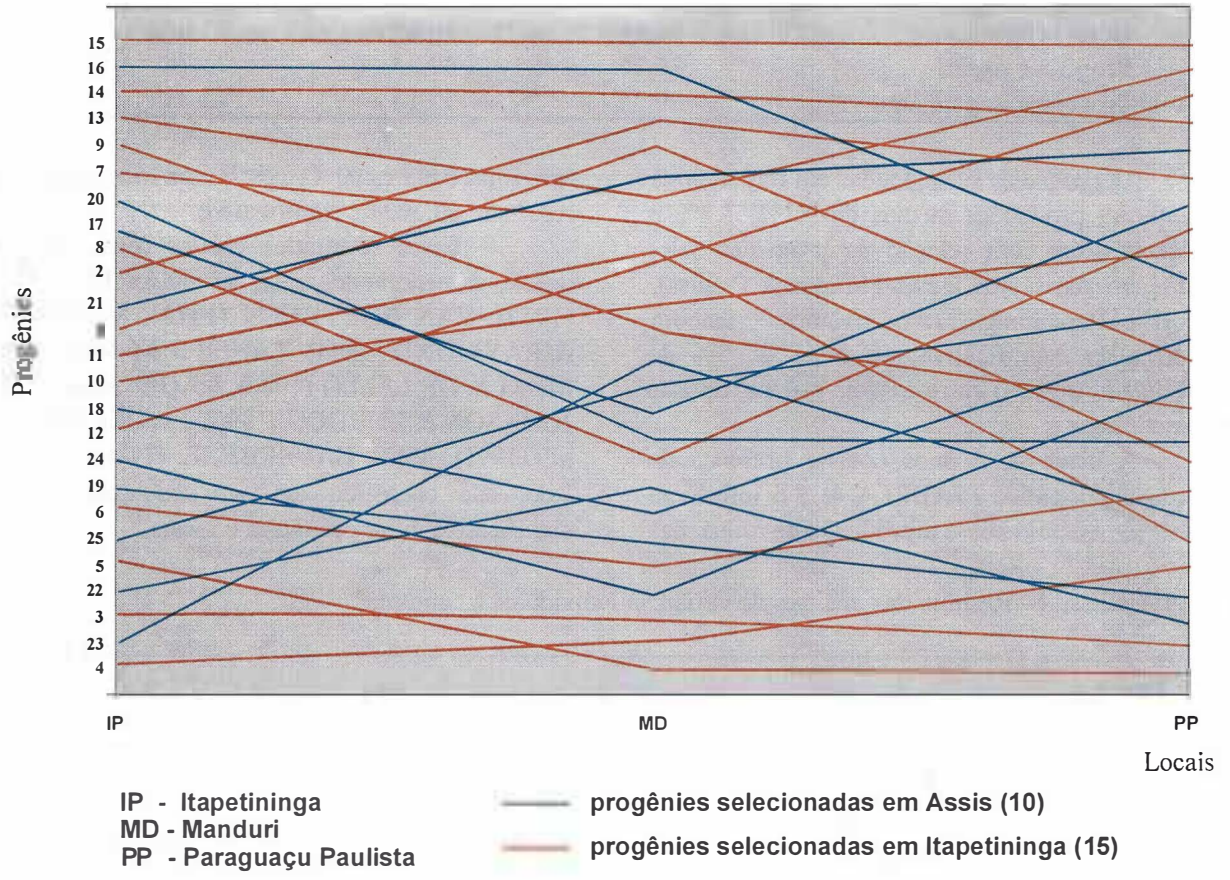


FIGURA 1 - Posição (ordem) das progênies quanto à produção de resina, nos três locais.

A TABELA 5 mostra as ordens das progênies em cada local, a ordenação geral (produção média nos três locais) e os desvios médios das ordens de progênies com relação à ordem geral, evidenciando as progênies que têm maior contribuição na existência da interação com ambientes.

Pela TABELA 5 pode-se observar que, em média, as progênies selecionadas em Assis apresentam maior desvio médio (3,00) que as progênies selecionadas em Itapetininga (2,53) as quais poderiam ser classificadas como mais estáveis. A média geral dos desvios médios foi 2,72. Entre as progênies selecionadas em Itapetininga 9 têm desvios médios abaixo de 2,72; somente 3 progênies selecionadas em Assis apresentam esse comportamento.

TABELA 5 - Ordem das progênies por local, geral e desvios médios das ordens com relação à ordenação geral.

PROGÊNIES		NÚMERO DE ORDEM				DESVIO MÉDIO	
Procedências	N^s	PP	MD	IP	Geral	Progênies	Média
Itapetininga	1	13	5	12	8	4,00	2,53
	2	6	4	10	5	2,33	
	3	24	23	23	24	0,67	
	4	21	24	25	23	1,67	
	5	25	25	21	25	1,33	
	6	18	21	19	20	1,33	
	7	17	8	6	9	4,00	
	8	8	17	9	12	4,00	
	9	15	12	5	10	4,00	
	10	9	11	14	13	2,33	
	11	20	9	13	15	4,33	
	12	3	10	16	7	5,33	
	13	2	7	4	2	2,33	
	14	4	3	3	3	0,33	
	15	1	1	1	1	0,00	
Assis	16	10	2	2	4	3,33	3,00
	17	7	15	8	11	3,67	
	18	12	19	15	17	3,00	
	19	22	20	18	21	1,67	
	20	16	16	7	14	3,67	
	21	5	6	11	6	2,00	
	22	23	18	22	22	1,67	
	23	19	13	24	18	4,00	
	24	14	22	17	19	3,33	
	25	11	14	20	16	3,67	

Com exceção da progênie 15, selecionada em Itapetininga, todas as demais se alteraram de um local para outro, fato este também observado por MATHESON & RAYMOND (1984) e PEDERICK (1990) analisando diâmetro de *Pinus radiata*.

Os componentes de variância relativos à variância dentro de parcelas, variância entre parcelas, variância entre progênies, variância fenotípica total e variância fenotípica média, para cada local, bem como para o valor combinado (três locais), são apresentados na TABELA 6, além da estimativa de variância da interação de progênies por locais.

Observa-se na TABELA 6 que, com exceção do valor $\hat{\sigma}^2_e$ em Manduri, todas as estimativas de variância para Paraguaçu Paulista e Manduri ficaram acima das estimativas correspondentes para Itapetininga. No entanto, a razão entre as variâncias genética e fenotípica foi maior em Itapetininga, indicando que a porcentagem da variação fenotípica total, devido ao genótipo, foi mais expressiva neste local.

A razão entre variância da interação e variância entre progênies foi de 0,19, ficando bem abaixo do valor crítico, 0,50, proposto por Shelbourne (1972) *apud* MATHESON & RAYMOND (1984) e PEDERICK (1990). Acima desse valor, a característica é considerada sensível às mudanças ambientais, o que traz problemas na condução de um programa de melhoramento conjunto. MATHESON & RAYMOND (1984) relataram valores acima de 0,50 para todas as características estudadas em *Pinus radiata*, tanto as quantitativas como as qualitativas. PEDERICK (1990) por outro lado, encontrou valor acima de 0,50 apenas para diâmetro do *Pinus radiata* e valores abaixo de 0,50 para retidão do fuste e espessura dos ramos. O valor estimado neste estudo para produção de resina em *Pinus elliottii* var. *elliottii* concorda com estes últimos resultados.

TABELA 6 - Estimativas dos componentes de variância decorrentes das análises de variância por local e conjunta.

PARÂMETROS*	LOCAIS			
	Paraguaçu Paulista	Manduri	Itapetininga	Conjunta
$\hat{\sigma}^2_d$	283,85	336,94	106,05	242,28
$\hat{\sigma}^2_e$	32,01	0,00	3,81	10,86
$\hat{\sigma}^2_p$	61,47	66,74	26,39	43,29
$\hat{\sigma}^2_{pl}$	-------	-------	-------	8,26
$\hat{\sigma}^2_F$	377,33	403,68	136,25	304,69
$\hat{\sigma}^2_f$	77,30	77,63	30,64	49,48
$\hat{\sigma}^2_p/\hat{\sigma}^2_F$	0,16	0,17	0,20	0,14

(*) $\hat{\sigma}^2_d$ - variância dentro de parcelas; $\hat{\sigma}^2_e$ - variância entre parcelas; $\hat{\sigma}^2_p$ - variância entre progênies; $\hat{\sigma}^2_{pl}$ - variância da interação progênies x locais; $\hat{\sigma}^2_F$ - variância fenotípica total e $\hat{\sigma}^2_f$ - variância fenotípica média.

As estimativas de herdabilidade no sentido restrito dentro de parcelas e em nível de média de famílias são apresentadas na TABELA 7, juntamente com as estimativas de coeficientes de variação dentro de parcelas entre progênies, entre parcelas e fenotípico.

As estimativas de herdabilidade individual e dentro de parcelas foram maiores em todos os locais com relação às estimativas advindas da análise conjunta. As menores estimativas de herdabilidade referentes à análise conjunta devem-se à presença de interação e à menor proporção $\hat{\sigma}^2_p/\hat{\sigma}^2_F$ (14,21%) encontrada na análise conjunta. MATHESON & RAYMOND (1984) e PEDERICK (1990) encontraram, em geral, valores para herdabilidade individual, nas análises conjuntas, intermediários àqueles das análises por local ou região. As estimativas de herdabilidade individual relatadas pelos autores tiveram variação muito maior de um local ou região para outro (87%, no mínimo) enquanto no trabalho com produção de resina a diferença entre as herdabilidades não excedeu 18,5%.

TABELA 7 - Estimativas de herdabilidade e coeficientes de variação provenientes das análises de variância por local e conjunta.

PARÂMETROS*	LOCAIS			
	Paraguaçu Paulista	Manduri	Itapetininga	Conjunta
$\hat{h}^2$	0,65	0,66	0,77	0,57
$\hat{h}^2_m$	0,80	0,86	0,86	0,88
$\hat{h}^2_d$	0,65	0,59	0,75	0,54
CV_d%	43,57	36,43	41,16	40,93
CV_p%	20,28	16,21	20,54	17,30
CV_e%	14,63	0,00	7,80	8,67
CV_F%	50,24	39,88	46,66	45,90

(*) $\hat{h}^2$ - herdabilidade no sentido restrito; $\hat{h}^2_d$ - herdabilidade dentro de parcelas; $\hat{h}^2_m$ - herdabilidade em nível de média de famílias; CV_d - coeficiente de variação dentro de parcelas; CV_p - coeficiente de variação entre progênies; CV_e - coeficiente de variação entre parcelas e CV_F - coeficiente de variação fenotípico.

As estimativas do coeficiente de herdabilidade ao nível de média de famílias resultante da análise conjunta foram ligeiramente superiores àquelas provenientes das análises individuais por locais, inversamente ao que ocorreu com herdabilidade individual e dentro de parcelas. Em todos os casos, de acordo com os coeficientes de herdabilidade, a seleção entre e dentro de famílias é mais interessante que a seleção individual.

A grandeza dos coeficientes de herdabilidade e de variação genética são coerentes com aqueles citados por GURGEL GARRIDO & KAGEYAMA (1986/1988) para a mesma espécie aos 1,5 anos de idade. Os valores de coeficiente de variação genética são bastante expressivos, o que, juntamente com os coeficientes de herdabilidade elevados, são indicadores de alto progresso genético através de seleção. Os valores dos coeficientes de variação, provenientes da análise conjunta, foram próximos dos valores médios entre todos os locais.

A TABELA 8 apresenta as estimativas de correlações genéticas aditivas e as correlações fenotípicas entre os locais estudados.

TABELA 8 - Correlações genéticas aditivas (r_A) e correlações fenotípicas (r_F) para produções de resina nos três locais.

LOCAIS	CORRELAÇÕES	MANDURI	ITAPETININGA
Paraguaçu Paulista	r_A	0,56**	0,89**
	r_F	0,49**	0,72**
Manduri	r_A	----	0,84**
	r_F	----	0,71**

(**) Valores significativos ao nível de 1% de probabilidade.

Notam-se altos coeficientes de correlação genética ao nível de plantas e fenotípica ao nível e média de famílias entre Itapetininga e as duas outras localidades, enquanto as correlações entre Paraguaçu Paulista e Manduri mostraram-se bem mais baixas, apesar de condições geográficas e climáticas mais semelhantes entre estas duas localidades.

As estimativas de progresso genético através de seleção entre e dentro de famílias efetuadas no local da predição e através das respostas correlacionadas das seleções efetuadas em um dos outros locais são apresentadas na TABELA 9.

TABELA 9 - Ganhos genéticos entre progênies, dentro de progênies e total para o local x, por seleção no local y.

LOCAL DA RESPOSTA (x)	GANHOS GENÉTICOS*	LOCAL DA SELEÇÃO (y)			ANÁLISE CONJUNTA
		PP	MD	IP	
Paraguaçu Paulista	G_e (x|y)	7,55	4,42	6,97	
	G_d (x|y)	12,70	6,83	12,08	
	G (x|y)	20,25	11,25	19,05	
Manduri	G_e (x|y)	4,43	8,18	6,84	
	G_d (x|y)	7,45	12,65	11,85	
	G (x|y)	11,87	20,83	18,68	
Itapetininga	G_e (x|y)	4,39	4,30	5,15	
	G_d (x|y)	7,38	6,65	8,92	
	G (x|y)	11,77	10,94	14,07	
	G_e (x|y)				6,65
	G_d (x|y)				9,68
	G (x|y)				16,33

(*) G_e (x|y) - ganho genético entre progênies; G_d (x|y) - ganho genético dentro de progênies e G(x|y) - ganho genético total, para o local x, por seleção no local y.

Comparando os ganhos genéticos entre e dentro de progênies antes da multiplicação pelos valores de intensidade de seleção (i) percebe-se que a seleção mais intensa deve ocorrer entre indivíduos dentro das famílias, optando-se por seleção de 30% das famílias (8 famílias) com i = 1,08, e 20% dentro das famílias (1 planta) com i = 1,16.

A TABELA 10 apresenta os mesmos parâmetros relacionados na TABELA 9, neste caso, em termos de porcentagem da média do local resposta do ganho referido.

TABELA 10 - Ganhos genéticos entre progênies, dentro de progênies e total para o local x, por seleção no local y, em termos de porcentagem da média (x).

LOCAL DA RESPOSTA (x)	GANHOS GENÉTICOS %*	LOCAL DA SELEÇÃO (y)			ANÁLISE CONJUNTA
		PP	MD	IP	
Paraguaçu Paulista	G_e (x|y)	19,53	11,43	18,04	
	G_d (x|y)	32,84	17,67	31,24	
	G (x|y)	52,37	29,10	49,27	
Manduri	G_e (x|y)	8,79	16,24	13,57	
	G_d (x|y)	14,78	25,11	23,51	
	G (x|y)	23,56	41,35	37,08	
Itapetininga	G_e (x|y)	17,55	17,17	20,58	
	G_d (x|y)	29,51	26,56	35,65	
	G (x|y)	47,06	43,74	56,24	
	G_e (x|y)				17,49
	G_d (x|y)				25,46
	G (x|y)				42,95

(*) G_e (x|y) - ganho genético entre progênies; G_d (x|y) - ganho genético dentro de progênies e G (x|y) - ganho genético total, para o local x, por seleção no local y.

As TABELAS 9 e 10 mostram que os maiores ganhos entre e dentro de progênies e total para os três locais foram obtidos através de seleção no próprio local, embora a seleção efetuada em Itapetininga tenha proporcionado respostas correlacionadas bastante próximas aos ganhos genéticos tanto para Paraguaçu Paulista quanto para Manduri, com perdas de 3,10% e 4,27%, respectivamente.

Observa-se que os ganhos genéticos absolutos foram maiores em Paraguaçu Paulista e Manduri com relação a Itapetininga, mas quando se consideram os ganhos relativos o maior progresso se deu em Itapetininga (56,24%), seguido de Paraguaçu Paulista (52,37%) e com Manduri em último lugar (41,35%). Dada a alta produção obtida em Manduri a variabilidade ocorrida, embora alta, foi relativamente menos expressiva que nos outros locais. As respostas correlacionadas das TABELAS 9 e 10 concordam com as estimativas de correlação apresentadas à TABELA 8.

A efetividade da seleção em cada local, dada pela relação entre o ganho genético em cada um dos locais e o ganho estimado na análise conjunta, foi de 121,93% para Paraguaçu Paulista, 96,27% para Manduri e 130,94% para Itapetininga, enquanto o progresso genético médio entre os três locais, com relação ao ganho genético esperado via análise conjunta, foi da ordem de 116,46%. Em média, a perda no ganho genético, ao se efetuar a seleção baseada nos resultados da análise conjunta, seria de 7,04%, mas considerando-se o progresso em cada local as perdas seriam de 9,42% e 13,29% em Paraguaçu Paulista e Itapetininga, respectivamente. Com respeito ao ganho genético previsto para Manduri, haveria um acréscimo de 1,6% por seleção através da análise conjunta.

Diante dos resultados, algumas considerações podem ser colocadas: GODDARD (1977) e KAGEYAMA (1986) propõem a separação das progênies em sub-populações, quando da presença de interação significativa, o que, no entanto, acarretaria perdas na base genética para a continuidade do programa através de sub-populações. Por outro lado, conforme o valor alcançado pela razão

$\hat{\sigma}^2_{pl} / \hat{\sigma}^2_p$ (0,19), bem abaixo do valor crítico de Shelbourne (1972) citado por MATHESON & RAYMOND (1984), é indicada a seleção em um dos locais.

Se as seleções forem efetuadas em Itapetininga as perdas em progresso genético serão relativamente pequenas e se poderá trabalhar com um programa único de melhoramento.

Um programa único para seleções também na primeira geração de melhoramento poderia ser levado a efeito em Itapetininga, sem grandes perdas no progresso genético.

Os ensaios devem ser ainda avaliados em idades futuras objetivando observar a evolução da interação genótipos por locais, conforme preconiza KAGEYAMA (1986).

5 CONCLUSÕES

Os resultados apresentados neste artigo permitem as seguintes conclusões com relação à produção de resina:

a) as progênies selecionadas inicialmente através de seleção massal devem constituir uma única população com testes de progênies instalados em diversos locais do Estado de São Paulo;
b) a diferença significativa entre as progênies nos três locais estudados, juntamente com valores expressivos obtidos para as estimativas dos coeficientes de herdabilidade e de variação genética, indicam a possibilidade de ganhos genéticos através da seleção;
c) aos dois anos de idade foi constatada a existência de interação significativa entre progênies e locais que, no entanto, não é problemática dada a alta correlação genética média através dos ambientes, 0,76;
d) a seleção com base na média dos três locais não contribui para aumentar o ganho genético, e
e) a seleção baseada em um local (Itapetininga) permite a obtenção de material melhorado, para os três locais, sem perda significativa de ganho genético.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROS, N. F. de. 1986. A interação genótipo-solo em espécies florestais. In: REUNIÃO SOBRE INTERAÇÃO DO GENÓTIPO COM CLIMA E SOLO, Piracicaba, out. 23-24, 1986. Piracicaba, Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. p. 11-13.

COCHRAN, W. & COX, G. M. 1981. *Diseños experimentales*. 7. ed. México, Editorial Trillas S. A. 661p.

FERRAZ, E. E. B. 1986. Clima e produtividade primária. In: REUNIÃO SOBRE INTERAÇÃO DO GENÓTIPO COM CLIMA E SOLO, Piracicaba, out. 23-24, 1986. Piracicaba, Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. p. 14-15.

FERREIRA, M. 1986. Interação genótipo por ambiente e sua importância na seleção de espécies/procedências. In: REUNIÃO SOBRE INTERAÇÃO DO GENÓTIPO COM CLIMA E SOLO, Piracicaba, out. 23-24, 1986. Piracicaba, Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. p. 16-17.

GODDARD, R. E. 1977. Genotype by environment interaction in slash pine. In: THIRD WORLD CONSULTATION ON FOREST TREE BREEDING, 4, Canberra, March 21-26, 1977. *Anais*... Gainesville, FAO/IUFRO. 8p.

GOLFARI, L. 1967. Coníferas aptas para repoblaciones forestales en el Estado de São Paulo. *Silvic. S. Paulo*, São Paulo, *6*:7-57.

GURGEL GARRIDO, L. M. do A. & KAGEYAMA, P. Y. 1986/1988. Teste de progênies precoce de meios-irmãos de *Pinus elliottii* var. *elliottii* de árvores superiores para produção de resina. *Silvic. S. Paulo*, São Paulo, *20/22*:31-39.

JOHNSON, G. R. & BURDON, R. D. 1990. Family-site interaction in *Pinus radiata*: implications for progeny testing strategy and regionalised breeding in New Zealand. *Silvae Genetica*, Reinbek, *39*(2):55-62.

KAGEYAMA, P. Y. 1986. Interação de genótipos por ambientes. In: REUNIÃO SOBRE INTERAÇÃO DO GENÓTIPO COM CLIMA E SOLO, Piracicaba, out. 23-24, 1986. Piracicaba, Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. p. 18-20.

MATHESON, A. C. & RAYMOND, C. A. 1984. Effects of thinning in progeny tests on estimates of genetic parameters in *Pinus radiata*. *Silvae Genetica*, Reinbek, *33*(4-5):125-128.

MIRANDA FILHO, J. B. 1987. Princípios de experimentação e análise estatística. In: PATERNIANI, E. & VIÉGAS, G. P. *Melhoramento e produção do milho*. Campinas, Fundação Cargill. v. 2. p. 765-795.

MORI, E. S. & DE LELLO, L. R. B. 1986. Interação genótipo por clima e solo. In: REUNIÃO SOBRE INTERAÇÃO DO GENÓTIPO COM CLIMA E SOLO, Piracicaba, out. 23-24, 1986. Piracicaba, Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. p. 1-7.

PEDERICK, L. A. 1990. Family x site interactions in *Pinus radiata* in Victoria, Australia, and implications for breeding strategy. *Silvae Genetica*, Reinbek, *39*(3-4):134-140.

SECRETARIA DA AGRICULTURA. 1986. *Classificação dos solos do Estado de São Paulo*. Campinas, CECOR - DEXTRU/CATI. 4p.

TAUER, C. G. & McNEW, R. W. 1985. Inheritance and correlation of growth of shortleaf pine in two environments. *Silvae Genetica*, Reinbek, *34*(1):5-11.

VAN BUIJTENEN, J. P. 1978. Response of "lost pines" seed sources to site quality. In: FIFTH NORTH AMERICAN FOREST BIOLOGY WORKSHOP, 5, Gainesville, March 13-15, 1978. *Anais*... Gainesville, Texas Forest Service. 7p.

VAN HAVERBEKE, D. F. 1986. *Genetic variation in ponderosa pine: a 15-year test of provenances in the great plains*. Fort Collins, USDA, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. 16p. (Research Paper RM, 265)

VEIGA, A. de A. 1975. *Balanços hídricos das dependências da Divisão de Florestas e Estações Experimentais*. São Paulo, Instituto Florestal. 33p. (apostila)

VENCOVSKY, R. & BARRIGA, P. 1992. *Genética biométrica no fitomelhoramento*. São Paulo, Sociedade Brasileira de Genética. 496p.

WOOLASTON, R. R.; KANOWSKI, P. J. & NIKLES, D. G. 1991. Genotype-environment interactions in *Pinus caribaea* var. *hondurensis* in Queensland, Australia. I. Population x site interactions. *Silvae Genetica*, Reinbek, *40*(5-6):224-228.

COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLÓGICA DO PARQUE ESTADUAL MATA SÃO FRANCISCO[1]

Maria Vitória Duarte Ferrari TOMÉ[2]
Édison MIGLIORANZA[3]
Astolpho Henrique Tibúrcio VILHENA[4]
Ésio de Pádua FONSECA[3]

RESUMO

O maior remanescente da biodiversidade da floresta perenifólia estacional de baixa altitude, localizado no extremo norte do Paraná, entre os municípios de Santa Mariana e Cornélio Procópio, Paraná, 23°15'39"S e 50°45'45"W, necessita de um plano de recuperação e manutenção. Devido à sua transformação em Parque Estadual pelo Decreto Estadual nº 4333/94, diminuíram alguns problemas como exploração madeireira, caçadores e fogo, que consistiam em ameaças constantes. Visando contribuir com sua recuperação, realizou-se um levantamento de sua composição florística e fitossociológica, para caracterizá-lo quanto à sua fisionomia e espécies principais e fornecer informações sobre fenologia. A área amostral foi de 25000 m^2, com parcelas de 200 m^2. Estimaram-se 806,4 indivíduos por hectare, identificados em 36 famílias botânicas, abrangendo 69 gêneros e 85 espécies. Para cada espécie foram estimadas, freqüência, abundância, dominância relativas, Índice de Valor de Importância, e registrada a época de florescimento e frutificação, observada no período de 1994 a 1997. A Mata São Francisco apresenta indícios de degradação, detectada pelos maiores índices de importância, que foram atribuídos a espécies dos primeiros estádios sucessionais, pelos baixos índices de importância ou ausência de indivíduos de algumas famílias, como Myrtaceae, que figura como uma das famílias mais importantes em outros fragmentos da região. Outros indicadores da degradação podem ser a ausência de gradiente de conservação crescente no sentido borda interior, distribuição diamétrica irregular de espécies como *Aspidosperma polyneuron* M. Arg., com ausência de indivíduos em algumas classes de diâmetro, indicando o corte seletivo, e, finalmente, pela presença de taquara (*Lasiacis* sp), em 57,6% da área amostrada, que dificultam a regeneração natural. No entanto, esse fragmento encontra-se em fase de recuperação, que pode ser acelerada por um plano de manejo, visando como medidas mais urgentes o enriquecimento de clareiras com espécies pioneiras e secundárias, plantio de quebra-ventos em toda a borda e manejo de cipós e taquara.

Palavras-chave: fitossociologia; florística: fragmento florestal; norte do Paraná; manejo florestal.

ABSTRACT

The largest remainder of the biodiversity of the subtropical forest, located in the far North of Paraná State, Brazil, between the municipal districts of Santa Mariana and Cornélio Procópio, 23°15'39"S and 50°45'45"W, needs a recovery and maintenance plan. Due to its transformation in State Park through the State Ordinance nº 4333/94, some problems decreased as wood exploitation, hunters and fire, which consisted of constant menaces. In order to contribute for its recovery, a study was carried out on its floristic and phytosociological composition, to characterize its physiognomy and main species and supply phenology information. The research area (25000 m^2) was divided into 125 plots of 200 m^2 each. It was estimated 806.4 individuals for hectare, identified in 36 botanical families, embracing 69 genera and 85 species. For each species it was calculated relative frequency, abundance, dominance and Index of Value of Importance, registered the bloom periods and observed fructification from 1994 to 1997. It was found that the São Francisco Forest presents degradation aspects, detected by higher indexes of value of importance reached by species that are characteristic of the first successional stages. It was also observed smaller indexes of values of importance or even absence of species belonging to certain botanical families, like Myrtaceae, which are considered as the most important in another fragments of the area. Other strong indicators of degradation were: absence of conservation gradient from edges to interior, irregular diametrical distribution of species as *Aspidosperma polyneuron* M. Arg., absence of individuals in some diameter classes and, finally, presence of taquara (*Lasiacis* sp), in 57.6% of the sampled area.

Key words: phytosociology; floristic; forest fragment; North Paraná State; forest management.

(1) Projeto financiado pela Fundação O Boticário de Proteção à Natureza. Aceito para publicação em abril de 1999.
(2) Agromídia Software Ltda., Caixa Postal 92, 36570-000, Viçosa, MG, Brasil.
(3) Universidade Estadual de Londrina, Caixa Postal 6001, 86051-990, Londrina, PR, Brasil.
(4) Grupo Vida Verde de Cornélio Procópio, Rua Alagoas, 686, 86300-000, Cornélio Procópio, PR, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

A área coberta por florestas no Estado do Paraná era aproximadamente 85% no início do século. A expansão da agricultura foi um dos principais fatores que ocasionaram o desmatamento, sendo que em 1980 sua superfície contava com apenas 20% de florestas (INOUE *et al.*, 1984; CARPANEZZI, 1986).

A região norte do Paraná, provavelmente devido ao elevado nível de fertilidade de seu solo e relevo favorável à agricultura, teve, a partir do início de sua exploração, há cerca de setenta anos, sua cobertura florestal original quase que totalmente removida. A vegetação natural remanescente ficou fragmentada em pequenas áreas, em propriedades particulares, ilhadas por culturas agrícolas, abandonadas e sujeitas a perturbações de diferentes naturezas, consistindo nos últimos representantes da biodiversidade nativa de boa parte da vegetação florestal.

Segundo VIANA (1990), a fragmentação contribui para a ocorrência de mudanças imediatas e pronunciadas, devido a alterações da luminosidade, temperatura, umidade e velocidade do vento, principalmente nas bordas dos fragmentos, tendo, como conseqüências, alterações na composição florística, na estrutura fitossociológica e nas populações animais.

O Parque Estadual Mata São Francisco, com 840 ha, está ilhado por culturas de cereais, cana-de-açúcar, pastagem, e está sujeito, além dos fatores comuns às áreas fragmentadas, a problemas específicos, como a competição com gramíneas que constituem a bordadura, agrotóxicos e perturbações como fogo e caçadores. Portanto, torna-se necessário, proceder estudos sobre a flora e fauna, a fim de nortear e estabelecer futuros planos de manejo para a área.

Segundo MAGRO *et al.* (1992) a vegetação reflete o conjunto das condições ambientais requeridas pelas espécies animais e seu estudo pode ser um instrumento importante para avaliação da fauna, determinando presença, abundância, densidade e freqüência das populações animais.

O objetivo deste trabalho foi determinar a composição florística e a estrutura fitossociológica desse fragmento florestal, caracterizá-lo quanto à sua fisionomia e espécies principais e fornecer informações a respeito da fenologia das espécies encontradas, contribuindo para a preservação e enriquecimento das espécies arbóreas e estabelecimento de planos de recuperação e manejo.

2 MATERIAL E MÉTODO

A Mata São Francisco localiza-se entre os municípios de Santa Mariana e Cornélio Procópio, Paraná, latitude 23°15'39"S e longitude 50°45'45"W. Foi transformada em Parque Estadual pelo Decreto Estadual nº 4333/94, permanecendo sob propriedade particular até 1998.

O clima da região, segundo classificação de Köppen, caracteriza-se como subtropical úmido, seco no inverno, com pequena deficiência hídrica, sendo que a temperatura média, em todos os meses do ano é superior a 10°C, e no mês mais quente, fevereiro, é superior a 22°C. Segundo INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ (1994), a precipitação anual média é 1443 mm distribuídos irregularmente durante o ano e a direção predominante dos ventos é sudeste. A umidade relativa média anual é de 70%.

Conforme EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (1984), as unidades de solo que predominam na mata são Latossolo Roxo Eutrófico e Terra Roxa Estruturada Eutrófica, com inclusões de Brunizem Avermelhado e Hidromórficos, todos considerados como solos de alta fertilidade. As classes de relevo encontradas na área são: plano (35%), suave ondulado (30%), ondulado (20%) e forte ondulado (15%). A profundidade efetiva do solo varia de moderadamente raso (50 a 100 cm) em 5%; profundo (100 a 200 cm) em 25%, a muito profundo (acima de 200 cm) em 70% da área.

A Mata São Francisco tem formato aproximadamente retangular, ficando os lados de maior comprimento, nas faces norte e sul. Para o levantamento da vegetação, foram abertas, a cada 500 m, sete trilhas paralelas no sentido norte-sul, sendo que a primeira trilha foi situada a 200 m de distância da face oeste.

A partir da face norte, a cada 100 m lineares, foram lançadas 125 parcelas de (20 x 10) m, num total de 25.000 m^2, em 14300 m de trilhas. Foram identificados todos os indivíduos arbóreos, com Circunferência à Altura do Peito (CAP) superior a 15 cm, estimadas a altura do fuste e altura total, utilizando-se fita diamétrica e régua graduada. Também foi estimada a ocorrência de taquara (*Lasiacis* sp) em porcentagem da área de cada parcela. Todo material botânico fértil foi coletado, herborizado, identificado no Museu Botânico Municipal de Curitiba - PR e arquivado em herbário.

As características fitossociológicas estimadas foram: abundância, freqüência, dominância relativas e Índice de Valor de Importância (IVI), conforme MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG (1974).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de árvores/ha estimado foi 806,4. Foram identificadas 36 famílias botânicas, abrangendo 69 gêneros e 85 espécies. TOMÉ *et al.* (1994) verificaram, em levantamento da borda do mesmo fragmento, 36 famílias e 85 espécies. Além da coincidência numérica, de modo geral a fisionomia do interior do fragmento é semelhante à borda.

As famílias mais importantes, em ordem decrescente do número de indivíduos foram Euphorbiaceae, Mimosaceae, Meliaceae, Phytolaccaceae, Fabaceae, Moraceae, Lauraceae, Rutaceae e Myrtaceae (FIGURA 1). A família Euphorbiaceae é representada em 32,25% por *Croton floribundus* Spreng.

Em levantamentos florísticos e fitossociológicos realizados pela UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA (1993), em remanescentes florestais próximos à Mata São Francisco, as famílias Myrtaceae, Flacourtiaceae, Lauraceae, Sapindaceae e Euphorbiaceae figuram como as mais importantes, diferindo dos resultados obtidos no presente estudo.

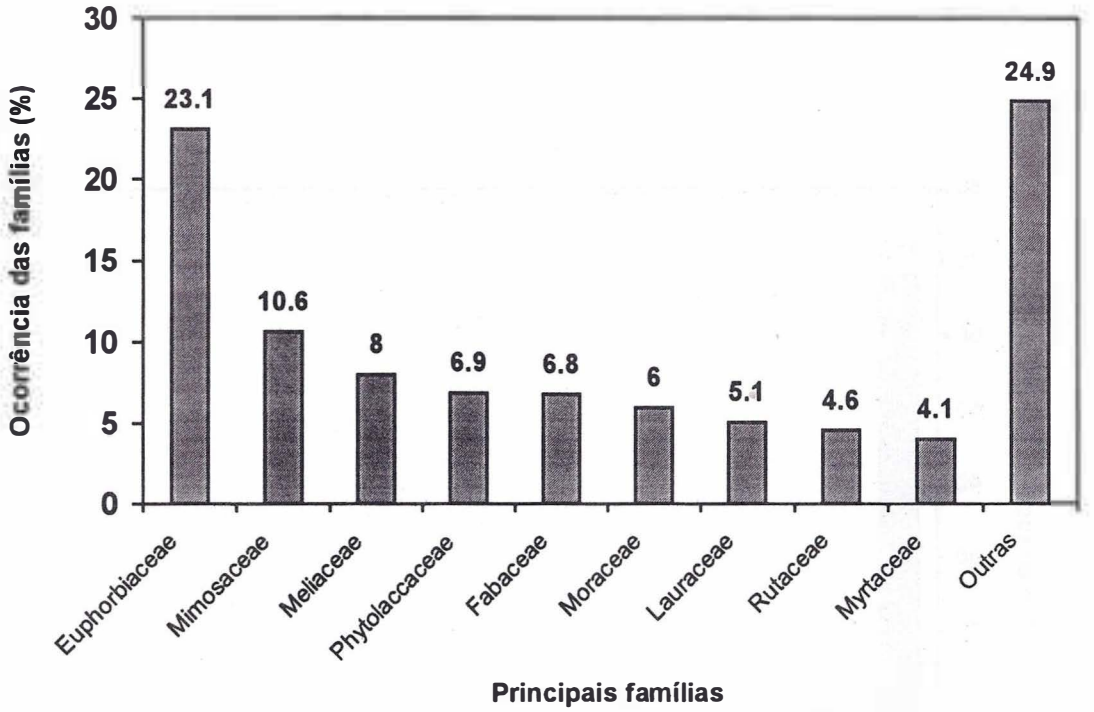


FIGURA 1 - Distribuição percentual das famílias botânicas amostradas no Parque Estadual Mata São Francisco, Santa Mariana, Paraná.

A família Myrtaceae é uma das mais importantes nas florestas do Sudeste e Sul brasileiros, sendo fundamental no processo de recomposição florestal, pois produz frutos comestíveis, para avifauna, além de grande produção de pólen, atraindo intensa visitação por abelhas. No entanto, na Mata São Francisco a família Myrtaceae é representada por apenas 4,1% do total de indivíduos amostrados.

A família Lauraceae figura como a segunda mais importante na bacia do rio Tibagi, e a sétima na Mata São Francisco, com 5,1% do total dos indivíduos amostrados. As espécies dessa família são recomendadas para o enriquecimento ou adensamento de áreas ciliares, devido ao seu bom desenvolvimento em ambientes com pouca luminosidade, sendo que seus frutos também servem de alimento para a fauna.

Os resultados obtidos neste estudo diferem dos demais trabalhos em áreas da região, como SILVA *et al.* (1992), SOARES-SILVA *et al.* (1992) e UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA (1993), devido a uma série de perturbações verificadas no Parque Estadual Mata São Francisco, destacando-se a exploração madeireira irregular da área, em passado recente, condicionada pelo relevo. Outro fator relevante é que trilhas estabelecidas para exploração, de forma desordenada, transformaram a mata em um mosaico, composto por áreas de variável grau de exploração, entremeadas por áreas onde a vegetação foi preservada.

Nos locais de fácil acesso as árvores de peroba (*Aspidosperma polyneuron* M. Arg.) foram sistematicamente cortadas em várias partes do fragmento, por ser uma madeira de alta demanda no mercado. A ocorrência de indivíduos com CAP mais elevado pode ser considerada como indicativo de que se trata de uma porção preservada dentro do fragmento que ocorre, em geral, em áreas de elevada declividade, de difícil acesso à exploração.

A peroba apresenta distribuição diamétrica irregular na área amostrada, com interrupção nas classes de maior CAP, confirmando os efeitos da exploração desordenada, que contribuíram para a degradação do fragmento (FIGURA 2).

Aliado a esse fator, também ocorreu há cerca de 30 anos um incêndio florestal, danificando aproximadamente 20% da área total do Parque. Além disso, há grandes clareiras naturais formadas pela ação do vento. Isso explica a inexistência de um gradiente de conservação crescente no sentido borda interior, preconizado por WALDHOFF & VIANA (1993).

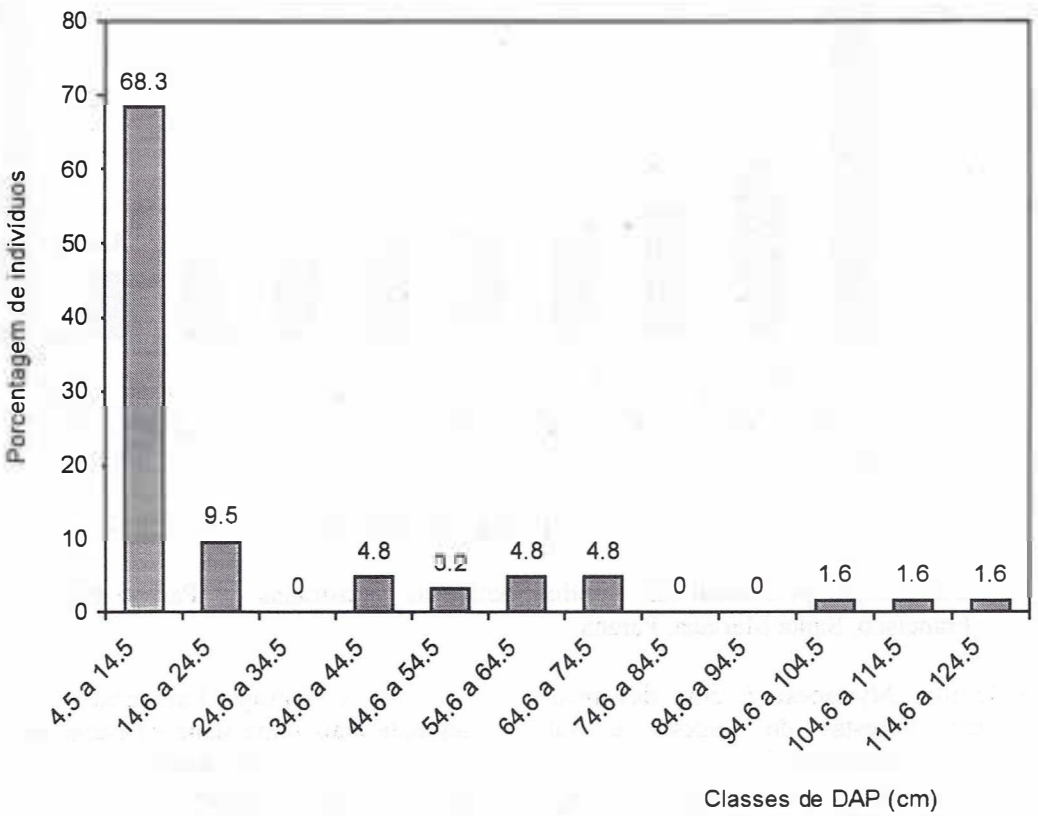


FIGURA 2 - Distribuição diamétrica de indivíduos de *Aspidosperma polyneuron* amostrados na Mata São Francisco.

A borda da mata permanece constantemente influenciada por gramíneas, predominantemente *Panicum maximum* Jacq., que alcançam 2,0 m de altura, formando, em média, uma faixa de 3,0 m de largura. Esse fator, associado às condições climáticas características da região, com inverno seco, torna a área susceptível ao fogo.

Um forte indicativo da degradação do fragmento foi a presença de taquara (*Lasiacis* sp), que ocorreu em 53 parcelas, cobrindo 57,6% da área amostrada, sendo que em oito parcelas a taquara ocorre em 10% da área. Em cinco parcelas ocorre taquara em 25% da área, em 15 parcelas ocorre em 50% da área e em 35 parcelas a taquara cobre 100% da área amostrada. A taquara se desenvolve em maciços de área variável. Quanto maior a área em que é observada, menos ocorre regeneração natural. Em áreas de maior ocorrência não ocorrem plântulas, vegetação de sub-bosque ou árvores jovens dos estratos superiores. Sua presença, portanto, pode ser utilizada como parâmetro para avaliação da degradação do fragmento.

Levantamentos realizados na região com mateiros, madeireiros, fazendeiros além de informações pessoais do Diretor do Museu Botânico de Curitiba, Gert Hatschbach, e levantamentos bibliográficos (SILVA *et al.*, 1992; SOARES-SILVA *et al.*, 1992 e UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA, 1993), permitem enumerar cerca de 110 espécies arbóreas nativas da região, porém, no Parque Estadual Mata São Francisco foram amostradas 85. Algumas espécies como *Machaerium nyctitans* (Vell.) Benth., *Ocotea porosa* (Ness.) L. Barroso Barr., *Luehea divaricata* Mart., *Copaifera langsdorffii* Desf., *Esenbeckia febrifuga* (St. Hil.) A. Juss. ex Mart., *Bauhinia forficata* Link. e *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub., observadas em fragmentos próximos, não foram localizadas na Mata São Francisco. Das espécies amostradas, 55,43% apresentam abundância inferior a 6 indivíduos/ha, sendo classificadas como raras, conforme OLIVEIRA & ROTTA (1982).

A população de *Euterpe edulis* Mart. (palmiteiro), espécie característica de sub-bosque e indicador do estado de conservação de um povoamento florestal foi estimada em 2,4 indivíduos/ha, todos jovens, sem observação de ocorrência de plântulas.

A estrutura horizontal da Mata São Francisco, e informações sobre a época de floração e frutificação, observados no período de 1994 a 1997, encontram-se na TABELA 1. Considerando que dentre outros fatores, a vegetação significa disponibilidade de alimento para animais, decidiu-se relatar as informações sobre a floração e a distribuição de frutos e sementes ao longo do ano. Esses dados poderão contribuir para futuros estudos sobre a capacidade de sustentação de fauna pelo fragmento e regeneração das espécies arbóreas, para eventual utilização dessa área como banco de germoplasma.

As espécies mais abundantes foram *Sebastiania brasiliensis* Spreng., *Croton floribundus* Spreng., *Gallesia integrifolia* Spreng. e *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) Macbr.

Muitas espécies apresentam-se como raras nessa área, com baixos valores de abundância, freqüência e dominância relativas, e consequentemente, baixo **IVI**, em função da degradação que ocorreu na área, o que dificulta avaliar a importância ecológica em relação às condições naturais. Assim, a necessidade de preservação dessas espécies e seu uso para enriquecimento poderão ser melhor avaliados analisando-se, comparativamente, os resultados de outros estudos em áreas próximas à região. Dentre as espécies, consideradas raras, por apresentarem menos de 6 indivíduos/ha, destacam-se *Annona cacans* Warm., *Cupania vernalis* Camb., *Myrciaria* sp, *Myrocarpus frondosus* Fr. All., *Piper* sp, *Prockia crucis*, *Rauwolfia sellowii* Müell. Arg., *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs, *Solanum* sp e *Trichilia pallida* Swartz.

Dentre as espécies mais freqüentes, destacam-se *G. integrifolia*, *C. floribundus*, *S. brasiliensis*, *P. gonoacantha*, *Sorocea bonplandii* (Baill.) Burger, Lanjow & Boer e *Pachystroma longifolium* (Nees.) M. C. Johnston, confirmando os resultados de TOMÉ *et al.* (1994), que identificaram as mesmas espécies como mais freqüentes. O fato de espécies como *C. floribundus*, características dos estádios iniciais de sucessão, ocorrerem entre as cinco espécies mais abundantes, freqüentes e dominantes, é mais um indicador de que o fragmento se encontra degradado.

OLIVEIRA & ROTTA (1982) consideram que as espécies com distribuição mais contínuas são aquelas que aparecem em no mínimo 50% das parcelas, como é o caso da *G. integrifolia*. As outras seis espécies, apesar de terem uma freqüência entre 35 e 45%, distribuem-se por toda a área amostrada.

TABELA 1 - Espécies arbóreas amostradas no Parque Estadual Mata São Francisco, classificadas por ordem decrescente de IVI, época de florescimento e frutificação. DR = Dominância Relativa; AR = Abundância Relativa; FR = Freqüência Relativa; IVI = Índice de Valor de Importância.

Espécie	Florescimento	Frutificação	Número de Indivíduos	DR (%)	AR (%)	FR (%)	IVI (%)
Gallesia integrifolia (Spreng) Harms	Fev./Abr.	Abr.	129	20,55	6,40	4,98	31,93
Croton floribundus Spreng.	Ago./Dez.	Ago./Dez.	149	8,15	7,39	4,42	19,96
Piptadenia gonoacantha (Mart.) Macbr.	Out./Nov.	Mar./Abr.	83	6,11	4,12	3,87	14,10
Sebastiania brasiliensis Spreng.	Fev./Ago.	Abr./Ago.	158	1,00	7,84	4,11	12,94
Pachystroma longifolium (Nees) I. M. Johnston	Nov.	Abr./Jun.	74	5,51	3,67	3,63	12,82
Nectandra megapotamica (Spreng) Mez	Jul./Out.	Jan./Fev.	55	7,51	2,73	2,45	12,69
Aspidosperma polyneuron Muell. Arg.	Ago.	Mar.	63	6,17	3,13	3,16	12,46
Alchornea glandulosa Poepp. & Endl.	Nov.	Jun.	67	3,10	3,32	3,32	9,74
Sorocea bonplandii (Baill.) Burger, Lanjow & Boer	Ago./Nov.	Dez./Fev.	92	0,49	4,56	3,71	8,77
Bougainvillea glabra Choisy	Dez./Jan.	Abr./Maio	52	2,58	2,58	3,40	8,56
Cabralea canjerana (Vell.) Mart.	Out./Nov.	Fev.	62	1,87	3,08	3,55	8,50
Astronium graveolens Jacq.	Ago.	Set.	66	2,00	3,27	3,00	8,27
Picramnia sp	Set./Out.	Nov./Dez.	59	1,57	2,93	2,76	7,26
Chrysophyllum gonocarpum (Mart. & Eichl.) Engl.	Out./Fev.	Abr./Jun.	48	1,05	2,38	3,08	6,51
Lonchocarpus guilleminianus (Tull.) Malme	Jul./Ago.	Fev./Maio	36	2,21	1,79	2,05	6,05
Inga marginata Willd.	Mar./Out.	Nov./Dez.	48	0,41	2,38	2,92	5,71
Balfourodendron riedelianum (Engl.) Engl.	Set.	Fev./Abr.	39	1,69	1,93	2,05	5,68
Jacaratia spinosa (Aubl.) A. DC.	Set./Out.	Jan./Mar.	35	1,88	1,74	1,90	5,51
Inga sp	Set./Nov.	Fev.	40	1,15	1,98	2,13	5,27
Centrolobium tomentosum Guill. ex Benth	Fev./Mar.	Jun./Jul.	36	1,33	1,79	2,13	5,24
Acacia polyphylla DC.	Fev./Mar.	Ago.	24	2,29	1,19	1,66	5,14
Metrodorea nigra St. Hill.	Out./Nov.	Mar./Maio	47	0,37	2,33	1,97	4,68
Eugenia sp	Set.	Dez.	36	0,37	1,79	2,13	4,29
Trichilia sp	Set.	Dez.	46	0,26	2,28	1,42	3,96
Ficus guaranitica Schodat	Set./Mar.	Dez./Maio	20	1,72	0,99	1,18	3,90
Campomanesia xanthocarpa Berg.	Set./Nov.	Dez.	25	0,95	1,24	1,58	3,77
Meliaceae sp1			32	0,42	1,59	1,74	3,75
Machaerium sp	Mar.	Mar.	34	0,61	1,69	1,42	3,72

continua

continuação - TABELA 1

Espécie	Florescimento	Frutificação	Número de Indivíduos	DR (%)	AR (%)	FR (%)	IVI (%)
Urera sp	Abr./Maio	Ago./Set.	30	0,35	1,49	1,82	3,66
Lonchocarpus muehlbergianus Hassler.	Jul./Ago.	Fev./Maio	22	0,89	1,09	1,34	3,32
Lauraceae sp2			24	0,58	1,19	1,50	3,27
Phytolacca dioica L.	Ago./Nov.	Nov.	9	1,78	0,45	0,63	2,86
Prunus sp	Maio	Jan./Mar.	17	0,76	0,84	1,26	2,86
Qualea sp	Set./Out.	Jan./Fev.	15	0,95	0,74	1,03	2,72
Holocalyx balansae Mich.	Set.	Dez./Jan.	15	0,89	0,74	1,03	2,66
Guaca sp	Set.	Fev.	19	0,24	0,94	1,34	2,52
Cecropia sp	Jun.	Ago.	20	0,22	0,99	1,11	2,31
Cedrela fissilis Vell.	Ago.	Nov./Dez.	8	1,14	0,40	0,63	2,17
Anadenanthera colubrina (Vell.) Brenan	Set.	Fev./Mar.	13	0,71	0,64	0,71	2,07
Lauraceae sp4			11	0,14	0,55	0,87	1,55
Rapanea umbellata (Mart.) Meg	Maio		12	0,05	0,60	0,87	1,51
Enterolobium contortisiliquum (Vell.) Morang	Set./Out.	Jul./Ago.	4	0,92	0,20	0,32	1,44
Alchornea triplinervia (Spreng.) Muell Arg.	Nov./Abr.	Jun.	13	0,25	0,64	0,47	1,36
Guarea guidonia (L.) Sleumer	Set./Nov.	Nov.	10	0,19	0,50	0,63	1,32
Lauraceae sp1			9	0,11	0,45	0,63	1,19
Colubrina glandulosa Perkins	Jun./Jul.	Mar./Abr.	4	0,61	0,20	0,32	1,13
Pseudobombax grandiflorum (Cav.)	Maio	Ago./Set.	5	0,46	0,25	0,39	1,10
Chorisia speciosa St. Hil.	Fev.	Jun./Jul.	3	0,67	0,15	0,24	1,06
Casearia gossypiosperma Briq	Set.	Out.	6	0,36	0,30	0,39	1,05
Não identificada sp1			7	0,18	0,35	0,47	1,00
Maclura tinctoria (L.) D. Don ex Steud.	Ago./Out.	Dez./Jan.	5	0,29	0,25	0,39	0,93
Bastardiopsis densiflora (Hook. et Arn.) Hass.	Jul./Ago.	Nov./Dez.	3	0,60	0,15	0,16	0,91
Jacaranda micrantha Cham.	Out./Nov.	Fev.	4	0,39	0,20	0,32	0,90
Trema micrantha (L.) Blume.	Nov./Fev.	Nov./Fev.	5	0,04	0,25	0,39	0,69
Didymopanax morototonii (Aubl.) Dene. et Planch.	Nov./Dez.	Set./Out.	3	0,28	0,15	0,24	0,67
Pilocarpus pennatifolius Lem.	Maio	Jun.	5	0,02	0,25	0,39	0,66
Euterpe edulis Mart.	Set.	Mar./Maio	6	0,02	0,30	0,32	0,64
Heliocarpus americanus L.	Jul.	Jan./Fev.	3	0,25	0,15	0,24	0,64

continua

continuação - TABELA 1

Espécie	Florescimento	Frutificação	Número de Indivíduos	DR (%)	AR (%)	FR (%)	IVI (%)
Não identificada sp2			6	0,03	0,30	0,32	0,64
Ficus sp	Set./Abr.	Dez./Maio	2	0,35	0,10	0,16	0,61
Myroxylon peruiferum L.f.	Maio/Jun.	Nov./Dez.	3	0,18	0,15	0,24	0,57
Rauwolfia sellowii Müell. Arg.	Set./Dez.	Dez.	1	0,44	0,05	0,08	0,57
Diatenopteryx sp	Jan.	Ago./Set.	2	0,29	0,10	0,16	0,55
Machaerium scleroxylon Tul.	Set.	Nov./Dez	4	0,07	0,20	0,24	0,51
Syagrus romanzoffiana (Cham.) Glassm.	Set.	Mar./Maio	3	0,11	0,15	0,24	0,50
Não identificada sp5			3	0,07	0,15	0,24	0,45
Allophyllus sp			3	0,03	0,15	0,24	0,42
Lauraceae sp3			3	0,02	0,15	0,24	0,41
Annona sp	Ago.	Ago.	1	0,17	0,05	0,08	0,30
Aloysia virgata (Ruiz et Pav.) A. L. Juss	Jul./Out.	Fev.	2	0,03	0,10	0,16	0,29
Annona cacans Warm.	Ago.	Nov.	1	0,16	0,05	0,08	0,29
Cordia ecalyculata Vell.	Nov.	Mar.	2	0,02	0,10	0,16	0,28
Cordia trichotoma (Vell.) Arrab. ex Steud	Abr./Maio	Maio/Jun.	2	0,03	0,10	0,16	0,28
Sebastiania commersoniana (Baill.) Smith & Downs	Set./Out.	Fev./Mar.	1	0,15	0,05	0,08	0,28
Myrocarpus frondosus Fr. All.	Maio/Jun.	Nov./Dez.	1	0,13	0,05	0,08	0,26
Prockia crucis P. Browne ex Lin.	Ago./Nov.	Dez./Jan.	2	0,01	0,10	0,16	0,26
Não identificada sp3			1	0,01	0,05	0,08	0,14
Solanaceae sp1	Nov.		1	0,01	0,05	0,08	0,14
Solanum sp0	Set./Nov.	Jan./Fev.	1	0,01	0,05	0,08	0,14
Cupanea vernalis Camb.	Fev./Maio	Set./Out.	1	0,00	0,05	0,08	0,13
Myrciaria sp	Abr.	Jun.	1	0,01	0,05	0,08	0,13
Não identificada sp4			1	0,00	0,05	0,08	0,13
Piper sp	Out./Nov.		1	0,00	0,05	0,08	0,13
Solanaceae sp2			1	0,01	0,05	0,08	0,13
Trichilia pallida Swartz.	Fev./Abr.	Maio	1	0,00	0,05	0,08	0,13

As espécies dominantes são *G. integrifolia*, devido a elevados valores de abundância e área basal, seguida de *C. floribundus*, *P. gonoacantha*, *S. brasiliensis*, *P. longifolium*, *N. megapotamica*, *A. polyneuron*, *A. glandulosa*, *S. bonplandii* e *Bougainvillea glabra* Choisy. Comparando-se as espécies em termos de Índices de Valores de Importância (IVI), TABELA 1, observa-se que as espécies com maiores índices, como *G. integrifolia* e *C. floribundus* apresentam também elevadas abundância, freqüência e dominância. A espécie *S. brasiliensis*, característica de sub-bosque, teve elevado IVI, devido, predominantemente, aos valores de abundância. As espécies mais importantes em termos de IVI encontram-se na FIGURA 3.

O IVI das espécies arbóreas da Mata São Francisco também é um dos indicadores da degradação do fragmento, tanto pelas três espécies que figuram como as mais importantes, como pela ausência de espécies consideradas importantes nos levantamentos da bacia do rio Tibagi, como *Ocotea porosa* (Reich.) Ness., *Campomanesia xanthocarpa* Berg. e *Casearia sylvestris* Sw. (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA, 1993). O IVI estimado para as espécies arbóreas, em áreas não perturbadas, pode ser utilizado em planos de manejo, como indicador da importância ecológica, devido à influência das espécies mais freqüentes e dominantes nos processos básicos de manutenção da fauna, fornecendo abrigo e alimentação. Devido aos indícios de degradação da Mata São Francisco, a utilização desse índice fica comprometida, pois ele estará refletindo uma composição fortemente influenciada por componentes ativos não naturais.

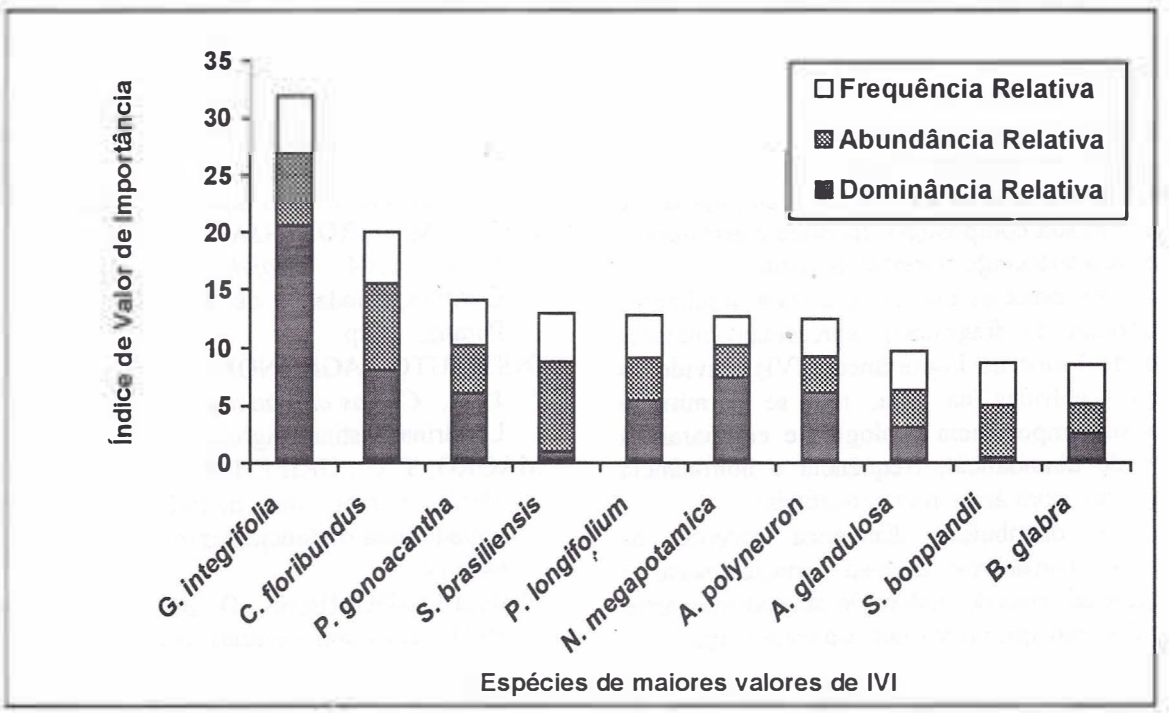


FIGURA 3 - Composição do Índice de Valor de Importância (IVI) das espécies amostradas no levantamento do Parque Estadual Mata São Francisco, Santa Mariana, Paraná.

Em um raio de 100 km o Parque Estadual Mata São Francisco é o maior remanescente da biodiversidade da região. Algumas espécies encontradas na Mata São Francisco, denotam a importância da vegetação, dentre elas *A. polyneuron*, *Astronium graveolens* Jacq., *Balfourodendron riedelianum* (Engl.) Engl., *Centrolobium tomentosum* Guill. ex Benth, *Lonchocarpus muehlbergianus* Hassler., *Casearia gossypiosperma* Briq. e *Myrocarpus frondosus* Fr. All. foram classificadas como raras, e, *Myroxylon peruiferum* L. f., em perigo de extinção, por HATSCHBACH & ZILLER (1995).

Esse levantamento permite demonstrar que através das espécies mais importantes, esse fragmento encontra-se, predominantemente, nos primeiros estádios sucessionais. Interrompendo-se várias ações antrópicas locais, como exploração madeireira, caça e risco de incêndios, garante-se a recuperação do povoamento, considerando-se o banco de sementes e todas as formas de vida existentes na área. É necessário também considerar que esse trabalho avaliou apenas a vegetação arbórea, e, que, além dessa, existem espécies arbustivas, herbáceas, epífitas, trepadeiras e lianas, que contribuem para a biodiversidade da região.

O processo de recuperação da vegetação arbórea pode ser acelerado tomando-se algumas ações como enriquecimento de clareiras com espécies pioneiras e secundárias, plantio de quebra-ventos em toda a borda e manejo de cipós e taquaras.

4 CONCLUSÕES

Este levantamento permite concluir que a Mata São Francisco apresenta elevado grau de degradação e não apresenta um gradiente de conservação no sentido borda interior, devido, principalmente, à ação antrópica. Porém, apesar de alterado em sua composição florística e estrutura, é o maior remanescente florestal da região.

As espécies que caracterizam atualmente a fisionomia do fragmento, apresentam maiores Índices de Valor de Importância (IVI), devido às alterações sofridas na área, não se permitindo avaliar sua importância ecológica e comparar os valores de abundância, freqüência e dominância das espécies, com áreas não perturbadas.

A distribuição diamétrica irregular da espécie *A. polyneuron* deve-se, principalmente à mesclagem de áreas de exploração de madeira e áreas de difícil acesso, que permitiram sua conservação.

A presença de taquara (*Lasiacis* sp) em 42% da área amostrada é um indicador da degradação da Mata São Francisco.

Apesar da degradação existente, essa área ainda abriga inúmeras espécies classificadas como raras e em perigo de extinção.

5 AGRADECIMENTOS

Ao professor Hilton Thadeu Zarate do Couto, Departamento de Ciências Florestais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", pelo apoio ao planejamento. Ao professor Juarez Barbosa Tomé Júnior, da Fundação Faculdade de Agronomia "Luiz Meneghel", pelo apoio, discussões e tabulação dos dados. Ao professor Sandremir de Carvalho, da Fundação Faculdade de Agronomia "Luiz Meneghel", pelas discussões e idéias sugeridas. À equipe de campo, Sr. Antenor Rabelo, Ana Petenaci, Júlio Cézar Cesco e Celso dos Santos, que tornaram possível a execução desse trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARPANEZZI, A. A. 1986. *Zoneamento ecológico para plantios florestais no Estado do Paraná.* Brasília, EMBRAPA-CNPF. 89p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação dos Solos. 1984. *Levantamento e reconhecimento dos solos do Estado do Paraná.* Londrina, IAPAR. 413p. (Boletim de Pesquisa, 27)

HATSCHBACH, G. G. & ZILLER, S. 1995. *Lista vermelha de plantas ameaçadas de extinção no Estado do Paraná.* Curitiba, Secretaria do Estado de Meio Ambiente. 139p.

INOUE, M. T.; RODERJAN, C. V. & KUNIYOSHI, Y. S. 1984. *Projeto Madeira do Paraná.* Curitiba, Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná. 260p.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. 1994. *Cartas climáticas do Estado do Paraná.* Londrina, Instituto Agronômico do Paraná. 49p.

MAGRO, T. C.; GRIFFITH, J. J. & ASPIAZU, C. 1992. Habitat - uma metodologia de avaliação voltada para o planejamento. *IPEF,* Piracicaba, (45):14-21.

MUELLER-DUMBOIS, D. & ELLENBERG, H. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology.* New York, John Wiley & Sons. 547p.

OLIVEIRA, Y. M. M. de O. & ROTTA, E. 1982. Levantamento da estrutura horizontal de uma mata de araucária do primeiro planalto paranaense. *Boletim de Pesquisa Florestal*, Curitiba, (4):1-41.

SILVA, S. M. *et al.* 1992. Composição florística e fitossociológica do componente arbóreo das florestas ciliares da bacia do rio Tibagi, Paraná: 2. Várzea do rio Bitumirim, Município de Ipiranga, PR. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, São Paulo, mar./abr. 29-3, 1992. *Anais... Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, *4*:192-198. Pt. 1. (Edição Especial)

SOARES-SILVA, L. H. *et al.* 1992. Composição florística e fitossociológica do componente arbóreo das florestas ciliares da bacia do rio Tibagi. 1. Fazenda Doralice, Ibiporã - PR. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, São Paulo, mar./abr. 29-3, 1992. *Anais... Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, *4*:199-206. Pt. 1. (Edição Especial)

TOMÉ, M. V. D. F.; VILHENA, A. T. & WEINBERG, B. 1994. S.O.S. - Mata São Francisco - inventário florístico preliminar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECOLOGIA, 2, Londrina, dez. 6-10, 1994. *Resumos...* Londrina, SBE/UEL. v. 1. p. 64.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA. 1993. *Aspectos da fauna e flora da bacia do rio Tibagi.* Londrina, UEL. v. 1. 72p. (Relatório Técnico-Científico, 3)

VIANA, V. M. 1990. Biologia e manejo de fragmentos de florestas naturais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos do Jordão-SP, set. 22-27, 1990. *Anais...* Campos do Jordão, SBS/SBEF. p. 113-118.

WALDHOFF, P. & VIANA, V. M. 1993. Efeito de borda em um fragmento da Mata Atlântica em Linhares. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7, Cuririba-PR, set. 19-24, 1993. *Anais...* Campos do Jordão, SBS/SBEF. p. 41-44.

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO SOLO DA SERRA DA CANTAREIRA REGIÃO DA PEDRA GRANDE (SÃO PAULO), POR ICP-AES*

Maria Isabel VALLILO**
Elisabeth de OLIVEIRA***

RESUMO

Dezesseis elementos inorgânicos (Ba, Ca, Mg, Fe, Al, Ti, V, Ni, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Pb, B e P) foram determinados no solo da Serra da Cantareira, região da Pedra Grande, São Paulo. As amostras de solo foram coletadas durante um ano, nas distâncias de 1 e 2 m da espécie *Croton floribundus* Spreng., tomada como referência, nas profundidades de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm. A solubilização ácida das amostras foi feita usando como fonte de aquecimento a radiação de microondas e os elementos inorgânicos foram determinados por ICP-AES. Os resultados mostraram que o solo é ácido e a presença de metais pesados, como Pb, Ni e Cd, evidenciou a possibilidade de contaminação antrópica em área considerada não poluída. A análise hierárquica dos "clusters" aplicada aos dados obtidos mostrou a influência de fatores climáticos nos teores dos elementos presentes no solo.

Palavras-chave: solo; elementos inorgânicos; forno de microondas; ICP-AES.

ABSTRACT

Sixteen inorganic elements (Ba, Ca, Mg, Fe, Al, Ti, V, Ni, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Pb, B and P) of the soil of Serra da Cantareira (SP) were determined. The samples of soil were collected during one year, in different sites at a depth of 0-20 cm and 20-40 cm and distance of 1 and 2 m of a *Croton floribundus* Spreng species. The acid decomposition of the soil was done using microwave radiation and the inorganic elements were determined by ICP-AES. The soil studied is acid and the presence of heavy metals such as Pb, Ni and Cd, showed the possibility of anthropic contamination in an area primely considered unpolluted. The hierarchical clusters analysis showed the influence of climate factors in the concentration of elements in the soil.

Key words: soils; inorganic elements; microwave oven; ICP-AES.

1 INTRODUÇÃO

O Parque Estadual da Cantareira, São Paulo, é um dos poucos ecossistemas florestais ainda preservados no Estado de São Paulo. Engloba uma rica flora e fauna, constituindo-se em um patrimônio de valor inestimável sob o ponto de vista químico, botânico e ecológico, a ser explorado cientificamente. Como parte do cinturão verde da cidade de São Paulo, desempenha um papel importante no clima desta metrópole, impedindo o avanço das ilhas de calor em direção à periferia e filtrando o ar poluído oriundo da área central da cidade de São Paulo (LOMBARDO, 1985) e abrigando parte dos mananciais hídricos que abastecem a cidade (SARTORI & PEREIRA, 1995). Esta área, antigamente conhecida como Reserva Estadual da Cantareira, localiza-se ao norte da cidade de São Paulo, onde ocupa uma área de 7900 ha a 23°22' de latitude Sul e 46°26' de longitude Oeste (BAITELLO *et al.*, 1993). Os solos são classificados como do tipo Podzólico Vermelho-Amarelo "Integrade" para Latosolo Vermelho-Amarelo (PVL I e II), com profundidades médias de 1 m e textura argilo-arenosa; Latosolo Vermelho-Amarelo "Integrade" para Podzólico Vermelho-Amarelo (LVP) e solos Aluviais (A), conforme estudos feitos por PFEIFER *et al.* (1981/82).

A queda das folhas ou a formação do manto de serapilheira sobre o solo exerce, no entanto, um papel preponderante na sua composição química, influindo na ciclagem de nutrientes, na umidade do solo, no desenvolvimento do sub-bosque e, em última análise, na formação e desenvolvimento do solo florestal. Este comportamento enriquece a camada superior do solo com elementos químicos e matéria orgânica (BATISTA *et al.*, 1996).

(*) Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor, apresentada em 25/09/1995 ao Instituto de Química da USP e aceito para publicação em maio de 1999.
(**) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil.
(***) Universidade de São Paulo, Instituto de Química, Caixa Postal 26077, 05599-970, São Paulo, SP, Brasil.

Por outro lado, a variabilidade espacial das características dos solos pode estar relacionadas a diversos fatores como: material de origem, clima, relevo, organismos e tempo e, por último, aos processos genéticos de formação do solo (JENNY, 1941).

A análise química e o histórico da área em estudo constituem os principais critérios para o diagnóstico da disponibilidade de elementos inorgânicos, cuja avaliação tem se mostrado difícil devido aos baixos teores em que alguns elementos são encontrados no solo (ABREU *et al.*, 1995). Nesse sentido, com a utilização de técnicas mais sensíveis e multielementares de espectrometria de emissão em plasma (ICP-AES) exige métodos de solubilização que sejam capazes de extrair vários elementos, principalmente para análises de metais pesados em amostras ambientais. RAIJ (1994), cita aqueles contendo soluções extratoras de acetato de amônio (Morgan, Mehlich - 1, Mehlich - 3, DTPA - TEA e DTPA - AB) como os mais usuais em análises de rotinas de solo.

Métodos de extração seqüencial também têm sido indicados na investigação de metais tóxicos (Cd, Pb, Cr, Ni) em solos contaminados. Vários procedimentos envolvendo concentrações e tipos de reagentes têm sido utilizados nessas extrações (ABREU *et al.*, 1995; POMBO, 1996; AMARAL SOBRINHO *et al.*, 1997).

Por outro lado, as aberturas clássicas além de demoradas (4 a 8 horas), muitas vezes utilizam aquecimento das amostras por chapa elétrica ou mufla em altas temperaturas acarretando, na maioria das vezes, perda de elementos voláteis (Zn, Cd, Pb), além de contaminação e/ou solubilização incompleta das amostras, VALLILO (1995).

Recentemente, novas fontes de energia estão sendo utilizadas para a decomposição ácida de diferentes tipos de amostras. Dentre elas, destaca-se a radiação de microondas que, a partir do trabalho de ABU-SAMRA *et al.* (1975), teve um grande desenvolvimento e aplicação.

Este trabalho visa, portanto, estudar inicialmente o solo com vistas a sua composição química e possível contaminação antrópica, em quatro diferentes épocas climáticas dos anos de 1992 e 1993. Os resultados obtidos, somados a novos estudos nessa área, formarão um banco de dados químicos que contribuirá para o conhecimento, a recuperação e a conservação desse ecossistema.

2 MATERIAIS E MÉTODO

2.1 Amostragem do Solo

As coletas de solos (FIGURA 1) foram realizadas com o auxílio de trado construído em aço inox, com a ponta em aço carbono e coletadas em duas profundidades de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm, após a retirada da serapilheira. Este procedimento foi feito em oito pontos diferentes, sendo 4 pontos à distância de 1 m e 4 pontos à distância de 2 m do tronco do exemplar de *Croton floribundus* Spreng (capexingui), de porte arbóreo, tomado como referência, e coletada e estudada em paralelo (VALLILO, 1998) com as amostras de solo, perfazendo um total de 16 amostras por coleta. As amostragens foram realizadas em diferentes períodos climáticos com diferentes índices pluviométricos e temperaturas médias conforme descritas na TABELA 1 com exceção para o mês de março de 1992, não medidos. No entanto, dados médios mensais compilados no período de 1968/1974 para o mês de março indicam uma precipitação de 167 mm e uma temperatura de 21,2°C (PFEIFER *et al.*, 1977/78).

As amostras foram reunidas e acondicionadas em sacos de polietileno, totalizando quatro amostras por coleta. Em seguida, foram secas à temperatura ambiente e trituradas manualmente na própria embalagem, até que os torrões de solo fossem destruídos, obtendo-se dessa maneira, amostras uniformes, para as quais determinaram-se a umidade e o pH.

2.2 Determinação da Umidade

As amostras foram pesadas em balança analítica (3,0 g) em cápsulas de porcelana previamente taradas e levadas à estufa na temperatura de 105°C, até peso constante. As determinações foram feitas em duplicatas.

2.3 Determinação da Acidez Livre, Ativa ou Atual do Solo

A determinação da acidez livre na solução do solo foi feita na relação solo-água 1:2,5 (m/v), através de um pH-metro da Metrohm, com eletrodo de vidro combinado, modelo E-532, conforme técnicas descritas por SOARES *et al.* (1980) e CAMARGO *et al.* (1986).

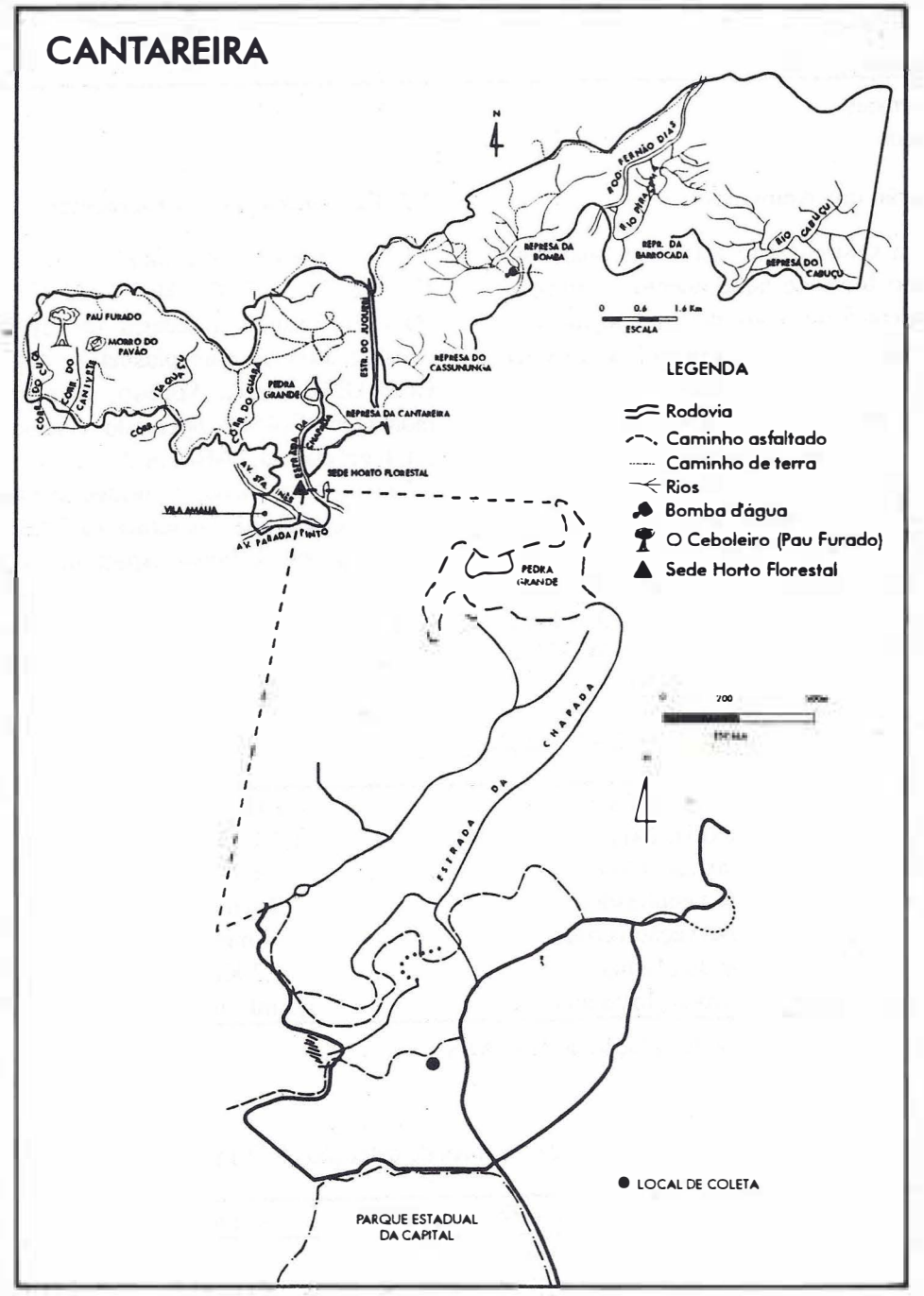


FIGURA 1 - Localização do local de coleta - Parque Estadual da Cantareira, São Paulo.

TABELA 1 - Dados meteorológicos do Instituto Florestal - Capital em 1992 e 1993.

Parâmetros*	Épocas de Coleta			
	10/03/92**	09/09/92	09/12/92	08/02/93
Temperatura (°C)	—	18,2	22,1	23,5
Umidade relativa (%)	—	76,5	75,2	77,5
Índice de precipitação (mm)	—	30,5	40,0	25,0

(*) Médias mensais.
(**) Não medidos.

2.4 Solubilização das Amostras

Para a solubilização ácida das amostras, utilizou-se como fonte de aquecimento a radiação de microondas em forno convencional, seguindo o procedimento analítico: pesou-se de 0,5 a 1,0 g da amostra e transferiu-se para o frasco de digestão; adicionou-se 10 mL de HNO_3 conc., colocando-se em seguida no carrossel do forno de microondas. Aplicou-se a potência de 1000W durante 10 minutos, obtendo-se pressão de 58 a 60 psi e temperatura máxima de 180°C. O solubilizado foi filtrado em papel de filtro quantitativo e o filtrado, recolhido em um balão volumétrico de 50 mL. O volume foi completado com água desionizada (HEWITT & REYNOLDS, 1990, e VALLILO, 1995).

2.5 Determinação dos Elementos

Foram determinados 16 elementos (Ba, Ca, Mg, Ti, V, P, Fe, Al, Ni, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Pb e B) usando a técnica de espectrometria de emissão atômica com plasma de argônio induzido (ICP-AES), marca Spectro, com monocromador montagem Roland, operando conforme condições estabelecidas na TABELA 2.

A leitura dos elementos foi feita nos comprimentos de ondas (λs) descritos na TABELA 3 e escolhidos através de linhas espectrais livres de interferências para os elementos de estudo através do próprio "software" do equipamento e dos espectros traçados da solução contendo somente o analito; da solução multielementar e, da amostra em estudo.

TABELA 2 - Condições de operação do sistema.

Gás refrigerante (Ar)	12 $L.min^{-1}$
Gás auxiliar (Ar)	1,2 $L.min^{-1}$
Gás de arraste (Ar)	1,0 $L.min^{-1}$
Pressão do nebulizador	2,6 psi
Altura de observação vertical	14 mm*
Potência do plasma	1,2 Kw
Velocidade de introdução da amostra	1,5 $mL.\ min^{-1}$

(*) Acima da bobina de indução do ICP-AES.

TABELA 3 - Comprimentos de onda (λs) e limites de detecção (L.D.) para cada elemento.

Elementos	λ (nm)	L.D.(μg.mL^{-1})	Elementos	λ (nm)	L.D.(μg.mL^{-1})
Ba	233,523	0,0048	Fe	239,562	0,0194
Ca	317,940	0,0137	Al	236,902	0,0429
Mg	285,210	0,0810	Ni	232,002	0,0118
Ti	307,864	0,0085	Cd	214,422	0,0117
V	312,522	0,0223	Co	231,161	0,0119
P	214,902	0,0869	Cr	267,717	0,0053
Cu	324,744	0,0040	Mn	257,615	0,0037
Pb	283,307	0,0057	B	249,766	0,0086

Para os testes de otimização do ICP-AES e solubilização das amostras de solo, utilizou-se os seguintes reagentes:

- soluções estoques dos elementos Ba, Ca, Mg, K, P, Ni, Cd, Fe, Mn, Co, Al, Zn, Cu, Ti, V e Pb na concentração de 1000 μg/mL, em meio ácido nítrico a 10% (v/v); a partir de sais e óxidos dos elementos, todos de grau analítico. Para o preparo das soluções foi utilizada água recém destilada e desionizada;
- HNO_3 PA. - 65% (m/v), Merck;
- H_2O_2 a 30 % em volume, Merck, e
- solução de HNO_3 a 1 e 10% (v/v).

Soluções de trabalhos multielementares foram preparadas em concentrações de 0,1; 0,5; 1,0; 5,0; 10,0; 50 e 100 $\mu g.mL^{-1}$ em HNO_3 a 1% de cada elemento constituinte, por diluição das soluções estoques.

2.6 Tratamento Estatístico

Os dados obtidos foram tratados estatisticamente através do programa SPSS (Statistical Package for Social Sciences) para Windows.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de umidade e acidez da solução solo-água, para as duas camadas de solo e para as distâncias consideradas nas diversas épocas de coleta revelaram que o solo é ácido e que a acidez tem uma pequena tendência a diminuir com a profundidade, ficando numa faixa de pH entre 4,20 e 4,70, estando de acordo com as observações feitas por PFEIFER *et al.* (1981/82). A importância de medir o pH, deve-se à influência da acidez na disponibilidade de nutrientes para a absorção das plantas e, no carreamento dos elementos químicos para as outras camadas do solo (MALAVOLTA, 1980).

Observando a TABELA 4, pode-se deduzir que os menores valores de acidez foram obtidos no mês de dezembro, implicando em um solo menos ácido em época de alto índice pluviométrico (40 mm). No entanto, verificou-se pouca influência da chuva nos valores obtidos, deduzindo-se que a acidez encontrada está associada aos elementos do solo como os metais trivalentes, Al^{3+}, Cr^{3+}, Fe^{3+} e, ácidos orgânicos, provenientes da matéria orgânica em decomposição (radicais carboxilas e hidroxilas como os fenóis). A umidade ficou na faixa de 18 a 23%, sendo mais elevada nos meses de março e dezembro de 1992, considerados bastante chuvosos.

Os teores para os macro e microelementos nas distâncias e profundidades estudadas, encontram-se reunidos nas TABELAS 5 e 6. Os resultados revelaram que o solo é rico em Fe e Al, e os elementos Ba, Ca, Mn e Ti tendem a decrescerem com a profundidade (de 160 a 100 $\mu g.g^{-1}$), para todas as épocas de coleta.

TABELA 4 - Teores de umidade ($g.100g^{-1}$) e pH do solo para a distância de 1 e 2 m do tronco da árvore e profundidade de 0-20 e 20-40 cm da superfície do solo.

Solos	Março - 92		Setembro - 92		Dezembro - 92		Fevereiro - 93	
Distância / Profundidade	Umidade - pH		Umidade - pH		Umidade - pH		Umidade - pH	
1 m (0-20) cm	21,30	4,30	18,70	4,30	22,80	4,45	19,80	4,20
1 m (20-40) cm	19,20	4,55	19,40	4,40	21,00	4,70	18,55	4,10
2 m (0-20) cm	23,42	4,30	19,45	4,20	21,20	4,50	20,60	4,20
2 m (20-40) cm	21,84	4,60	20,60	4,40	19,60	4,70	21,60	4,30

TABELA 5 - Teores de macro e microelementos no solo à distância de 1 m do tronco da árvore, nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm.

Época	10/03/92		09/09/92		09/12/92		08/02/93	
Elementos	g.100g^{-1}		g.100g^{-1}		g.100g^{-1}		g.100g^{-1}	
	(0-20)	(20-40)	(0-20)	(20-40)	(0-20)	(20-40)	(0-20)	(20-40)
Fe	9,16	9,99	5,99	7,34	6,04	6,88	5,78	7,62
Al	6,31	6,99	4,50	4,45	3,73	3,89	4,39	5,35
	μg.g^{-1}		μg.g^{-1}		μg.g^{-1}		μg.g^{-1}	
Ba	191,36	206,80	154,64	101,07	66,58	47,18	149,68	127,67
Ca	153,79	116,80	205,27	115,90	175,19	130,25	130,67	55,59
Mg	244,38	117,60	299,38	238,17	156,44	101,62	257,07	237,01
Ti	130,73	122,00	122,67	141,91	110,37	106,09	108,94	124,53
V	79,74	85,04	53,51	64,83	51,84	58,12	46,58	63,38
Ni	10,46	11,69	7,35	6,93	4,69	5,71	9,59	9,21
Cd	11,74	14,01	11,06	11,89	9,57	11,48	11,41	14,18
Co	6,03	7,21	6,20	5,79	5,21	5,56	4,94	5,76
Cr	15,35	18,06	14,33	12,30	10,08	10,99	9,55	11,68
Cu	11,13	17,86	2,75	1,78	-	-	7,09	2,75
Mn	150,27	114,35	160,43	93,97	147,71	106,77	91,07	76,29
Pb	88,42	87,82	86,88	79,56	82,20	82,52	82,57	67,77
B	50,56	54,73	34,62	41,99	31,44	32,48	22,84	29,11
P	444,22	437,40	286,56	231,33	267,29	236,26	301,12	256,29

TABELA 6 - Teores de macro e microelementos no solo à distância de 2 m do tronco da árvore, nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm.

Data	10/03/92		09/09/92		09/12/92		08/02/93	
Elementos	$g.100g^{-1}$		$g.100g^{-1}$		$g.100g^{-1}$		$g.100g^{-1}$	
	(0-20)	(20-40)	(0-20)	(20-40)	(0-20)	(20-40)	(0-20)	(20-40)
Fe	9,22	10,0	4,64	7,22	6,44	6,96	6,10	7,72
Al	6,97	7,18	5,97	5,24	4,08	4,49	4,50	5,54
	$\mu g.g^{-1}$		$\mu g.g^{-1}$		$\mu g.g^{-1}$		$\mu g.g^{-1}$	
Ba	133,02	161,65	191,04	99,75	132,27	147,32	68,43	100,45
Ca	259,34	124,90	112,55	80,74	153,30	93,59	129,91	91,93
Mg	218,07	157,49	312,46	221,93	228,82	105,68	278,21	261,63
Ti	150,36	155,71	115,56	120,99	116,06	97,69	120,92	120,45
V	82,29	35,16	46,64	62,94	56,74	56,29	53,72	66,88
Ni	11,01	11,11	5,93	8,47	6,18	10,65	9,10	10,56
Cd	14,09	14,69	9,05	13,89	11,79	16,92	13,19	16,82
Co	7,78	7,71	2,67	4,29	7,15	5,93	5,53	5,88
Cr	17,45	18,61	10,66	12,23	11,66	12,88	10,73	12,77
Cu	13,87	11,33	2,49	1,12	-	3,85	5,24	3,81
Mn	148,08	101,27	109,70	92,24	168,54	79,20	88,25	78,56
Pb	95,27	105,39	71,00	98,60	79,73	44,89	52,04	44,50
B	52,89	55,69	23,64	29,22	37,92	27,15	23,30	33,63
P	418,22	368,14	322,72	372,38	339,67	305,05	310,31	285,87

A presença de metais pesados como Cd, Co, Ni e Pb, não esperada pela composição geológica do solo conforme estudo feito por KNECHT (1977), mostrou uma possível contaminação antrópica nesta unidade de conservação. No entanto, as concentrações médias desses elementos mantiveram-se, praticamente, constantes nas quatro épocas de coletas para distância de 1 m e profundidade de 0-20 cm. Exceção feita para o Pb, cujos teores diminuíram levemente em épocas de altas precipitações pluviométricas (dezembro de 1992 e fevereiro de 1993), como mostrado na FIGURA 2.

Os altos teores de Cd e Ni encontrados no local amostrado, vêm colaborar com as suspeitas de contaminação da área por metais pesados. Dados citados na literatura, consideram como concentração normal de alguns metais em solo de floresta, os valores: 0,15-0,45 $\mu g.g^{-1}$ para Cd, 15 a 45 $\mu g.g^{-1}$ para Pb e 1,5 a 4,5 $\mu g.g^{-1}$ para Cu, atribuindo ao conteúdo de matéria orgânica e húmus, a fixação e redistribuição desses metais no solo. Para valores acima dos valores médios para os elementos Zn (40 $\mu g.g^{-1}$), Cd (1,2 $\mu g.g^{-1}$), Pb (120 $\mu g.g^{-1}$) e Cu (12 $\mu g.g^{-1}$), BOSMANS & PAENHUYS, (1980), consideraram os solos como altamente poluídos. Neste trabalho, obtiveram-se concentrações mais elevadas para o Cd na distância de 2 m do tronco e na camada de 20-40 cm do solo (FIGURA 2).

Com a finalidade de correlacionar os parâmetros: concentrações dos metais, pH e sazonalidade, usou-se como método estatístico a análise multivariada para obter os resultados. Nesse sentido, a análise hierárquica de "clusters" com o corte no ponto 95, permitiu verificar a similaridade dos metais e auxiliar na interpretação dos fatores que possam contribuir na variabilidade dos elementos químicos do solo. Na FIGURA 3(a), pode-se verificar a separação dos 16 elementos químicos em dois grupos com pouca similaridade (75%). O primeiro grupo formado pelos microelementos (Cd, Cr, Ni, Co, Cu, V, B, Pb, Ti, Mn, Ca, Ba, Mg e B), cujas concentrações estão a níveis de $\mu g.g^{-1}$ e o segundo grupo formado pelos elementos Fe e Al, de ocorrência elevada nos solos e encontradas nas amostras a níveis de $g.100g^{-1}$. O fator discriminante na separação dos grupos foi a concentração dos elementos.

Analisando a influência do pH e a umidade do solo na concentração dos elementos, verificou-se uma alta correlação entre o pH e a umidade e os microelementos, o mesmo não sendo observado para os macroelementos Fe e Al, FIGURA 3(a). A importância deste alto grau de correlação com o pH está associado à solubilidade dos metais no solo.

Considerando somente os microelementos, FIGURA 3(c), podemos observar a formação de 3 grupos: grupo 1 constituindo-se dos elementos Co, Ni, Cu, Cd, Cr e B, na faixa de concentração de 4,29 a 55,69 $\mu g.g^{-1}$, tendo forte correlação com o pH e a umidade. O grupo 2 formado dos elementos V, Pb, Ca, Mn, Ti e Ba, na faixa de concentração equivalente a 44,5 a 259,27 $\mu g.g^{-1}$, apresentando elevada correlação entre as concentrações dos seus elementos, apresentando similaridade de 90% com o primeiro grupo. Neste caso, a concentração dos elementos sofre pouca influência do pH e da umidade. O grupo 3 formado pelos elementos Mg e P, com correlação entre 100% e 95% entre si, mas com similaridade de 75% com os elementos dos grupos 1 e 2, não sofrendo, portanto, nenhuma influência do pH e da umidade.

Analisando sob o ponto de vista da sazonalidade, observou-se na FIGURA 3(b), que apenas as amostras coletadas no mês de setembro (distância de 2 m da árvore e profundidade de 0-20 cm), apresentaram baixa similaridade em relação as demais épocas de amostragens (75%). A diferenciação deu-se por conta do comportamento dos elementos microconstituintes, principalmente Cd, cujos teores aumentaram com a profundidade da mesma maneira que o pH e a umidade. O mesmo comportamento foi verificado para os elementos Co, Ni, Cr e B, em relação à distância da árvore (2 m).

Na FIGURA 3(d) estão os resultados da análise hierárquica dos "clusters" para as épocas de coleta, considerando apenas os microelementos. Verificou-se que para as coletas de setembro (2 m de distância e profundidade de 20-40 cm), apresentaram baixa similaridade (75%) em relação às demais coletas de setembro. Isto deve-se à provável diminuição dos teores dos metais alcalinos terrosos, Ti e V e, o aumento do teor de Pb, mostrando um comportamento diferenciado para a lixiviação desses metais e, no acúmulo de Pb oriundo provavelmente de contaminação antropogênica e ambiental como: a presença de material particulado atmosférico, depósito de pilhas, lixões, indústrias de galvanoplastia em áreas vizinhas à área estudada.

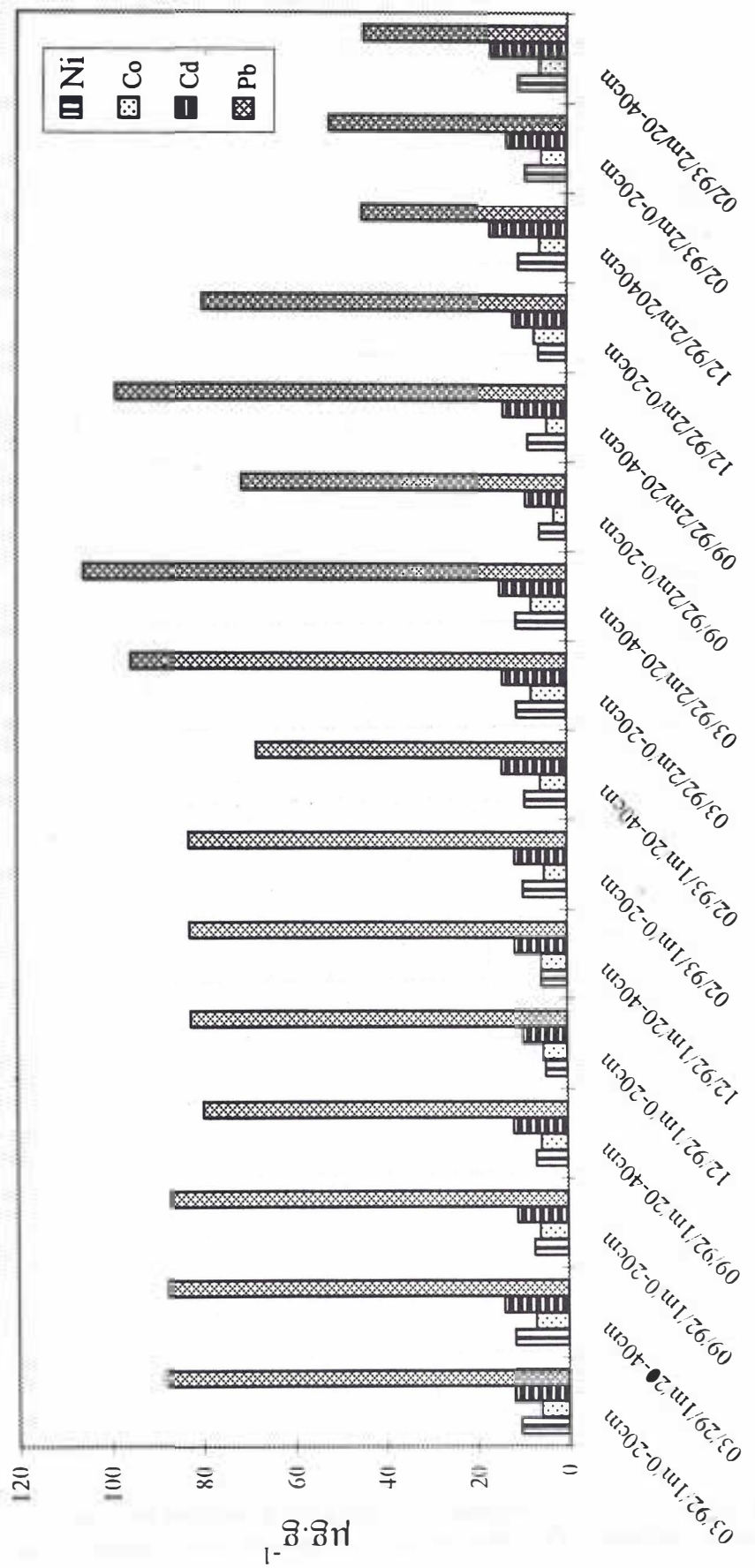


FIGURA 2 - Variação dos teores dos elementos Ni, Co, Cd e Pb com as épocas de coletas para as distâncias de 1 e 2 m e profundidades de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm.

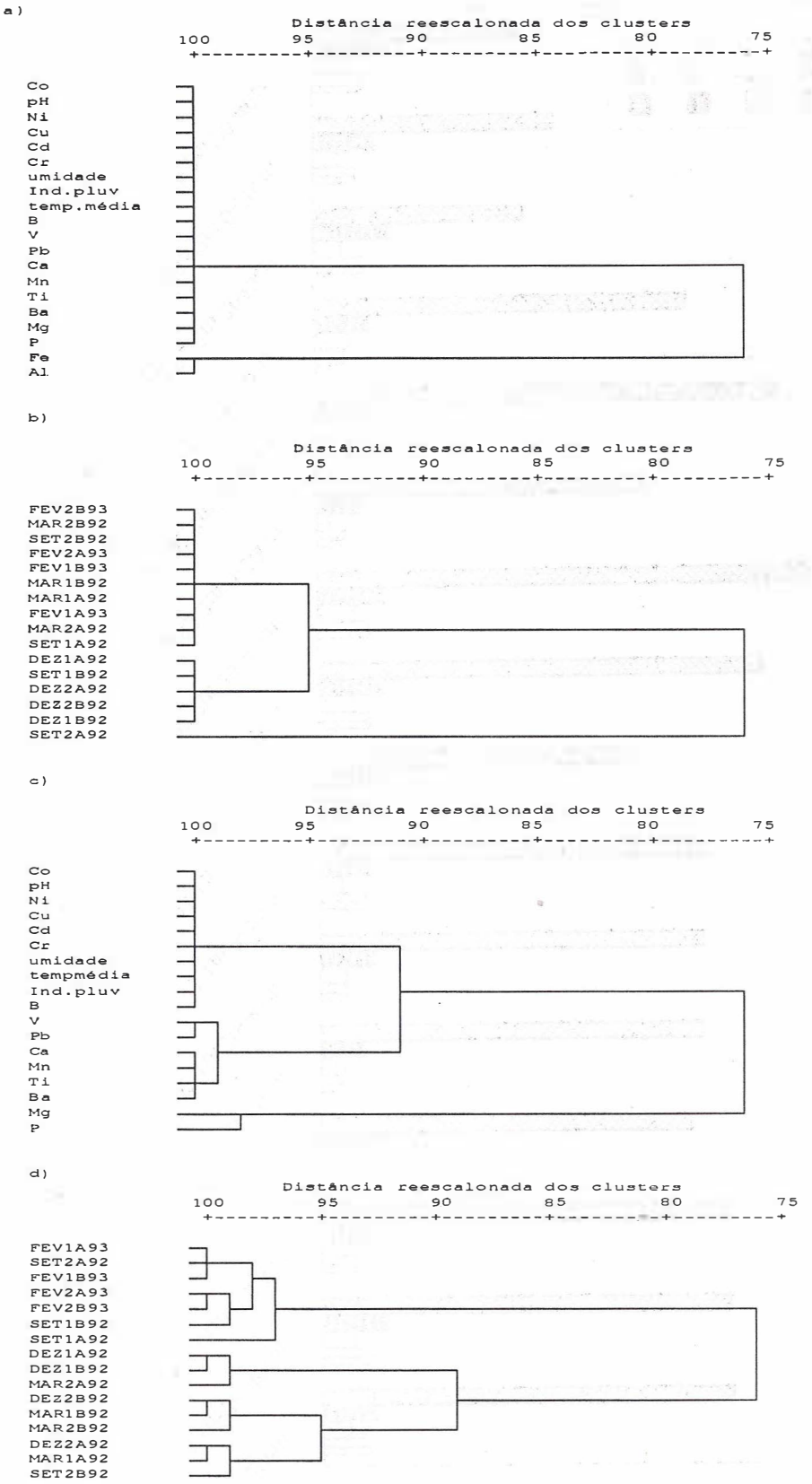


FIGURA 3 - Análise hierárquica dos "clusters" (Método de Ward) para: a) macro e microelementos; b) época de coleta (todos os elementos); c) microelementos, e d) época de coleta (microelementos).

Na mesma FIGURA, pode-se observar que as coletas nos meses chuvosos (março e dezembro) apresentaram 75% de similaridade para com as coletas dos meses de fevereiro e setembro, evidenciando a influência da chuva no conteúdo de metais no solo, e que todos os outros subgrupos do dendrograma apresentaram similaridade entre 100 a 90%, não mostrando diferenças significativas entre os mesmos.

4 CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos pode-se concluir que:

- o solo é ácido e esta acidez diminui levemente com a profundidade, enquanto os teores de umidade foram elevados para os meses de maior índice pluviométrico (março e dezembro de 1992) na profundidade de 0-20 cm, mostrando claramente a influência de fatores de sazonalidade e da serapilheira no aumento e retenção dessa umidade;
- a tendência dos elementos estarem em maior concentração a distâncias maiores em relação ao tronco da espécie considerada, indica aumento da concentração de matéria orgânica à essas distâncias e, uma transferência de nutrientes e/ou contaminantes do solo para a planta, a distâncias menores do tronco;
- a presença de metais pesados como Cd, Ni, Pb evidencia possível contaminação antrópica, comprometendo a qualidade ambiental desta unidade de conservação;
- a análise hierárquica dos "clusters", aplicada aos dados obtidos, confirma a influência de fatores climáticos nos teores de metais presentes no solo, e
- o protocolo analítico utilizado no presente trabalho mostrou-se eficiente para a caracterização inorgânica do solo em termos dos elementos químicos, bem como para o monitoramento da poluição quanto ao aporte de metais pesados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, C. A. de *et al.* 1995. Comparação de métodos de análises para avaliar a disponibilidade de metais pesados em solos. *R. bras. Ci. Solo*, Campinas, *19*:463-468.

ABU-SAMRA, A.; MORRIS, S. J. & KOIRTYOHAN, R. S. 1975. Wet ashing of some biological samples in a microwave oven. *Anal. Chem,* New York, *47*(8):1415-1478.

AMARAL SOBRINHO, N. M. B. *et al.* 1997. Fracionamento de zinco e chumbo em solos tratados com fertilizantes e corretivos. *R. bras. Ci. Solo*, Campinas, *21*:17-21.

BAITELLO, J. B. *et al.* 1993. Estrutura da vegetação arbórea da Serra da Cantareira (SP) - Núcleo Pinheirinho. *Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, *5*(2):133-161.

BATISTA, E. A. *et al.* 1996. Relação solo-vegetação no desenvolvimento das espécies florestais mais importante da Reserva Estadual de Águas da Prata, SP. *Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, *8*(2):167-174.

BOSMANS, H. & PAENHUYS, J. 1980. The distribution of heavy metals in the soils of the Kempen. *Pedologie*, Ghent, *30*(2):191-223.

CAMARGO, O. A. *et al.* 1986. *Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agronômico de Campinas*. Campinas, Instituto Agronômico. 94p. (B. Técn., 106)

HEWITT, A. D. & REYNOLDS, C. M. 1990. Dissolution of metals from soils and sediments with a microwave-nitric acid digestion technique. *At. Spectrosc*, New York, *11*(5):187.

JENNY, H. 1941. *Factors of soil formation*. New York, MacGraw - Hill. 281p.

KNECHT, T. 1977. *Guia geológico do terreno estadual do Instituto Florestal, na Serra da Cantareira*. São Paulo, Instituto Florestal. 63p. (Bol. Técn., 26)

LOMBARDO, M. A. 1985. *Ilha de Calor nas metrópoles. O exemplo de São Paulo*. São Paulo, Ed. Hucitec. 244p.

MALAVOLTA, E. 1980. *Elementos de nutrição mineral de plantas*. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres. 251p.

PFEIFER, R. M.; ESPINDOLA, C. R. & CARVALHO, W. A. 1981/82. Levantamento de solos do Parque Estadual da Capital-SP. *Silvic. S. Paulo*, São Paulo, *15/16*:61-89.

PFEIFER, R. M. *et al.* 1977/78. Características morfológicas, físicas e químicas dos solos da Vila Amália. *Silvic. S. Paulo,* São Paulo, *11/12*:1-168.

POMBO, L. C. A. 1996. Comparação de dois métodos para avaliar, em solos, o cádmio disponível para as plantas. *R. bras. Ci. Solo*, Campinas, *20*:423-428.

RAIJ, B. VAN. 1994. New diagnostic techniques universal soil extractants. *Commun. Soil Sci. Plant. Anal,* New York, *25*(7/8):799-816.

SARTORI, A. & PEREIRA, R. R. 1995. As águas de São Paulo. *Veja São Paulo*, São Paulo. p. 26-37.

SOARES, E.; LIMA, L. A. de & BUL, L. T. 1980. *Método de determinação de análises químicas de solo*. Botucatu, Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu, Departamento de Ciências do Solo. 45p. (Apostila)

VALLILO, M. I. 1995. *Caracterização das folhas e galhos do* **Croton floribundus** *Spreng (Euphorbiaceae) e respectivo solo, por espectrometria de emissão com plasma de argônio induzido*. São Paulo, Instituto de Química da USP. 105p. (Dissertação de Mestrado)

_____ 1998. Determinação de nutrientes inorgânicos nas folhas e ramos do *Croton floribundus* Spreng (Euphorbiaceae), por espectrometria de emissão atômica seqüencial acoplada ao plasma de argônio induzido (ICP-AES). *Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, *10*(2):127-135.

SELEÇÃO DE MODELOS PARA ESTIMAR A BIOMASSA DE TRONCO, FOLHAS E RAMOS DE ÁRVORES DE *Eucalyptus grandis* AOS SETE ANOS DE IDADE NA REGIÃO DE BOTUCATU - SP*

Ricardo Antonio de Arruda VEIGA**
Carlos Marchesi de CARVALHO**
Maria Aparecida Mourão BRASIL**

RESUMO

Em plantações experimentais foram amostradas 156 árvores de *E. grandis* com 7 anos de idade, visando selecionar o melhor modelo para determinações de biomassa de tronco, folhas e ramos. Foram extraídos discos de madeira em 125 árvores, na base (0%), 25%, 50%, 75% e 100% da altura comercial, os quais foram processados em laboratório para determinações da densidade básica da madeira e da densidade da casca. Em outras 31 árvores foram pesados separadamente todos os ramos e folhas, e coletadas amostras para a determinação das relações de peso entre matéria seca e matéria verde. Sete modelos de regressão, em função de DAP e altura total, foram testados para estimar os pesos totais de matéria seca de: tronco total com e sem casca, tronco comercial com e sem casca, folhas, ramos e copa. O modelo selecionado para tais estimativas de biomassa foi o de Schumacher-Hall na forma logarítmica.

Palavras-chave: *E. grandis*; equações de peso; modelos; biomassa; tronco; copa.

ABSTRACT

A total of 156 trees were sampled in an experimental plantation of 7-years-old *E. grandis* to select the best model for stem, leaves and branches biomass determinations. Cross sections were collected in 125 sampled trees at ground level (0%), 25%, 50%, 75% and at the merchantable-stem diameter top of 4.0 cm outside bark (100%), and were processed in laboratory to establish the wood basic density and the bark density. Another 31 trees were separated into the crown components of branches and leaves, which were weighted green, and samples were collected to determinate the dry mass/green mass ratios for those components. Seven regression models, based on diameter at breast height outside bark (d_i) and tree total height (h_i), were tested for biomass (w_i) estimations of: total-stem wood dry weight outside and inside bark; merchantable-stem wood dry weight outside and inside bark; total leaves dry weight; total branches dry weight; total crown dry weight. The selected model for the biomass equations estimations was the one from Schumacher-Hall.

Key words: *E. grandis;* weight equations; models; biomass; stem; crown.

1 INTRODUÇÃO

Ante a importância do gênero *Eucalyptus* para as atividades florestais do País, e a relevância de resultados que permitam quantificar o desenvolvimento de suas espécies em termos de produção de biomassa, vários estudos vêm sendo conduzidos nas últimas duas décadas.

A maioria desses estudos, desde os publicados por VEIGA & BRASIL (1980, 1981) e VEIGA *et al.* (1980, 1981), refere-se à determinação de equações de peso, destinadas à estimativa do peso total ou comercial do tronco de uma árvore em função dos respectivos valores de DAP e altura (VEIGA, 1992). Há também trabalhos sobre biomassa da copa, como o de TIMONI *et al.* (1997).

Dentre as várias espécies do gênero *Eucalyptus* que vêm sendo utilizadas com sucesso nas atividades florestais brasileiras, cabe destaque ao *E. grandis*, a mais plantada e que se sobressai pela rusticidade, frugabilidade e bons rendimentos em volume de madeira.

A literatura revela vários trabalhos que quantificam para tal espécie a biomassa do tronco ou mesmo a biomassa total acima do solo. É o caso dos trabalhos de PINHEIRO *et al.* (1986), selecionando equações para estimar peso da copa para povoamentos com 6 a 8 anos de idade no Estado de São Paulo; VITAL & LUCIA (1987), mostrando que o peso de matéria seca aos 5,5 anos de idade variava com o espaçamento; CAMPOS *et al.* (1990), que também analisaram o efeito do espaçamento; e SOARES *et al.* (1996), que estimaram a biomassa total acima do nível do solo para povoamento de *E. grandis*, em Viçosa, Minas Gerais.

(*) Aceito para publicação em maio de 1999.
(**) UNESP, Faculdade de Ciências Agronômicas, Departamento de Ciências Florestais, Caixa Postal 237, 18603-970, Botucatu, SP, Brasil.

O presente trabalho foi conduzido tendo por objetivo a seleção de modelos de regressão que permitam estimar a biomassa do tronco, das folhas e dos ramos de árvores de *E. grandis*, aos 7 anos de idade, na região de Botucatu, Estado de São Paulo.

Trata-se de parte de projeto mais amplo que deverá utilizar os resultados obtidos para comparações de rendimento entre essa espécie e árvores de *Acacia mangium,* com a mesma idade, na mesma região.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram amostradas aleatoriamente, igualmente distribuídas por classes de diâmetro, 156 árvores de povoamento de *E. grandis* com 7 anos de idade, em área de solo latossol amarelo fase arenosa, em Botucatu - SP, implantado ao espaçamento original de 3 x 2 m.

Em 125 das árvores-amostras foram coletadas secções transversais nas porções correspondentes à base (0%), 25%, 50%, 75% e 100% da altura comercial, considerando-se o diâmetro comercial de desponta de 4,0 cm com casca.

Para cada uma das secções foi determinada a densidade básica de madeira, e com base nos valores correspondentes às diferentes secções de cada árvore, foi estimada a densidade básica média de madeira da árvore. Para cada árvore foi também estimada a densidade média da casca.

As determinações de densidade foram conduzidas em função dos respectivos valores de peso de matéria seca, obtido em estufa, e volume saturado, determinado em balança hidrostática.

A partir das determinações de campo e de laboratório, foram calculados para todas as árvores amostradas os valores da biomassa, em termos de peso de matéria seca, correspondentes ao peso total do tronco com e sem casca, e ao peso total da porção comercial do tronco com e sem casca.

Nas demais 31 árvores-amostras foram realizadas determinações dendrométricas e coletado todo o material da copa, com pesagem de matéria verde de folhas e de ramos. Foram também coletadas amostras de folhas e ramos para determinações das respectivas relações entre peso de matéria seca e peso de matéria verde, para estimativas dos pesos totais de matéria seca correspondentes.

Para a seleção de equações de peso, as variáveis estudadas foram as seguintes: peso total de matéria seca do tronco com casca ($ptcc_i$), peso total de matéria seca do tronco sem casca ($ptsc_i$), peso total de matéria seca do tronco comercial com casca ($pccc_i$), peso total de matéria seca do tronco comercial sem casca ($pcsc_i$), peso total de matéria seca de folhas ($ptfl_i$), peso total de matéria seca de ramos (ptr_i) e peso total de matéria seca da copa (ptc_i), este considerado como a soma dos valores correspondentes a ramos e folhas.

Para cada uma dessas variáveis dependentes foram testados os modelos de equação de regressão relacionados na TABELA 1, para estimativas de peso de matéria seca em função dos valores de DAP e altura total. Tais modelos são clássicos, utilizados há décadas para determinação de equações de volume (SPURR, 1952), tendo sido escolhidos no presente trabalho pelos bons resultados apresentados em estudos sobre equações de peso (VEIGA,1984, 1992; TIMONI *et al.*, 1997).

TABELA 1 - Modelos testados para seleção de equações de regressão para estimar a biomassa de uma árvore, em termos de peso total de matéria seca (w_i) em função dos respectivos valores de DAP (d_i) e altura total (h_i).

Modelo	Relação Funcional
1 (Variável combinada, de Spurr)	$w_i = \beta_0+\beta_1 d_i^2 h_i+\varepsilon$
2 (Australiana, de Stoat)	$w_i = \beta_0+\beta_1 d_i^2+\beta_2 h_i+\beta_3 d_i^2 h_i+\varepsilon$
3 (Mewer, modificada)	$w_i = \beta_0+\beta_1 d_i+\beta_2 d_i^2+\beta_3 d_i h_i+\beta_4 d_i^2 h_i+\varepsilon$
4 (Naslund)	$w_i = \beta_0+\beta_1 d_i^2+\beta_2 d_i^2 h_i+\beta_3 d_i h_i^2+\beta_4 h_i^2+\varepsilon$
5 (Variável combinada logarítmica, de Spurr)	$\log_e w_i = \beta_0+\beta_1 \log_e(d_i^2 h_i) +\varepsilon$
6 (Logarítmica, de Schumacher-Hall)	$\log_e w_i = \beta_0+\beta_1 \log_e d_i+\beta_2 \log_e h_i+\varepsilon$
7 (Variável combinada logarítmica)	$\log_e w_i = b_0+b_1 \log_e(d_i h_i^2) +\varepsilon$

3 RESULTADOS

Os principais resultados correspondentes às equações de peso, para estimativas da biomassa do tronco e da copa, estão sintetizados nas TABELAS 2 a 5.

Na TABELA 2 estão relacionadas as estimativas dos parâmetros dos modelos de regressão testados, para as variáveis dependentes correspondentes aos pesos totais e comerciais, com e sem casca, da matéria seca do tronco, obtidos com N = 125 observações cada. Os respectivos valores de coeficiente de variação (CV) e de coeficiente de determinação (r^2) estão relacionados na TABELA 4.

Na TABELA 3 estão reunidas as estimativas dos parâmetros dos modelos de regressão comparados, para as variáveis dependentes correspondentes aos pesos totais de matéria seca de folhas, de ramos e da copa, obtidos com N = 31 observações cada. Os respectivos valores de coeficiente de variação (CV) e de coeficiente de determinação (r^2) estão apresentados na TABELA 5.

TABELA 2 - Estimativas dos parâmetros dos modelos de regressão testados para determinações de peso de matéria seca da madeira do tronco de árvores de *E. grandis* aos sete anos de idade, na região de Botucatu - SP. Resultados relativos às estimativas das variáveis dependentes peso total com casca (ptcc), peso total sem casca (ptsc), peso comercial com casca (pccc) e peso comercial sem casca (pcsc).

Modelo	$b_i = \hat{\beta}_i$	ptcc	ptsc	pccc	pcsc
1	b_0	-964,641062	-905,515843	-1585,155976	-1488,842276
	b_1	18,173740	16,757421	17,944619	16,802894
2	b_0	-8782,187687	-8521,638563	-11293	-10056
	b_1	-90,476322	-116,522271	-75,990300	-110,413644
	b_2	700,660715	732,793437	805,793146	787,758895
	b_3	21,041578	20,686324	20,051507	20,396147
3	b_0	40196	30703	38163	29068
	b_1	-15487	-11999	-15395	-11815
	b_2	805,349195	568,910282	809,475561	561,427544
	b_3	507,741769	413,166929	515,700699	413,097312
	b_4	-13,555867	-6,443314	-14,505155	-6,397162
4	b_0	-8221,292128	-5691,489680	-9553,869210	-6735,699971
	b_1	-127,294533	-120,803179	-102,252033	-111,361234
	b_2	28,597010	23,648360	26,399667	23,033952
	b_3	-7,721768	-3,753178	-6,819073	-3,544338
	b_4	85,096053	54,923129	81,525109	55,091647
5	b_0	2,354076	2,241832	1,905625	1,869331
	b_1	1,064456	1,068224	1,117041	1,113303
6	b_0	1,437515	1,222887	0,751949	0,654418
	b_1	1,789235	1,758826	1,806529	1,776358
	b_2	1,665142	1,736008	1,873123	1,909519
7	b_0	0,189151	0,060441	-0,383283	-0,417698
	b_1	1,266765	1,272316	1,331408	1,327653

TABELA 3 - Estimativas dos parâmetros dos modelos de regressão testados para determinações de peso de matéria seca da copa de árvores de *E. grandis* aos sete anos de idade, na região de Botucatu - SP. Resultados relativos às estimativas das variáveis dependentes peso total de folhas (ptfl), peso total de ramos (ptr) e peso total da copa (ptc).

Modelo	$b_i = \hat{\beta}_i$	ptfl	ptr	ptc
1	b_0	-480,343417	-2099,989869	-2580,333286
	b_1	0,902358	2,035335	2,937694
2	b_0	2959,283969	10832	13791
	b_1	43,998613	51,956158	95,954772
	b_2	-300,065977	-944,064653	-1244,130630
	b_3	-0,571213	1,013444	0,439231
3	b_0	7462,479151	16033	23496
	b_1	-2309,597649	-4259,187209	-6568,784857
	b_2	185,812428	330,518306	516,330734
	b_3	35,758259	30,378250	66,136509
	b_4	-4,682851	-6,101098	-10,783949
4	b_0	-3964,350763	-5904,999557	-9869,350320
	b_1	-18,740339	-85,346496	-104,086834
	b_2	7,774838	18,628694	26,403532
	b_3	-7,129404	-14,705217	-21,834621
	b_4	50,129732	93,260017	143,329749
5	b_0	-1,544845	-2,364163	-1,351933
	b_1	1,142785	1,306471	1,239933
6	b_0	2,969795	6,500786	5,751615
	b_1	3,660300	5,318455	4,642933
	b_2	-1,550393	-3,993786	-2,997640
7	b_0	-2,710699	-3,651052	-2,577838
	b_1	0,940213	1,068784	1,016528

TABELA 4 - Resultados de coeficiente de determinação (r^2) e coeficiente de variação (CV) obtidos para os modelos testados para determinações de peso de matéria seca da madeira do tronco de árvores de *E. grandis* aos sete anos de idade, na região de Botucatu - SP, relativos às estimativas de peso total com casca (ptcc), peso total sem casca (ptsc), peso comercial com casca (pccc) e peso comercial sem casca (pcsc).

Modelo	ptcc		ptsc		pccc		pcsc	
	r^2	CV%	r^2	CV%	r^2	CV%	r^2	CV%
1	0,956	12,34	0,952	12,91	0,956	12,44	0,952	13,03
2	0,958	12,16	0,954	12,61	0,958	12,22	0,955	12,70
3	0,959	12,02	0,955	12,53	0,959	12,08	0,956	12,63
4	0,958	12,15	0,955	12,63	0,958	12,22	0,955	12,73
5	0,964	1,29	0,962	1,34	0,961	1,42	0,960	1,46
6	0,967	1,24	0,966	1,28	0,966	1,35	0,964	1,37
7	0,961	1,36	0,960	1,38	0,960	1,43	0,960	1,45

TABELA 5 - Resultados de coeficiente de determinação (r^2) e coeficiente de variação (CV) obtidos para os modelos testados para determinações de peso de matéria seca de árvores de *E. grandis* aos sete anos de idade, na região de Botucatu - SP, relativos às estimativas do peso total de folhas (ptfl), do peso total de ramos (ptr) e do peso total da copa (ptc).

Modelo	ptfl		ptr		ptc	
	r^2	CV%	r^2	CV%	r^2	CV%
1	0,770	40,16	0,754	51,36	0,776	45,14
2	0,832	35,61	0,829	44,32	0,848	38,61
3	0,850	34,28	0,849	42,41	0,868	36,68
4	0,872	31,61	0,863	40,41	0,884	34,26
5	0,798	5,77	0,765	6,84	0,796	5,57
6	0,820	5,54	0,828	5,95	0,842	4,98
7	0,783	5,97	0,743	7,15	0,776	5,83

4 DISCUSSÃO

Comparando-se os resultados correspondentes aos modelos 1 a 4, não logarítmicos, depreende-se da TABELA 4 que os melhores resultados para as estimativas de ptcc, ptsc, pccc e pcsc foram os obtidos por meio do modelo de Meyer modificado (modelo 3), que apresentou para essas variáveis dependentes menores valores de coeficiente de variação e maiores valores de coeficiente de determinação. De modo similar, depreende-se da TABELA 5 que os melhores resultados com modelos não logarítmicos para estimativas de ptfl, ptr e ptc foram os decorrentes do modelo 4, de Naslund.

Cotejando-se os modelos 5 a 7, logarítmicos, infere-se da TABELA 4 que os melhores resultados para estimativa da biomassa do tronco (variáveis dependentes ptcc, ptsc, pccc e pcsc) foram obtidos com o modelo 6, de Schumacher-Hall. Foi também este o modelo logarítmico selecionado para estimativas da biomassa da copa (ptfl, ptr e ptc), como se depreende dos resultados inseridos na TABELA 5.

Para poder-se comparar, para cada uma das sete variáveis dependentes em estudo, os resultados dos respectivos modelos logarítmico e não logarítmico selecionados, calculou-se os correspondentes valores do índice de Furnival (FURNIVAL, 1961).

Assim, em relação à variável dependente ptcc, o índice de Furnival para o modelo 3 foi de 6,237 e para o modelo 6 foi de 5,444, selecionando-se portanto o modelo 6 por apresentar menor valor do índice em questão. De modo análogo, para as demais variáveis relativas a peso de matéria seca do tronco, cotejando-se os modelos 3 e 6, sendo o primeiro não logarítmico e o segundo logarítmico, os respectivos valores do índice de Furnival foram de 5,994 e 5,228 para ptsc, 4,398 e 4,010 para pccc, e 3,902 e 3,534 para pcsc, selecionando-se igualmente o modelo 6, de Schumacher-Hall.

De modo similar, comparando-se os modelos 4 e 6, respectivamente os melhores não logarítmico e logarítmico para estimativas da biomassa dos componentes da copa, os valores do índice de Furnival foram de 5,994 e 5,228 para ptfl, 4,398 e 4,010 para ptr, e 3,902 e 3,534 para ptsc, selecionando-se também o modelo 6, de Schumacher-Hall.

Em decorrência, para todas as variáveis dependentes analisadas, o melhor modelo para estimar a biomassa da parte aérea de *E. grandis* aos 7 anos de idade na região em estudo foi o modelo 6, de Schumacher-Hall. Com base nos resultados apresentados nas TABELAS 2 e 3, as equações de peso selecionadas foram as seguintes:

$\log_e ptcc = 1{,}437515 + 1{,}789235\log_e d_i + 1{,}665142\log_e h_i$ ($r^2 = 0{,}967$, CV = 1,24%)

$\log_e ptsc = 1{,}222887 + 1{,}758826\log_e d_i + 1{,}736008\log_e h_i$ ($r^2 = 0{,}966$, CV = 1,28%)

$\log_e pccc = 0{,}751949 + 1{,}806529\log_e d_i + 1{,}873123\log_e h_i$ ($r^2 = 0{,}966$, CV = 1,35%)

$\log_e pcsc = 0{,}654418 + 1{,}776358\log_e d_i + 1{,}909519\log_e h_i$ ($r^2 = 0{,}964$, CV = 1,37%)

$\log_e ptfl = 2{,}969795 + 3{,}660300\log_e d_i - 1{,}550393\log_e h_i$ ($r^2 = 0{,}820$, CV = 5,54%)

$\log_e ptr = 6{,}500786 + 5{,}318455\log_e d_i - 3{,}993786\log_e h_i$ ($r^2 = 0{,}838$, CV = 5,95%)

$\log_e ptc = 5{,}751615 + 4{,}642933\log_e d_i - 2{,}997640\log_e h_i$ ($r^2 = 0{,}842$, CV = 4,98%)

sendo os valores de peso expressos em gramas, os de diâmetro em centímetros e os de altura em metros.

5 CONCLUSÕES

Conclui-se, para a espécie e condições em que foi conduzido o presente estudo, que o modelo correspondente à equação da variável combinada logarítmica de Schumacher-Hall

$$\log_e w_i = \beta_0+\beta_1 \log_e d_i+\beta_2 \log_e h_i+\varepsilon$$

é indicado para estimativas da biomassa de árvores em termos de pesos totais de matéria seca de: tronco total com casca, tronco total sem casca, tronco comercial com casca, tronco comercial sem casca, peso total de folhas, peso total de ramos e peso total da copa como um todo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMPOS, J. C. C. *et al.* 1990. Relações entre espaçamento, volume e peso da madeira de eucalipto. *Revista Árvore*, Viçosa, *14*(20):119-133.

FURNIVAL, G. M. 1961. An index for comparing equations used in constructing volume tables. *Forest Science*, Washington, *7*(4):337-341.

PINHEIRO, G. S.; PONTINHA, A. A. S. & SALES, L. M. A. B. 1986. Quantificação de biomassa de copas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden através de parâmetros dendrométricos. *Bol. Técn. IF*, São Paulo, *40-A*:481-496. Pt.2. (Edição Especial)

SOARES, C. P. B. *et al.* 1996. Modelos para estimar a biomassa da parte aérea em um povoamento de *Eucalyptus grandis* na região de Viçosa, Minas Gerais. *Revista Árvore*, Viçosa, *20*(2):179-189.

SPURR, S. H. 1952. *Forest inventory*. Nova York, Ronald Press. 476p.

TIMONI, J. L.; VEIGA, R. A. A. & PINHEIRO, G. S. 1997. Determinação de equações para quantificação da biomassa da copa de arvores de *Eucalyptus saligna* Smith aos 22 anos. *Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, *9*(1):61-69.

VEIGA, R. A. A. 1984. *Dendrometria e inventário florestal*. Botucatu, Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais. 108p.

_____. 1992. Tree models for biomass estimation in *Eucalyptus* and *Pinus* inventories in Brazil. *The Finnish Forest Research Institute Research Papers*, Helsinki, (444):195-200.

VEIGA, R. A. A. & BRASIL, M. A. M. 1980. Equações para estimativas de peso de matéria seca e de volume para *Eucalyptus propinqua* Deane ex Maiden. *Silvicultura*, São Paulo, *2*(16):136.

_____. 1981. Peso de matéria seca e volume de *Eucalyptus propinqua* Deane ex Maiden - equações. *Bol. Técn. IF*, São Paulo, *35*(2):73-84.

VEIGA, R. A. A.; BRASIL, M. A. M. & FERREIRA, M. 1980. Peso seco do tronco comercial para *Eucalyptus saligna* e *E. urophylla*. *Silvicultura*, São Paulo, *2*(16):138.

_____. 1981. Peso da parte comercial do tronco de *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus urophylla* - estimativa no primeiro corte. *Bol. Técn. IF*, São Paulo, *35*(2):85-92.

VITAL, B. R. & LUCIA, R. M. 1987. Efeito do espaçamento na produção em peso e na qualidade de madeira de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla* aos 52 meses de idade. *Revista Árvore*, Viçosa, *11*(2):132-145.

ÉPOCA DE COLHEITA DE SEMENTES DE *Ocotea catharinensis* Mez (CANELA-PRETA) - LAURACEAE*

Antonio da SILVA**
Ivor Bergemann de AGUIAR***

RESUMO

Frutos de *Ocotea catharinensis* (canela-preta) foram colhidos em área de Mata Atlântica no Parque Estadual da Cantareira, localizado no município de São Paulo-SP. As colheitas foram realizadas aos 127, 144, 204, 253, 316 e 331 dias após o florescimento, que se iniciou em 15 de setembro de 1989. Em cada colheita, os frutos foram caracterizados quanto à sua coloração e seu comprimento, diâmetro, volume, peso de matéria seca e teor de água. Para avaliar a qualidade fisiológica das sementes, foram instalados testes de germinação com frutos inteiros, frutos submetidos ao corte do pericarpo nas posições da radícula e oposta à radícula, e com sementes (remoção do pericarpo). Os frutos e as sementes foram mantidos entre vermiculita e submetidos às temperaturas de 20, 25, 30 e 35°C, com oito horas de luz por dia. A remoção do pericarpo e o corte do pericarpo na posição da radícula favoreceram a germinação das sementes, que foi maior nas temperaturas de 20 e 25°C. A mudança da coloração dos frutos indicou o início do processo de maturação fisiológica das sementes. O peso de matéria seca e o teor de água dos frutos refletiram a maturidade fisiológica das sementes, que foi atingida entre 316 e 331 dias após o florescimento, quando o teor de água dos frutos variou entre 41,6 e 50,6%. Nas condições deste trabalho, a época adequada de colheita das sementes de canela-preta correspondeu ao final do mês de julho e à primeira quinzena do mês de agosto.

Palavras-chave: semente florestal; tratamento pré-germinativo; temperatura; maturação.

ABSTRACT

Fruits of *Ocotea catharinensis* were harvested in an area of the Atlantic Forest in São Paulo, SP, Brazil, at 127, 144, 204, 253, 316 and 331 days after the flowering. Fruits colour, size, dry matter weight and moisture content were determined. Germination tests were established with entire fruits, seeds (pericarp removal), and fruits submitted to pericarp cut in the radicle and opposed to radicle positions. The tests were carried out at 20, 25, 30 and 35°C and the results showed that: a) the pericarp removal and the pericarp cut in the radicle position favoured the seeds germination; b) the best percentage of seeds germination was obtained at the temperatures of 20 and 25°C; c) the change of fruits colour reflected the start of seeds physiological maturation process; d) the fruits dry matter and moisture content characterized the seeds physiological maturity and the fruits harvesting time; e) the seeds physiological maturity was obtained between 316 and 331 days after the flowering, when the fruits moisture content varied from 41.6 to 50.6%.

Key words: forest seed; germination; pretreatment; temperature; physiological maturity.

1 INTRODUÇÃO

O conhecimento da época de colheita é de fundamental importância para a obtenção de sementes de boa qualidade. A colheita precoce impede o completo desenvolvimento das sementes e sua permanência na árvore, após a maturação, corresponde ao armazenamento no campo, onde as sementes, sob a influência das variações ambientais, podem ter sua qualidade afetada.

No caso de espécies florestais, principalmente do grupo ecológico das clímax, a definição da época de colheita torna-se mais importante, pois entre uma frutificação e outra há uma tendência desse fenômeno ocorrer após alguns anos; além disso, a maturação geralmente é abrupta e as sementes são de curta longevidade (KAGEYAMA & VIANA, 1991).

(*) Parte da Dissertação de Mestrado apresentada pelo primeiro autor em 21/02/97 à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP em Jaboticabal-SP e apresentada no X Congresso Brasileiro de Sementes, realizado em Foz de Iguaçu, PR, no período de 17 a 22 de agosto de 1997. Aceito para publicação em maio de 1999.

(**) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil.

(***) UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Rodovia Carlos Tonanni km 5, 14870-000, Jaboticabal, SP, Brasil. (Bolsista do CNPq)

Durante a maturação, os frutos e as sementes passam por mudanças visíveis e quantificáveis, tanto no aspecto externo como interno, possibilitando caracterizar o estádio referente à semente madura. Parâmetros como coloração, teor de água, densidade, tamanho e peso de matéria seca são, segundo EDWARDS (1979), os mais utilizados para determinar o ponto de maturidade fisiológica das sementes e, consequentemente, a época mais adequada de colheita.

Em princípio, o valor máximo de peso de matéria seca caracteriza o ponto de maturidade fisiológica das sementes (POLLOCK & ROSS, 1972). Contudo, BARROS (1986) relatou que, a partir do momento em que o peso de matéria seca atinge o valor máximo, ainda podem ocorrer transformações bioquímicas necessárias para que as sementes manifestem todo o seu potencial fisiológico. Assim, PIÑA-RODRIGUES & AGUIAR (1993) recomendam que, nas pesquisas sobre maturação de sementes, sejam associados diferentes índices, para que se tenha uma estimativa correta da época de colheita de frutos e sementes.

Nos trabalhos realizados com espécies florestais, geralmente as características dos frutos são correlacionadas com a qualidade fisiológica das sementes. Nessa óptica, BORGES & BORGES (1979) compararam a qualidade das sementes de *Copaifera langsdorffii* coletadas no chão com a das provenientes de frutos colhidos totalmente verdes, de frutos com parte verde e parte vermelha e de frutos totalmente vermelhos. Os autores concluíram que a colheita deve ser realizada quando os frutos se encontrarem com a coloração verde e que a maturação das sementes é completada posteriormente, durante o armazenamento.

SOUZA & LIMA (1985) verificaram, com *Anadenanthera macrocarpa*, que o valor máximo de germinação e vigor foi obtido com sementes provenientes de frutos de coloração verde-amarronzada com manchas pretas. Para *Myroxylon balsamum*, AGUIAR & BARCIELA (1986) constataram que a coloração e o grau de umidade dos frutos se revelaram bons índices de maturação, mas o máximo peso de matéria seca dos frutos foi atingido duas semanas antes das sementes alcançarem a máxima qualidade fisiológica.

Trabalhando com *Euterpe edulis*, LIN (1986) constatou que não houve diferença significativa entre o teor de água de frutos de diferentes colorações (verde, roxa-rosada e preta) e tamanhos (grande e pequeno). O autor verificou que frutos de maior tamanho apresentaram maior peso de matéria seca, cujas sementes germinaram melhor do que as provenientes de frutos de menor tamanho, e que as sementes de frutos pretos germinaram melhor do que as de frutos verdes.

PIÑA-RODRIGUES *et al.* (1984), entretanto, verificaram que a coloração dos frutos não foi um bom parâmetro para indicar a maturidade fisiológica das sementes de *Dalbergia nigra*. Para essa espécie, MARTINS & SILVA (1997) constataram que o teor de água e o peso de matéria seca das sementes foram os índices que melhor caracterizaram a sua maturação fisiológica e a época de colheita.

Ocotea catharinensis (canela-preta) é uma das principais espécies florestais nativas da região Sul do Brasil (REITZ *et al.*, 1988) e pertence ao grupo ecológico das clímax (CARVALHO, 1994 e CORDINI, 1994). Segundo SILVA (1997), a espécie apresenta periodicidade supra-anual de produção de sementes, que são de curta longevidade e produzidas em pequena quantidade. Considerando ainda que se trata de uma espécie ameaçada de extinção (BAITELLO, 1992 e CARVALHO, 1994), este trabalho teve por objetivo determinar a época mais adequada para a colheita das sementes de canela-preta.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Frutos de *Ocotea catharinensis* (canela-preta) foram colhidos de três árvores adultas e dominantes, em área natural de Mata Atlântica localizada no Parque Estadual da Cantareira, no município de São Paulo, pertencente ao Instituto Florestal. Os frutos foram colhidos nos dias 22 de janeiro, 08 de fevereiro, 09 de abril, 28 de maio, 30 de julho e 14 de agosto de 1990, a partir de um florescimento que se iniciou em 15 setembro de 1989.

Com o uso de um podão, os ramos das árvores contendo frutos foram cortados, caindo no chão. Os frutos foram retirados dos ramos e acondicionados em sacos plásticos impermeáveis, que foram fechados, mantidos em caixa de isopor e levados ao Laboratório de Sementes do Instituto Florestal de São Paulo, onde foram desenvolvidas as atividades experimentais. Em cada época de colheita, a produção das três matrizes foi misturada, constituindo os lotes de frutos utilizados neste trabalho.

Para facilitar a extração da cúpula, que se encontrava aderida ao fruto, os lotes foram mantidos à sombra durante quatro dias. Nos lotes cuja colheita foi feita precocemente (22 de janeiro e 08 de fevereiro), não foi possível retirar a cúpula, a qual permaneceu presa ao fruto. Nos demais lotes, a cúpula de alguns frutos se desprendeu naturalmente, enquanto a de outros foi retirada com facilidade, manualmente.

Após cada colheita, foi feita a caracterização visual da coloração e a determinação do teor de água e do peso de matéria seca dos frutos. Estas duas últimas determinações foram efetuadas pelo método de estufa a 105°C, prescrito para sementes nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992), utilizando duas repetições de 50 frutos.

Foi efetuada também a determinação dos parâmetros biométricos, utilizando 10 repetições de 10 frutos. A medição do diâmetro (d) e do comprimento (c) dos frutos foi realizada com paquímetro digital e, com base nos valores obtidos, foi calculado o volume elipsóide (Ve) dos mesmos. O volume representou o índice de tamanho dos frutos, calculado pela seguinte fórmula: $Ve = \pi/6.d^2.c$.

A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada pelo teste de germinação, instalado com frutos inteiros, sementes (frutos submetidos à remoção total do pericarpo) e frutos submetidos ao corte do pericarpo na posição da radícula e na posição oposta à radícula. A remoção e o corte do pericarpo foram efetuados com o uso de bisturi. Estas operações foram consideradas tratamentos pré-germinativos.

Em cada teste foram utilizadas duas repetições de 30 frutos ou sementes, colocados para germinar entre vermiculita, na profundidade de aproximadamente 3 mm. Foram colocados 35 g de vermiculita em cada caixa plástica transparente, inicialmente umedecida com 70 ml de água destilada e mantida úmida durante o período de duração dos testes de germinação, que foi de 60 dias.

Os testes de germinação foram conduzidos em germinadores com oito horas de luz fluorescente por dia, nas temperaturas constantes de 20, 25, 30 e 35°C. Foi analisada a porcentagem final de germinação, tendo-se considerado germinadas as sementes que emitiram a raiz primária e o ápice caulinar.

Foi adotado o delineamento experimental inteiramente casualizado (PIMENTEL GOMES, 1976) e as análises estatísticas foram efetuadas no esquema fatorial, tendo os valores de porcentagem de germinação sido transformados em arc. sen. $\sqrt{P}/100$ (STEEL & TORRIE, 1960). Na tabela, contudo, as médias foram apresentadas sem transformação e comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De 17 árvores de *Ocotea catharinensis* (canela-preta) selecionadas no Parque Estadual da Cantareira, apenas seis floresceram em 1989, das quais somente três frutificaram em 1990 e foram utilizadas neste trabalho. O intervalo entre as colheitas não foi constante porque se pretendia realizar, futuramente, um estudo de maturação seguindo os padrões convencionais. Entretanto, nos 3 anos subseqüentes não houve frutificação e apenas uma árvore frutificou em 1994, tratando-se, portanto, de uma espécie com periodicidade supra-anual de produção de sementes, em pequena quantidade e de maneira irregular, como foi discutido por SILVA (1997).

No período inicial de desenvolvimento dos frutos, que ocorreu de janeiro a abril de 1990, eles se mantiveram com a mesma coloração e aspecto externo. Isso foi constatado também no período final de desenvolvimento, que se estendeu de maio a agosto (TABELA 1). A diferença foi que, no segundo período, os frutos se tornaram mais amarelados e as manchas pretas ficaram mais intensas.

Na fase inicial de desenvolvimento dos frutos, foi praticamente impossível remover a cúpula, razão pela qual os parâmetros biométricos relacionados na TABELA 2 foram determinados com a cúpula até fevereiro (144 dias após o florescimento) e sem a cúpula a partir de abril (204 dias após o florescimento).

A TABELA 2 mostra que o tamanho do fruto sem a cúpula, expresso pelo seu volume, diminuiu de 1,04 cm^3 até se estabilizar em torno de 0,66 cm^3 na fase final de desenvolvimento (primeira quinzena de agosto, entre 316 e 331 dias após o florescimento). Segundo CARVALHO & NAKAGAWA (1988), as sementes crescem rapidamente em tamanho, atingindo o máximo em curto período de tempo, ocorrendo no final do período de maturação uma redução mais ou menos acentuada, dependendo da espécie, em função da rápida e intensa desidratação. O aumento e a redução do tamanho dos frutos, de acordo com PIÑA-RODRIGUES & AGUIAR (1993), ocorrem simultaneamente e influenciados pelo aumento e redução do tamanho das sementes.

TABELA 1 - Época de colheita, dias após o florescimento e coloração dos frutos de *Ocotea catharinensis* (canela-preta) colhidos em 1990 no Parque Estadual da Cantareira em São Paulo (SP).

Época de colheita	Dias após o florescimento	Coloração dos frutos
22 de janeiro	127	
08 de fevereiro	144	Verde-claro com manchas pretas pouco intensas
09 de abril	204	
28 de maio	253	
30 de julho	316	Verde-amarelo com manchas pretas intensas
14 de agosto	331	

TABELA 2 - Valores médios de comprimento, diâmetro, volume, peso de matéria seca de cada fruto e teor de água dos frutos de *Ocotea catharinensis* (canela-preta) colhidos em diferentes períodos após o florescimento.

Dias após o florescimento	Comprimento (mm)	Diâmetro (mm)	Volume cm^3	Peso matéria seca (g)	Água (%)
127	19,3*	14,5*	-	0,45*	73,2*
144	20,4*	14,3*	-	0,50*	70,5*
204	16,5	11,1	1,04	0,47	57,2
253	16,5	9,6	0,80	0,52	53,4
316	15,7	8,8	0,64	0,62	50,6
331	15,8	9,1	0,68	0,71	41,6

(*) Frutos avaliados com a cúpula.

O peso de matéria seca aumentou, enquanto o teor de água diminuiu com o desenvolvimento dos frutos de canela-preta (TABELA 2). Esse comportamento está de acordo com o relatado por CARVALHO & NAKAGAWA (1988) para o processo de maturação fisiológica das sementes, no qual, na primeira fase as sementes acumulam matéria seca e na segunda fase se desidratam rapidamente.

Com relação à qualidade fisiológica das sementes, a germinação foi nula nas três primeiras épocas de colheita (janeiro a abril), razão pela qual esses dados não participaram da análise estatística. Assim, nessa fase inicial de desenvolvimento dos frutos, caracterizada pela coloração mais esverdeada e manchas pretas pouco intensas, maior tamanho e teor de água e menor peso de matéria seca, as sementes de canela-preta ainda se encontravam fisiologicamente imaturas.

Houve expressiva germinação nas últimas três colheitas, realizadas entre o final de maio (253 dias após o florescimento) e meados de agosto (331 dias após o florescimento), como mostra a TABELA 3. Não existe relação entre o desprendimento da cúpula e a maturação das sementes, pois em 09 de abril a cúpula foi facilmente removida dos frutos e a germinação foi nula. Foi constatado efeito significativo na porcentagem de germinação das sementes para os três fatores analisados, bem como para as interações envolvidas.

Os frutos inteiros, de modo geral, conduziram a menor porcentagem de germinação das sementes. Isto ocorreu, provavelmente, por causa da presença do pericarpo, que dificultou a entrada de água e a emissão da raiz primária e do ápice caulinar. Este resultado contradiz a recomendação feita por LORENZI (1992) de semear os frutos inteiros de canela-preta sem tratamento, como se fossem sementes, quando se pretende obter mudas imediatamente após a colheita.

TABELA 3 - Porcentagem de germinação das sementes de *Ocotea catharinensis* (canela-preta) submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos e temperaturas, obtida nas diferentes épocas de colheita.

Época de colheita	Tratamento pré-germinativo	Temperatura				Média
		20°C	25°C	30°C	35°C	
253 dias após florescimento	Fruto inteiro	20,0 *A e*	13,5 *A f*	13,5 *A fgh*	0,0 *B d*	11,8
	Remoção do pericarpo	66,5 *A cd*	61,5 *A cd*	43,5 *B cd*	0,0 *C d*	42,9
	Corte na posição da radícula	56,5 *A d*	36,5 *B e*	1,5 *C gh*	0,0 *C d*	23,6
	Corte oposto à radícula	33,5 *A e*	3,5 *B f*	0,0 *B h*	0,0 *B d*	9,3
	Média	44,1	28,8	14,6	0	21,9
316 dias após florescimento	Fruto inteiro	25,5 *A e*	13,5 *B f*	16,5 *AB fg*	3,5 *C d*	14,8
	Remoção do pericarpo	76,5 *A abc*	73,5 *A abc*	53,5 *B bc*	30,5 *C b*	58,5
	Corte na posição da radícula	71,5 *A abcd*	71,5 *A bc*	32,5 *B de*	23,0 *B bc*	49,6
	Corte oposto à radícula	60,0 *A d*	45,0 *B de*	5,0 *C gh*	0,0 *C d*	27,5
	Média	58,4	50,9	26,9	14,3	37,6
331 dias após florescimento	Fruto inteiro	30,0 *A e*	15,0 *B f*	28,0 *A ef*	0,0 *C d*	18,3
	Remoção do pericarpo	86,5 *AB a*	88,5 *A a*	76,5 *B a*	63,5 *C a*	78,8
	Corte na posição da radícula	83,5 *A ab*	78,5 *A ab*	62,0 *B ab*	38,5 *C b*	65,6
	Corte oposto à radícula	70,0 *A bcd*	65,0 *A bc*	16,5 *B fg*	1,5 *C d*	38,3
	Média	67,5	61,8	45,8	25,9	50,3

Valores de F:		Interação (E x P)	9,06**
Época de colheita (E)	55,46**	Interação (E x T)	3,73**
Tratamento pré-germinativo (P)	45,64**	Interação (P x T)	6,63**
Temperatura (T)	106,64**	Interação (E x P x T)	5,35**
Coeficiente de variação			22,04**

(**) Significativo ao nível de 1% de probabilidade.
(*a, b*...) Médias seguidas de mesma letra minúscula, em cada coluna, não diferem entre si (P > 0,05).
(*A, B, C*) Médias seguidas de mesma letra maiúscula, em cada linha, não diferem entre si (P > 0,05).

O corte do pericarpo aumentou a germinação das sementes de canela-preta, principalmente quando efetuado na posição da radícula. Os melhores resultados de germinação foram obtidos quando se efetuou a remoção do pericarpo, correspondendo ao despolpamento, em que as sementes foram colocadas para germinar apenas com as suas estruturas. Vantagem do despolpamento na germinação das sementes também foi constatada para outras espécies arbóreas como *Tapirira guianensis* (SILVA & DURIGAN, 1991) e *Maximiliana regia* (MARTINS *et al.*, 1995).

A germinação das sementes de canela-preta foi maior nas temperaturas mais baixas (20 e 25°C) do que nas mais elevadas (30 e 35°C). Esse comportamento está coerente com as condições existentes em sua área de origem, restrita às regiões subtropicais. De acordo com LORENZI (1992), *Ocotea catharinensis* ocorre naturalmente de São Paulo até o Rio Grande do Sul, na floresta pluvial da encosta atlântica. É importante ressaltar que as sementes utilizadas neste trabalho foram colhidas na Serra da Cantareira, a 776 m de altitude média, onde a temperatura média do mês mais quente é de 21°C e a do mês mais frio de 14,4°C (VENTURA *et al.*, 1965/66).

Nas duas últimas colheitas (316 e 331 dias após o florescimento), o corte do pericarpo na posição da radícula foi tão eficiente quanto a remoção do pericarpo, nas temperaturas de 20 e 25°C (TABELA 3). O corte do pericarpo, embora de execução mais simples e prática do que a sua remoção, causou alguns problemas na germinação das sementes. Nota-se que a germinação decresceu

principalmente nas temperaturas mais elevadas, sugerindo possível influência de alguma substância presente no pericarpo. O pericarpo dos frutos de canela-preta é predominantemente oleaginoso, como foi constatado por SILVA *et al.* (1998), e o aumento da temperatura pode ter diminuído a viscosidade do óleo, danificando o embrião. É importante, assim, a realização de pesquisa para estudar a influência do óleo na germinação das sementes.

Como não existe dificuldade para efetuar a remoção do pericarpo, este tratamento é aconselhável tanto para a condução do teste padrão de germinação como para a produção de mudas de canela-preta, uma vez que, em condições de viveiro a temperatura pode ser elevada durante determinados períodos do dia, tornando necessária a remoção do pericarpo para promover maior emergência de plântulas.

Considerando as temperaturas mais adequadas (20 e 25°C) e os melhores tratamentos pré-germinativos (remoção do pericarpo e corte do pericarpo na posição da radícula), a germinação obtida na última colheita (331 dias após o florescimento) foi estatisticamente superior à constatada em 28 de maio (253 dias após o florescimento). Nesta data, portanto, as sementes ainda não haviam atingido a máxima qualidade fisiológica. Esta condição foi alcançada em 30 de julho (316 dias após o florescimento), ocasião em que a capacidade germinativa das sementes não diferiu significativamente da obtida em 14 de agosto (331 dias após o florescimento).

Por ocasião da última colheita (331 dias após o florescimento), observou-se que os frutos começaram a se desprender das árvores, iniciando o processo de dispersão das sementes. A elevada germinação obtida com as sementes colhidas nesta época, mesmo nas temperaturas que se revelaram desfavoráveis para a germinação (30 e 35°C) nas colheitas anteriores, pode ser uma indicação de que as sementes se tornaram mais vigorosas. Segundo POPINIGIS (1985) e CARVALHO & NAKAGAWA (1988), no ponto de maturidade fisiológica as sementes atingem o valor máximo de germinação e vigor.

Comparando os resultados de germinação (TABELA 3) com os valores contidos na TABELA 2, verifica-se que nas colheitas em que foi obtida a máxima qualidade fisiológica das sementes de canela-preta, os frutos se apresentaram com pequeno tamanho (0,64 a 0,68 cm^3), elevado peso de matéria seca (0,62 a 0,71 g/fruto) e baixo teor de água (41,6 a 50,6%). A relação entre as características dos frutos e a germinação das sementes está ilustrada na FIGURA 1. Nesta figura, não foram incluídos os resultados de germinação obtidos com os tratamentos pré-germinativos que se revelaram ineficientes (frutos inteiros e corte do pericarpo na região oposta à radícula).

A coloração dos frutos não foi eficiente para refletir a maturidade fisiológica das sementes de canela-preta, pois os frutos colhidos em maio apresentaram a mesma coloração e o mesmo aspecto externo daqueles colhidos em julho e agosto (TABELA 1), porém as sementes não possuíam a mesma qualidade (TABELA 3). A coloração mais amarelada dos frutos e as manchas pretas mais intensas indicaram apenas o início da maturação fisiológica das sementes.

O peso de matéria seca dos frutos refletiu a maturidade fisiológica das sementes de canela-preta, mas este parâmetro não é muito preciso porque é dependente do seu tamanho (LIN, 1986). Observou-se, durante a condução do trabalho, que o tamanho dos frutos de canela-preta variou de árvore para árvore, em todas as colheitas. Segundo PIÑA-RODRIGUES & AGUIAR (1993), o tamanho dos frutos é uma característica extremamente plástica, variando de ano para ano, de indivíduo para indivíduo e dentro do mesmo indivíduo.

O teor de água dos frutos também caracterizou a maturação fisiológica das sementes de canela-preta. Em 28 de maio (253 dias após o florescimento) os frutos possuíam 53,4% de água e as sementes ainda não estavam completamente maduras. Em 30 de julho (316 dias após o florescimento) o teor diminuiu para 50,6% e as sementes já haviam completado a maturação. Nota-se que a desidratação nesta fase foi lenta, sendo necessárias nove semanas para a redução de apenas 2,8% no teor de água dos frutos. Na fase seguinte, no entanto, esse teor foi reduzido de 50,6% para 41,6% em apenas duas semanas (TABELA 2 e FIGURA 1).

AGUIAR & BARCIELA (1986) também constataram, para *Myroxylon balsamum*, que o teor de água dos frutos foi um eficiente indicador da maturação fisiológica das sementes. Para *Dalbergia nigra*, MARTINS & SILVA (1997) verificaram que o teor de água e o peso de matéria seca foram os índices que melhor caracterizaram a sua maturação fisiológica.

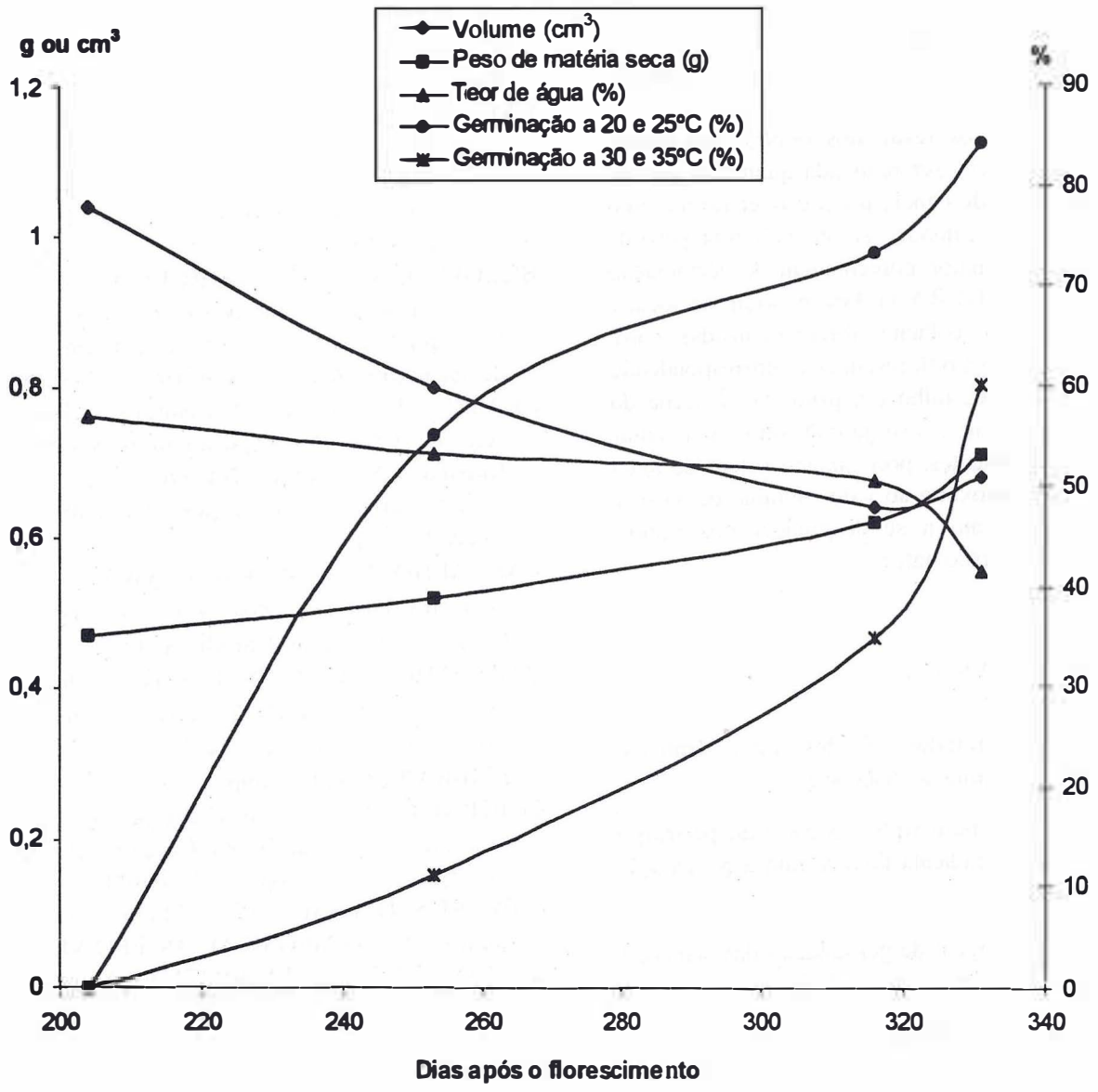


FIGURA 1 - Relação do volume, peso de matéria seca e teor de água dos frutos, com a porcentagem de germinação das sementes de *Ocotea catharinensis* (canela-preta) colhidas em diferentes épocas. A germinação está representada pela média dos tratamentos de remoção do pericarpo e corte do pericarpo na posição da radícula.

Como o peso de matéria seca é influenciado pelo tamanho dos frutos e/ou sementes, o maior peso dos frutos, obtido na última colheita, pode ter sido resultante do seu maior tamanho. Considerando que neste trabalho foi determinado o peso de matéria seca dos frutos e não o das sementes, e que o teor de água de frutos e/ou sementes não depende do seu tamanho, este parâmetro, além de mais prático, é mais adequado para indicar a época de colheita dos frutos.

Assim, os resultados obtidos mostraram que a colheita deve ser realizada quando o teor de água dos frutos de canela-preta estiver no máximo em torno de 50%, quando se obteve maior peso de matéria seca e maior porcentagem de germinação das sementes (FIGURA 1). Isso ocorreu, no local e no ano em que as colheitas foram realizadas, entre 316 e 331 dias após o florescimento, correspondendo ao final do mês de julho e à primeira quinzena do mês de agosto. Um atraso na colheita pode resultar em perda de sementes, pois quando o teor de água dos frutos se aproxima ao valor mínimo de 41,6%, os frutos começam a se desprender dos ramos, iniciando a dispersão natural.

4 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho permitiram as seguintes conclusões:

a) a remoção do pericarpo e o corte do pericarpo na posição da radícula favoreceram a germinação das sementes;

b) maior porcentagem de germinação das sementes foi obtida nas temperaturas de 20 e 25°C;

c) a mudança da coloração dos frutos indicou o início do processo de maturação fisiológica das sementes;

d) o peso de matéria seca e o teor de água dos frutos refletiram a maturidade fisiológica das sementes;

e) por ocasião da maturidade fisiológica das sementes, o teor de água dos frutos variou de 41,6 a 50,6%, e

f) a época adequada de colheita das sementes variou de 316 a 331 dias após o florescimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, I. B. & BARCIELA, F. J. P. 1986. Maturação de sementes de cabreúva. *Rev. Bras. Sem.*, Brasília, *8*(3):63-71.

BAITELLO, J. B. 1992. *Ocotea catharinensis*. In: SOCIEDADE BOTÂNICA DO BRASIL. *Centuria plantarum brasiliensium exstinctionis*. Rio de Janeiro, SBB. p. 167.

BARROS, A. S. R. 1986. Maturação e colheita de sementes. In: CÍCERO, S. M.; MARCOS FILHO, J. & SILVA, W. R. (coord.) *Atualização em produção de sementes*. Campinas, Fundação Cargill. p. 107-134.

BORGES, E. E. de L. & BORGES, C. G. 1979. Germinação de sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. provenientes de frutos com diferentes graus de maturação. *Rev. Bras. Sem.*, Brasília, *1*(3):45-47.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. 1992. *Regras para análise de sementes*. Brasília, Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária, Coordenação de Laboratório Vegetal. 365p.

CARVALHO, N. M. & NAKAGAWA, J. 1988. *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 3. ed. Campinas, Fundação Cargill. 424p.

CARVALHO, P. E. R. 1994. *Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira*. Colombo, EMBRAPA/CNPF. 369p.

CORDINI, C. 1994. Grupos ecológicos de espécies florestais nativas de Santa Catarina. *Agropec. Catarinense*, Florianópolis, *7*(1):40-43.

EDWARDS, D. G. W. 1979. Maturity and seed quality. In: SYMPOSIUM ON FLOWERING AND SEED DEVELOPMENT IN TREES, 1979, Starkville. *Proceedings...* Starkville, U.S. Forest Service. p. 233-263.

KAGEYAMA, P. Y. & VIANA, V. M. 1991. Tecnologia de sementes e grupos ecológicos de espécies arbóreas tropicais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 2, Atibaia-SP, out. 16-19, 1989. *Anais...* São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente/Instituto Florestal. p. 197-215. (Série Documentos)

LIN, S. S. 1986. Efeito do tamanho e maturidade sobre a viabilidade, germinação e vigor do fruto do palmiteiro. *Rev. Bras. Sem.*, Brasília, *8*(1) 57-66

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

MARTINS, C. C.; SILVA, W. R. da & BOVI, M. L. A. 1995. Tratamentos pré-germinativos em sementes da palmeira inajá (*Maximiliana regia* Mart.). *Inf. ABRATES*, Brasília, *5*(2):206.

MARTINS, S. V. & SILVA, D. D. 1997. Maturação e época de colheita de sementes de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr.All. ex Benth. *Rev. Bras. Sem.*, Brasília, *19*(1):96-99.

PIMENTEL GOMES, F. 1976. *Curso de estatística experimental*. 4. ed. Piracicaba, ESALQ/USP. 430p.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; JESUS, R. M. & MENANDRO, M. 1984. Maturação de sementes de *Dalbergia nigra* Fr. Allen. utilização da coloração dos frutos como índice de maturação. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 5, Nova Prata-RS, set. 17-22, 1984. *Anais*... Nova Prata, Secretaria de Estado da Agricultura, Prefeitura Municipal de Nova Prata. p. 296-313.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. & AGUIAR, I. B. 1993. Maturação e dispersão de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. & FIGLIOLIA, M. B. (coord.) *Sementes florestais tropicais*. Brasília, ABRATES. p. 215-274.

POLLOCK, B. M. & ROSS, E. E. 1972. Seed and seedling vigor. In: KOZLOWSK, T. T. *Seed biology*. New York, Academic Press. p. 313-337.

POPINIGIS, F. 1985. *Fisiologia da semente*. 2. ed. Brasília, Agiplan. 289p.

REITZ, P.; KLEIN, R. M. & REIS, A. 1988. Projeto madeira do Rio Grande do Sul. *Sellowia*, Itajaí, (34/35):233-239.

SILVA, A. da & DURIGAN, G. 1991. Germinação de sementes de *Tapirira guianensis* Aublet., Anacardiaceae, em diferentes temperaturas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 7, Campo Grande-MS, set. 16-20. *Resumos*... *Inf. ABRATES*, Brasília, *1*(4):77.

SILVA, A. da. 1997. *Padrão de florescimento e frutificação, caracterização de diásporos e germinação de sementes de canela-preta (***Ocotea catharinensis** *Mez)*. Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista. 94p. (Dissertação de Mestrado)

SILVA, A. da *et al.* 1998. Caracterização morfológica e química de frutos e sementes de canela-preta (*Ocotea catharinensis* Mez - Lauraceae). *Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, *10*(2):217-228.

SOUZA, S. M. & LIMA, P. C. F. 1985. Maturação de sementes de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan. *Rev. Bras. Sem.*, Brasília, *7*(2):93-99.

STEEL, R. G. D. & TORRIE, J. H. 1960. *Principles and procedures of statistics*. New York, McGraw-Hill Book. 481p.

VENTURA, A.; BERENGUT, G. & VICTOR, M. A. M. 1965/66. Características edafoclimáticas das dependências do Serviço Florestal do Estado de São Paulo. *Silvic. S. Paulo*, São Paulo, *4/5*(4):57-140.

COMPORTAMENTO SILVICULTURAL E GENÉTICO DE DUAS ESPÉCIES ARBÓREAS TROPICAIS SECUNDÁRIAS[1]

Ana Cristina Machado De Franco SIQUEIRA[2]
Alexandre Magno SEBBENN[3]
Lêda Maria do Amaral GURGEL GARRIDO[3]
Milene da Silva CASTOLLEN[4]
Antonio Carlos Scatena ZANATTO[3]

RESUMO

Foram feitas avaliações silviculturais e genéticas de duas espécies arbóreas tropicais secundárias, *Gallesia gorarema* (Vell.) Moq. e *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub., na Estação Experimental de Luiz Antônio, SP. A análise de variância revelou maior variação genética para a característica DAP, em ambas as espécies, sendo esses valores um pouco superiores em *P. dubium*. O crescimento médio e incremento médio anual, para todas as idades avaliadas, apresentaram valores maiores para a *P. dubium* relativamente a *G. gorarema*. As herdabilidades, bem como o coeficiente de variação genética, de variação fenotípica dentro de parcelas e o potencial de seleção foram em geral, superiores para a característica DAP, em todas as idades avaliadas, para as duas espécies, em especial para *P. dubium*.

Palavras-chave: conservação genética *ex situ*; variação genética; parâmetros genéticos; espécies arbóreas tropicais.

ABSTRACT

Silvicultural and genetic analyses of two secondary tropical arboreal species, *Gallesia gorarema* and *Peltophorum dubium*, were evaluated in Luiz Antonio Experimental Station, São Paulo. The variance analysis revealed significant genetic variation for characteristic DBH, in both species, being those values a little higher in *P. dubium*. The medium growth and annual medium increments, for all the studied ages, showed higher values for *P. dubium* than for *G. gorarema*. Coefficient genetic variation indicated that both species have a good *ex situ* conservation. The analysis of the heritability, coefficient genetic variation, coefficient fenotipic variation within the plots and the index potential for selection, were high for DBH, in both species, showed potential for future utilization and work genetic improvement.

Key words: *ex situ* conservation; genetic variation; genetic parameter; tropical tree species.

1 INTRODUÇÃO

A conservação genética *ex situ* de espécies arbóreas tropicais tem recebido grande atenção nas três últimas décadas, devido à extensa devastação das florestas tropicais nos continentes. O Brasil apresenta a maior área de florestas tropicais naturais onde a devastação contínua põe em risco de extinção, diversas espécies vegetais e animais. Da mesma forma, o Estado de São Paulo, ainda é foco da exploração florestal irracional, apesar de, na década de 80, os cientistas alertarem os governos e autoridades competentes das perdas dos recursos genéticos florestais. Nessa mesma década o Instituto Florestal do Estado de São Paulo iniciou seu programa de conservação *ex situ* de espécies brasileiras, visando a preservação *in vivo* de material genético florestal e sua possível utilização futura em programas de recuperação de áreas degradadas e melhoramento.

Dentre as muitas espécies incluídas nesse programa têm-se *Gallesia gorarema* (Vell.) Moq. - pau-d'alho e *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. - canafistula, espécies em perigo de extinção (FAO, 1996) e de reconhecido valor comercial.

(1) Aceito para publicação em junho de 1999.
(2) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil. (Bolsista do CNPq)
(3) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil.
(4) ESALQ/USP, Departamento de Ciências Florestais, Caixa Postal 9, 13418-900, Piracicaba, SP, Brasil.

Este trabalho teve por objetivos: a) monitorar a variabilidade genética de duas espécies arbóreas tropicais, através de caracteres quantitativos; b) verificar a eficiência da estratégia de conservação *ex situ* e, c) conhecer o comportamento silvicultural das espécies no local de ensaio.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Gallesia gorarema (Vell.) Moq. é uma espécie arbórea tropical da família Phytolaccaceae, conhecida vulgarmente como pau-d'alho, que se distribui naturalmente entre a latitude 04°S (CE) a 25°30' (PR). A árvore é perenifólia, comumente com 10 a 20 m de altura e 40 a 80 cm de DAP, podendo atingir até 30 m de altura e 100 cm ou mais de DAP. Apresenta sapopemas de tamanhos regulares na base. Suas flores têm forte cheiro de alho. No Estado de São Paulo a espécie floresce de fevereiro a julho e a frutificação se dá de junho a outubro. *G. gorarema* não produz sementes todos os anos, o que é comum em espécies nativas. Há árvores estéreis que não florescem nem frutificam. A dispersão das sementes ocorre por anemocoria. No grupo sucessional a espécie é secundária tardia; no estádio sucesssional é comum na vegetação secundária, em terrenos abertos, sendo particularmente freqüente na planície aluvial e início de encostas situadas em solos férteis e mesmo em baixadas úmidas. A árvore é longeva, heliófita, ocupando o estrato emergente da floresta. A madeira é utilizada em serrarias, produção de energia e de celulose e papel (LORENZI, 1992).

Peltophorum dubium (Spreng.) Taub. pertence à família Leguminosae-Caesalpinoideae, sendo conhecida vulgarmente, por canafístula, guarucaia, ibirá-puitá, dentre outros, ocorrendo entre a latitude 07°S (PB) a 3°25'S (Uruguai), em altitude de 20 a 100 m. A árvore é semicaducifólia a caducifólia, comumente com 10 a 20 m de altura e 40 a 90 cm de DAP, podendo atingir excepcionalmente 40 m de altura e 300 cm de DAP. As flores são hermafroditas, florescendo de setembro a março e frutificando de maio a dezembro no Estado de São Paulo. No grupo sucessional a espécie é secundária inicial e no estádio sucessional desempenha papel de pioneira nas áreas abertas, em capoeiras e matas degradadas. A árvore é longeva, heliófita, ocupando o estrato dominante da floresta. A espécie é naturalmente pouco exigente quando à fertilidade do solo, porém, em plantios experimentais desenvolveu-se melhor em solos com fertilidade de média à elevada. Não tolera solos rasos, pedregosos ou demasiadamente úmidos. A madeira é de utilidade na marcenaria em geral, produção de energia e de papel e celulose. As raízes, folhas e frutos têm utilidade medicinal (CARVALHO, 1994).

A aplicação dos conceitos de genética em espécies florestais nativas pode ser feita tanto para o manejo, conservação de recursos genéticos, como para o melhoramento (KAGEYAMA & DIAS, 1985).

Os recursos genéticos florestais são unidades de variação herdadas de valor presente ou potencial futuro. O termo "recursos genéticos" se define como a existência de reservas que podem ser usadas quando for necessário, considerando tanto os recursos atuais, como os potenciais. A variação refere-se às diferenças na composição genética entre indivíduos ou grupos de indivíduos de uma mesma espécie (KEIDING & GRAUDAL, 1989). Estes recursos genéticos podem, tanto serem conservados na forma *in situ* como *ex situ*.

As estratégias de conservação *in situ* e *ex situ* não são alternativas, são na verdade, formas complementares de conservar os recursos genéticos (GRIFFITH, 1987; KEIDING & GRAUDAL, 1989). No entanto, quando uma espécie já está em vias de extinção em seu habitat natural, a conservação *ex situ* torna-se a única alternativa. Segundo KAGEYAMA & DIAS (1985), a forma de conservação *ex situ* é mais apropriada nos casos em que a *in situ* é impraticável, como para populações cujo desaparecimento é inevitável e a espécie já está em vias de extinção.

A conservação *ex situ* visa manter amostras representativas de populações ou culturas, para que, após caracterizadas, avaliadas e multiplicadas, estejam disponíveis para o melhoramento genético ou pesquisas correlatas (LLERAS, 1992).

O monitoramento da variação genética de espécies vegetais a partir da estimativa de parâmetros genéticos, obtidos de testes de progênies, é uma metodologia eficiente e muito bem estabelecida, sendo que vários autores compartilham desta mesma idéia, podendo-se citar entre outros, VENCOVSKY (1969, 1977), KAGEYAMA (1983), KAGEYAMA & DIAS (1985).

Nas ciências florestais, no Brasil, esses testes foram inicialmente realizados com espécies exóticas, principalmente dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*, em programas de melhoramento. Entretanto, a partir da década de 80, esta metodologia passou a ser utilizada na conservação de essências florestais nativas, quando o Instituto Florestal do Estado de São Paulo, iniciou seu Programa de Conservação dos Recursos Genéticos de Essências Nativas.

Dentre os parâmetros genéticos de maior importância, nos trabalhos de melhoramento, tem-se o coeficiente de herdabilidade. Esse coeficiente quantifica a proporção da variação fenotípica que é decorrente da expressão genética. No entanto, sendo este parâmetro dependente da expressão de poligenes, que podem ser ativados ou não em determinadas fases de desenvolvimento dos organismos, como variação ambiental que atua sobre o fenótipo nas diversas fases de vida da planta, sua magnitude pode variar de ano para ano, não podendo ser considerado um parâmetro populacional fixo, mas sim, um parâmetro de uma população em um determinado ambiente (VENCOVSKY, 1969; DOBZHANSKY, 1973; FALCONER, 1972; VENCOVSKY & BARRIGA, 1992).

Conforme ETTORI *et al.* (1996), os resultados encontrados por vários autores demonstram que para as espécies florestais nativas, não existem tendências ou comportamentos regulares no que se refere à variação genética e herdabilidade de características como altura e DAP (TABELA 1).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O material de propagação foi coletado de árvores de polinização livre e em ocorrência natural, segundo as recomendações de SHIMIZU *et al.* (1982). A conservação genética *ex situ* das espécies *G. gorarema* e *P. dubium* foi realizada através de populações base, implantadas em forma de teste de progênies, possibilitando assim, o monitoramento da variação genética durante as diversas fases de desenvolvimento das plantas.

O delineamento experimental, adotado para ambas as espécies, foi o de blocos ao acaso, com 6 repetições, parcelas lineares de 5 plantas, no espaçamento 3 x 3 metros. Os ensaios foram rodeados por uma bordadura externa de duas linhas, visando reduzir os efeitos ambientais. O ensaio de *G. gorarema* continha 18 progênies procedentes de uma população de Tenente Portela-PR e o de *P. dubium*, 25 progênies procedentes de uma população de Alvorada do Sul-PR. Os ensaios foram implantados em 1985 em Luiz Antônio-SP, situada a 21°40' de latitude e a 47°49' longitude, com uma altitude média de 550 metros. O solo é do tipo latossol roxo e o tipo climático é o Cwa, segundo classificação de Köppen (VENTURA *et al.*, 1965/66).

Os ensaios foram medidos anualmente até a idade de 9 anos para *G. gorarema* e até os 8 anos para *P. dubium*, exceção apenas aos 6 anos, para ambas as espécies. As características avaliadas foram altura, DAP e incremento médio anual (IMA). Essas características foram submetidas à análise de variância, a nível de médias de parcelas, segundo análise de SEBBENN *et al.* (1995).

A partir da decomposição das esperanças dos quadrados médios da análise de variância, estimou-se o coeficiente de herdabilidade no sentido restrito, o coeficiente de variação genética, o coeficiente de variação ambiental, o coeficiente de variação fenotípica dentro de parcelas (KAGEYAMA, 1983), o potencial do material genético, a seleção pela relação entre o coeficiente de variação genética e o coeficiente de variação experimental (VENCOVSKY & BARRIGA, 1992).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise do comportamento silvicultural foi realizada pelo coeficiente de variação experimental, crescimento médio e incremento médio anual. Estes resultados encontram-se para altura de plantas na TABELA 2 e para DAP na TABELA 3.

TABELA 1 - Coeficiente de variação genética (CV_g %), coeficiente de variação dentro de progênies (CV_d %) e coeficiente de herdabilidade (h^2) para as características altura e DAP de várias essências nativas, em diferentes idades.

ESPÉCIE	PROCEDÊNCIA	IDADE	ALTURAS			DAP			REFERÊNCIA
			CV_g %	CV_d %	h^2	CV_g %	CV_d %	h^2	
Araucaria angustifolia	Quatro Barras - SC	2	6,99	-	0,01	-	-	-	GIANNOTTI *et al.* (1982)
	Barbacena - MG	2	7,59	-	0,17	-	-	-	
Pterogyne nitens	Alvorada do Sul -PR	4	0,80	24,38	0,22	-	-	-	NOGUEIRA *et al.* (1986a)
	Bauru - SP	4	3,73	31,73	0,40	-	-	-	
	Ribeirão Preto - SP	4	2,12	34,51	0,23	-	-	-	
	Teod. Sampaio - SP	4	1,08	29,23	0,14	-	-	-	
Astronium urundeuva	Rio Claro - SP	4	5,58	28,08	0,59	-	-	-	NOGUEIRA *et al.* (1986b)
	Pederneiras - SP	4	2,26	31,42	0,23	-	-	-	
	Penápolis - SP	4	5,00	24,78	0,58	-	-	-	
	Paulo de Faria - SP	4	2,67	23,89	0,35	-	-	-	
	Novo Horizonte - SP	4	6,54	24,25	0,72	-	-	-	
Gallesia gorarema (1)	Ribeirão Preto - SP	3	0,17	21,03	0,03	0,00	71,30	0,00	NOGUEIRA *et al.* (1986c)
	Campinas - SP	3	1,24	16,70	0,04	2,04	51,10	0,12	
	Bauru - SP	3	1,46	19,24	0,25	3,31	59,75	0,18	
Gallesia gorarema (2)	Ribeirão Preto - SP	3	1,72	11,05	0,34	-	-	-	
	Campinas - SP	3	0,15	11,68	0,05	-	-	-	
	Bauru - SP	3	0,39	8,83	0,14	-	-	-	
Dipteryx alata	Campo Grande - MS	5	1,12	14,40	0,20	3,11	34,06	0,30	SIQUEIRA *et al.* (1986a)
	Aquidauana - MS	5	4,59	17,96	0,69	13,08	36,05	0,97	
Cariniana legalis (1)	Porto Ferreira - SP	3	0,00	13,01	0,00	0,77	35,20	0,08	SIQUEIRA *et al.* (1986b)
	Piracicaba - SP	3	0,00	15,57	0,00	0,92	32,39	0,10	
	Campinas - SP	3	0,14	14,23	0,04	1,44	33,95	0,16	
Cariniana legalis (2)	Porto Ferreira - SP	3	0,52	11,40	0,17	-	-	-	
	Piracicaba - SP	3	0,73	11,92	0,21	-	-	-	
	Campinas - SP	3	0,97	12,15	0,24	-	-	-	
Peltophorum dubium (1)	Bauru - SP	3	1,87	15,05	0,32	4,78	24,67	0,54	SIQUEIRA *et al.* (1986c)
	Alvorada do Sul - PR	3	8,05	18,15	1,00	10,26	24,01	0,92	
Peltophorum dubium (2)	Bauru - SP	3	3,66	9,92	0,59	6,91	21,23	0,84	
	Alvorada do Sul - PR	3	7,20	14,72	1,00	11,19	30,50	0,89	

continua

continuação - TABELA 1

ESPÉCIE	PROCEDÊNCIA	IDADE	ALTURAS			DAP			REFERÊNCIA
			CV_g %	CV_d %	h^2	CV_g %	CV_d %	h^2	
Copaiffera multijuga	Tucurui	3	-	38,97	-	-	26,47	-	SAMPAIO & VENTURIERI (1990)
Hymenaea courbaril	Tucurui	3	-	38,99	-	-	29,00	-	
Apuleia leiocarpa	Tucurui	3	-	21,01	-	-	18,38	-	
Hymenolobium	Tucurui	3	-	26,50	-	-	23,3	-	
Astronium urundeuva	Bauru - SP	3	5,70	-	0,35	-	-	-	MORAES *et al.* (1992)
	Selvíria - MS	4	3,11	-	0,16	-	-	-	
Myracroduon urundeuva	Aramira - SP	1	5,54	-	0,02	-	-	-	MORAES *et al.* (1993)
	Selvíria - MS	1	2,43	-	0,11	-	-	-	
Acacia mearnsil	Montenegro 1 - RS	3	5,96	-	0,22	9,37	-	0,25	RESENDE *et al.* (1992)
	Montenegro 2 - RS	3	6,63	-	0,30	10,30	-	0,35	
Esenbeckia leiocarpa	Bauru e Ibicatu - SP	3	17,60	32,54	0,85	-	-	-	VITTI *et al.* (1992)
	Bauru - SP	3	19,21	35,67	0,85	-	-	-	
	Ibicatu - SP	3	14,31	30,56	0,68	-	-	-	
Cecropia cinerea	Anhembi (1)	5	3,89	10,62	0,46	-	-	-	
	Anhembi (2)	5	4,03	9,98	0,54	-	-	-	
	Anhembi (1 e 2)	5	3,53	9,45	0,47	-	-	-	
Cecropia sp	-	2	0,90	22,87	-	-	-	-	KAGEYAMA *et al.* (1993)
Myroxylon peruiferum	-	1	10,80	26,67	-	-	-	-	
Dipteryx alata	Aquidauana - MS	5	9,75	19,14	0,70	14,70	2,83	0,95	SIQUEIRA *et al.* (1993)
		7	0,00	16,83	0,00	0,00	25,49	0,00	
		8	0,00	17,82	0,00	0,00	26,91	0,00	
		10	0,00	20,56	0,00	0,00	28,05	0,00	
		11	0,00	18,87	0,00	1,84	26,58	0,02	
		13	0,00	16,87	0,00	0,21	27,89	0,00	
	Campo Grande - MS	5	5,00	13,84	0,26	6,28	24,06	0,22	
		7	0,00	17,78	0,00	0,00	25,86	0,00	
		8	0,00	20,38	0,00	3,82	27,76	0,07	
		10	0,00	19,54	0,00	3,36	27,76	0,05	
		11	0,00	18,96	0,00	0,00	31,16	0,00	
		13	0,00	17,80	0,00	2,38	13,76	0,06	

continua

continuação - TABELA 1

ESPÉCIE	PROCEDÊNCIA	IDADE	ALTURAS			DAP			REFERÊNCIA
			CV_g %	CV_d %	h^2	CV_g %	CV_d %	h^2	
Dipteryx alata	Três Lagoas - MS	5	13.08	49.25	0.26	11.60	33.69	0.34	SIQUEIRA *et al.* (1993)
		6	12.55	28.01	0.59	11.64	34.92	0.23	
		7	14.39	27.76	0.74	12.37	36.59	0.32	
	Brasília - DF	5	10.99	47.95	0.20	12.97	33.68	0.42	
		6	10.73	24.51	0.43	14.99	34.58	0.52	
		7	8.69	24.35	0.31	16.47	33.35	0.69	
	Icém - SP	5	8.69	45.26	0.13	7.23	63.09	0.05	
		6	6.87	44.50	0.08	0.00	59.79	0.00	
Tabebuia vellosoi	Mogi Guaçu - SP	7	9.14	29.76	0.33	16.07	42.91	0.46	ETTORI *et al.* (1995)
		9	13.97	31.17	0.61	20.30	44.94	0.64	
	Bebedouro - SP	7	5.32	27.45	0.14	7.12	43.87	0.10	
Tabebuia heptaphylla	Bauru - SP	1	0.00	19.58	0.00	-	-	-	ETTORI *et al.* (1996)
		2	0.00	14.03	0.00	3.42	27.96	0.05	
		3	2.55	15.95	0.08	3.52	27.40	0.05	
		4	2.61	16.06	0.08	4.00	24.66	0.08	
		5	2.02	16.51	0.05	4.28	25.35	0.09	
		8	1.73	15.16	0.04	2.93	24.96	0.04	
		12	0.00	16.25	0.00	2.69	26.05	0.03	
	Assis - SP	1	4.19	19.62	0.16	-	-	-	
		2	3.97	19.92	0.15	4.44	39.36	0.05	
		3	2.83	20.52	0.07	8.53	40.08	0.17	
		4	2.13	24.09	0.03	9.37	37.77	0.22	
		7	3.10	20.61	0.08	7.74	32.79	0.21	
		11	3.54	19.21	0.11	7.65	34.32	0.18	

(1) e (2): ensaios instalados em (1) Luiz Antônio - SP e (2) Pederneiras - SP.

TABELA 2 - Coeficientes de variação experimental (CV_{exp}), média (M), incremento médio anual (IMA) e resultados do teste "F", para altura de *G. gorarema* e *P. dubium* em Luiz Antônio-SP.

Idade		1	2	3	4	5	7	8	9
G. gorarema	CV_{exp}	6,67	8,49	8,15	11,11	-	12,24	12,02	12,11
P. dubium	(%)	-	6,86	4,67	3,45	3,03	4,78	6,84	-
G. gorarema	M	3,64	5,05	6,43	7,71	-	9,18	10,01	10,02
P. dubium		-	5,86	8,52	9,73	11,18	13,37	14,19	-
G. gorarema	IMA	3,64	2,52	2,14	1,39	-	1,31	1,25	1,11
P. dubium		-	2,93	2,84	2,43	2,24	1,91	1,77	-
G. gorarema	F	1,76*	1,52	1,50	0,66	-	0,73	0,75	0,74
P. dubium		-	2,10**	1,48	1,75*	2,95**	0,55	1,01	-

(*) Significativo a 5%.
(**) Significativo a 1%.

TABELA 3 - Coeficientes de variação experimental (CV_{exp}), média (M), incremento médio anual (IMA) e resultados do teste "F", para DAP de *G. gorarema* e *P. dubium* em Luiz Antônio-SP.

Idade		1	2	3	4	5	7	8	9
G. gorarema	CV_{exp}	12,28	11,70	11,93	11,65	-	12,65	12,89	13,22
P. dubium	(%)	-	7,61	6,56	6,39	6,48	6,66	7,37	-
G. gorarema	M	4,44	7,25	10,07	13,26	-	15,34	12,89	13,22
P. dubium		-	7,07	10,92	12,59	13,94	16,18	16,25	-
G. gorarema	IMA	4,44	3,65	3,36	3,31	-	2,19	1,61	1,47
P. dubium		-	3,54	3,64	3,15	2,79	2,24	2,03	-
G. gorarema	F	2,46**	2,14**	1,96**	1,80*	-	1,36	1,44	1,42
P. dubium		-	1,59	2,42**	2,04*	1,92*	2,19**	2,89**	-

(*) Significativo a 5%.
(**) Significativo a 1%.

O coeficiente de variação experimental (CV_{exp}) para altura de plantas e para DAP, conforme RESENDE *et al.* (1992), apresentaram magnitudes dentro dos limites aceitáveis na experimentação florestal para ambas as espécies, mostrando um bom controle ambiental nos ensaios, pelo delineamento utilizado (blocos ao acaso), favorecendo a confiabilidade nas estimativas dos parâmetros genéticos. É interessante chamar a atenção que a característica altura de plantas apresentou menores CV_{exp} que a característica DAP. *P. dubium*, apresentou maior precisão estatística que *G. gorarema*, em um mesmo delineamento, com igual número de repetições. Esta precisão, em parte, está associada à maior sobrevivência de plantas e maior homogeneidade entre blocos, no ensaio de *P. dubium* (98,52%), comparativamente *G. gorarema* (88,00%). Quanto à elevada sobrevivência de plantas nos ensaios, considerando-se que ambas as espécies são secundárias no estádio sucessional, e foram plantadas a pleno sol, pode-se afirmar que, até o momento da análise, as espécies se adaptaram bem a plantios puros bem como às condições ambientais de Luiz Antônio, SP.

A análise do crescimento médio em altura e DAP (TABELAS 2 e 3), revelou um crescimento rápido em ambas as espécies, mas, os resultados mostram uma superioridade, no crescimento, de *P. dubium* em relação a *G. gorarema*. Aos oito anos de idade *P. dubium* atingiu uma altura média de 14,19 m e *G. gorarema* de 10,01 m. Para o DAP, aos 8 anos, *P. dubium* atingiu um diâmetro

de 16,25 cm e *G. gorarema* de 12,89 cm. Comparando-se os dados de altura que constam da TABELA 2, com os resultados encontrados por NOGUEIRA *et al.* (1986c), para *G. gorarema*, em testes de progênies de três procedências e instalados em dois locais, conclui-se que as médias de altura encontradas neste ensaio foram superiores àquelas mencionadas pelo referido autor, o mesmo podendo ser observado para DAP aos três anos.

SIQUEIRA *et al.* (1986c), encontraram em testes de progênies de duas procedências instalados em dois locais, crescimentos em altura e DAP para *P. dubium*, inferiores aos observados no estudo em questão.

Dados de CARVALHO (1994), para altura e DAP, de ambas as espécies, decorrentes de compilação de vários autores, mostram resultados inferiores aos aqui encontrados, para ambas as características. Comparando os valores obtidos por estes autores, com os resultados do aqui encontrados, fica clara a superioridade dos dados aqui apresentados para ambas as características nas duas espécies estudadas. Pode-se também afirmar que as espécies desenvolveram-se muito bem a pleno sol e em plantios puros, confirmando os dados de literatura, que afirmam que as espécies adaptam-se à estas condições silviculturais.

Os incrementos médios anuais (IMA) para altura e DAP (TABELA 2 e 3, respectivamente), para as duas espécies, foram maiores nos primeiros anos, como era de se esperar, diminuindo com sua maturidade. *P. dubium*, apresentou valores mais elevados de incrementos, para as duas características, em todas as idades, reforçando maior potencial silvicultural, comparado ao de *G. gorarema*, para a região analisada, o que reforça a sua classificação como espécie secundária inicial.

Os resultados do teste F, da análise de variância, revelaram valores significativos para altura de plantas em *G. gorarema* (TABELA 2), apenas no primeiro ano de idade e, para *P. dubium* nas idades de dois, quatro e cinco anos. Para DAP, o teste F foi significativo, para *G. gorarema* (TABELA 3) do primeiro ao quarto ano e, para *P. dubium* do terceiro ao oitavo ano. Estes resultados deixam bem claro a presença de uma maior variabilidade genética na característica DAP do que na característica altura, para ambas as espécies. As estimativas efetuadas são coincidentes aos resultados apresentados por NOGUEIRA *et al.* (1986c) para três populações de *G. gorarema* implantadas em dois locais e, por SIQUEIRA *et al.* (1986c), para duas populações de *P. dubium*, em plantio repetido em dois locais, com exceção para altura de plantas numa das populações em um só local. Tais resultados do teste F sugerem que *P. dubium* apresenta maior variabilidade genética que *G. gorarema* e que a estratégia de conservação adotada (*ex situ*) foi eficiente para esta espécie. Quanto a *G. gorarema*, a baixa variabilidade detectada deve estar associada ao pequeno número de progênies incluídas no ensaio (18 progênies), que provavelmente não foi suficiente para detectar variabilidade. Ressalte-se que nos ensaios de NOGUEIRA *et al.* (1986c), o número de progênies por população também foi baixo, variando de 17 a 20, que possivelmente, pode ter sido a causa da não detecção de variabilidade genética pelos autores.

Na TABELA 4, os valores de herdabilidade iguais a zero foram decorrentes de estimativas de variâncias genéticas negativas entre progênies. Estes valores negativos podem ter várias origens como por exemplo, terem se originado de variações intraclasses maiores que interclasses, ou seja, as variações dentro das parcelas podem ter sido maiores do que as variações entre parcelas (progênies), conforme BARBIN (1993).

Os coeficientes de herdabilidade no sentido restrito para altura de plantas de *G. gorarema* e *P. dubium* (TABELAS 4 e 5) foram baixos nos primeiros anos de idade, vindo, posteriormente, a tornarem-se nulos com o crescimento das plantas. Estes resultados coincidem com aqueles mencionados por SIQUEIRA *et al.* (1993) para *Dipteryx alata*. No que se refere a DAP, esta tendência foi notada apenas para *G. gorarema*: as herdabilidades decresceram de 0,23 no primeiro ano a 0,09 aos 8 e 9 anos de idade. Para *P. dubium*, o coeficiente de herdabilidade para DAP, aumentou de 0,10 no segundo ano a 0,25 no terceiro ano de idade, vindo a diminuir até 0,16 no quinto ano e novamente aumentando para 0,27 no oitavo ano. Com esta oscilação entre anos, não é possível determinar um comportamento padrão para o DAP nessa espécie.

O comportamento das herdabilidades, para o DAP, é coerente com os resultados do teste F (TABELA 2), para *P. dubium*, em que os valores tenderam a uma maior significância com a maturação das plantas.

TABELA 4 - Coeficientes de herdabilidade no sentido restrito (h^2), coeficientes de variação genética (CV_g), ambiental (CV_e), fenotípica dentro de parcelas (CV_d), potencial de seleção (CV_g/CV_{exp}), para altura em *G. gorarema* e *P. dubium*.

Idade		1	2	3	4	5	7	8	9
G. gorarema	h^2	0,14	0,11	0,11	0,00	-	0,00	0,00	0,00
P. dubium		-	0,10	0,10	0,08	0,18	0,00	0,00	-
G. gorarema	CV_g	2,40	2,50	2,36	0,00	-	0,00	0,00	0,00
P. dubium	(%)	-	2,93	1,32	1,22	1,72	0,00	0,24	-
G. gorarema	CV_e	4,31	5,83	2,36	13,55	-	11,11	11,02	11,11
P. dubium		-	3,46	3,07	3,00	4,02	3,69	6,10	-
G. gorarema	CV_d	11,67	13,80	12,46	16,30	-	11,48	10,75	10,79
P. dubium		-	13,25	7,82	7,72	6,77	6,81	6,93	-
G. gorarema	CV_g/CV_{exp}	0,36	0,29	0,29	0,00	-	0,00	0,00	0,00
P. dubium		-	0,43	0,28	0,35	0,58	0,00	0,04	-

TABELA 5 - Coeficientes de herdabilidade no sentido restrito (h^2), coeficientes de variação genética (CV_g), ambiental (CV_e), fenotípica dentro de parcelas (CV_d), potencial de seleção (CV_g/CV_{exp}), para DAP em *G. gorarema* e *P. dubium*.

Idade		1	2	3	4	5	7	8	9
G. gorarema	h^2	0,23	0,19	0,18	0,15	-	0,08	0,09	0,09
P. dubium		-	0,10	0,25	0,18	0,16	0,19	0,27	-
G. gorarema	CV_g	6,05	5,11	4,77	4,26	-	3,11	3,50	3,52
P. dubium	(%)	-	2,39	3,19	2,66	2,54	2,97	4,13	-
G. gorarema	CV_e	6,34	6,43	7,62	7,11	-	8,65	8,69	9,17
P. dubium		-	4,39	3,92	3,72	3,77	3,37	2,95	-
G. gorarema	CV_d	23,51	21,84	20,54	20,64	-	20,64	21,29	21,27
P. dubium		-	13,90	11,95	11,90	11,78	12,74	15,10	-
G. gorarema	CV_g/CV_{exp}	0,49	0,44	0,40	0,37	-	0,25	0,27	0,27
P. dubium		-	0,31	0,49	0,42	0,39	0,45	0,56	-

As herdabilidades, foram superiores para DAP em relação a altura, em todas as idades avaliadas, para as duas espécies. NOGUEIRA *et al.* (1986c), encontraram herdabilidades para altura de plantas de *G. gorarema*, aos 3 anos, variando entre populações de 0,03 a 0,25. SIQUEIRA *et al.* (1986c), encontraram herdabilidades para altura de *P. dubium*, entre 0,32 e 1,00. Nota-se, que os valores aqui encontrados para as duas espécies, foram claramente inferiores, nas mesmas idades avaliadas pelos dois autores. Estas estimativas foram também inferiores aos resultados apresentados por VITTI *et al.* (1992) para alturas de *Esenbeckia leiocarpa* aos 3 anos de idade. De um modo geral, os coeficientes de herdabilidade não apresentam comportamentos regulares no que se refere a características de crescimento como altura e DAP, o que pode ser observado na TABELA 1.

Os coeficientes de variação genética (CV_g) foram relativamente baixos para as duas características, em ambas as espécies, sendo na maioria dos casos menores para DAP em relação a altura. Comparando estes valores entre espécies, *P. dubium* foi, de modo geral, mais variável geneticamente que *G. gorarema*. *P. dubium*, apresentou maiores CV_g para altura em quase todas as idades e DAP aos 8 anos. Este comportamento do CV_g, mostra uma clara correlação na magnitude dos valores de herdabilidade e coeficientes de variação genéticos. O CV_g é um parâmetro da maior importância a ser conhecido, nos trabalhos de conservação genética, visto que se refere à variação genética amostrada na população natural que será preservada na forma *ex situ*. Tendo isso em vista, e ponderando os resultados obtidos entre as espécies, pode-se afirmar que a estratégia de conservação foi mais eficiente para *P. dubium*, em comparação a *G. gorarema*. SAMPAIO & VENTURIERI (1990) obtiveram resultados superiores de CV_g, em pesquisa onde os dados de altura para procedências de *E. leiocarpa*, sendo esta sombreada com *Cecropia cinerea*, cujos resultados foram de 17,60%; 19,21% e 14,31%, respectivamente. Valores superiores também foram encontrados por outros autores como VITTI *et al.* (1992) que apresentaram estimativas de coeficiente de variação genética de 30,65% para *Copaiffera multijuga*; 27,5% para *Hymenaea courbaril*; 16,94% para *Apuleia leiocarpa* e 23,50% para *Hymenolobium* sp., aos 3 anos de idade, e por SIQUEIRA *et al.* (1993) que obtiveram CV_g variando de 0,00 a 14,39% para alturas; entre 0,00 e 16,47% para DAP, para *Dipteryx alata*, de diferentes procedências e a diferentes idades, sendo que os autores observaram também que esses coeficientes tendem a decrescer com a idade. Outros resultados obtidos por vários autores podem ser observados na TABELA 1.

O coeficiente de variação ambiental (CV_e) foi baixo para ambas características e espécies, porém, um pouco superior no ensaio de *G. gorarema*, resultado possivelmente associado à maior mortalidade de plantas detectada neste teste.

O coeficiente de variação fenotípico dentro de parcelas (CV_d) foi alto para ambas características e espécies, entretanto, sempre superior para *G. gorarema*. O CV_d também foi superior ao CV_g e CV_e, o que associado ao fato deste componente conter ¾ da variância genética aditiva, variância que é responsável pela transmissão das características herdadas de geração para geração, indica o potencial genético do material para a exploração em futuros programas de melhoramento das espécies. Em concordância a este resultado, o potencial de seleção no ensaio, medido pela relação de variância genética e variação experimental (TABELAS 4 e 5), sugere maior eficiência na seleção da característica DAP, em comparação com a altura, para ambas as espécies, em especial para a *P. dubium*. Os valores do coeficiente de variação dentro de progênies (CV_d) apresentados nas TABELAS 4 e 5, tanto para altura como para DAP, comparados aos valores do coeficiente de variação genética entre progênies (CV_g), evidenciam que a variação é maior entre os indivíduos da mesma progênie do que entre progênies, para características de crescimento, o que também foi observado por NOGUEIRA *et al.* (1986a, 1986b, 1986c); por SIQUEIRA *et al.* (1986a, 1986b); VITTI *et al.* (1992); SIQUEIRA *et al.* (1993); ETTORI *et al.* (1995) e ETTORI *et al.* (1996), entre outros.

De um modo geral, o comportamento silvicultural, avaliado pelo crescimento médio, incremento médio anual, sobrevivência, resultados do teste F e os valores encontrados para o CV_g, na característica altura, sugerem o sucesso na estratégia de conservação adotada para as espécies. Estes resultados combinados com os obtidos para os parâmetros genéticos como h^2, CV_d e CV_g/CV_{exp}, ainda deverão ser avaliados a idades mais avançadas, para que se possa indicar se as espécies realmente apresentarão potencial para seleção em futuros programas de melhoramento. Quanto a base genética restrita, nesses ensaios (18 progênies em *G. gorarema* e 20 em *P. dubium*), para programas de melhoramento, ressalta-se que este problema pode ser facilmente contornado pela inclusão de outras famílias destas populações e/ou pela inclusão de novas populações.

5 CONCLUSÕES

A análise do comportamento silvicultural, de ambas as espécies, mostrou um desenvolvimento superior ao apresentado na literatura e uma boa

adaptação das espécies aos plantios a pleno sol e de culturas puras, favorecendo o reflorestamento homogêneo da espécie para fins comerciais.

Os resultados do teste F revelaram variações genéticas significativas para algumas idades de plantio, sendo que *P. dubium* apresentou maior variabilidade quando comparada à *G. gorarema*, indicando sua maior eficiência na estratégia de conservação *ex situ* e utilização para programas futuros de melhoramento.

Os coeficientes de herdabilidade obtidos para a característica DAP, para ambas as espécies, foram razoáveis, o que combinado com os altos coeficientes da variação fenotípica dentro de parcelas e com os resultados apresentados pelo potencial de seleção no ensaio, evidenciam a possibilidade de sucesso em futuros programas de melhoramento. Porém, devido à base genética restrita do material, este só poderá ser utilizado em programas de seleção, se for incluído um número bem maior de famílias no ensaio. Caso contrário, o material só poderá ser submetido a um ciclo de seleção, sendo os ganhos mais restritos.

Os ensaios deverão ser analisados em idades mais avançadas para que se conheça melhor a estrutura genética das populações amostradas, o que possibilitará uma orientação mais segura para programas de melhoramento com as espécies. Dados mais completos poderão ser obtidos através de estudos mais específicos, como o uso de marcadores moleculares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBIN, D. 1993. *Componentes de variância.* Piracicaba, ESALQ/USP, Departamento de Matemática e Estatística. 108p. (apostila)

CARVALHO, P. E. R. 1994. *Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso de madeira.* Brasília, EMBRAPA-CNPF. 640p.

DOBZHANSKY, T. 1973. *Genética do processo evolutivo.* Trad. por Celso Abbade Mourão. São Paulo, Polígono, Ed. da Universidade de São Paulo. 453p.

ETTORI, L. C. *et al.* 1995. Conservação *ex situ* dos recursos genéticos do ipê-amarelo (*Tabebuia vellosoi* Tol.) através de testes de procedências e progênies. *Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, *7*(2):157-168.

ETTORI, L. C. *et al.* 1996. Variabilidade genética em populações de ipê-roxo - *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Tol. para conservação *ex situ*. *Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, *8*(1):61-70.

FALCONER, D. S. 1972. *Introdución a la genetica cuantitativa.* México, Ed. CECSA. 430p.

FAO. 1996. Panel of experts on forest genetic resources. Ninth session. Roma, Food and Agriculture Organization of the United Nations. 64p.

GIANNOTTI, E. *et al.* 1982. Variações genéticas entre progênies e procedências de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, Campos do Jordão-SP, set. 12-18, 1982. *Anais... Silvic. S. Paulo*, São Paulo, *16A*:970-975. Pt. 2. (Edição Especial)

GRIFFITH, J. J. 1987. Economia da conservação *in situ* de recursos genéticos florestais. *IPEF*, Piracicaba, (35):85-92.

KAGEYAMA, P. Y. 1983. *Seleção precoce a diferentes idades em progênies de* **Eucalyptus grandis** *(Hill) Maiden.* Piracicaba, ESALQ/USP. 147p. (Tese de Livre Docência)

KAGEYAMA, P. Y. & DIAS, I. S. 1985. *The application of genetic concepts to native forest species in Brazil.* Rome, FAO. 11p. (Forest Genetic Resources Information, 13)

KAGEYAMA, P. Y. *et al.* 1993. Teste de progênie combinado de espécies pioneiras e climácicas. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1 / CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7, Curitiba-PR, set. 19-24, 1993. *Anais...* São Paulo, SBS/SBEF. v. 2. p. 473-475.

KEIDING, H. & GRAUDAL, L. 1989. Introdución a la conservación de los recursos geneticos forestales. *Humlebaek*, Dinamarca, *2*:71–107.

LLERAS, E. 1992. Conservação de recursos genéticos florestais. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, São Paulo-SP, mar./abr. 29-03, 1992. *Anais... Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, *4*(único):1179-1184. Pt. 4. (Edição Especial)

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

MORAES, M. M. L. T. *et al.* 1992. Variação genética em duas populações de aroeira (*Astronium urundeuva* (Fr. All.) Engl. - Anacardiaceae). In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, São Paulo-SP, mar./abr. 29-03, 1992. *Anais... Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, *4*(único):1241-1245. Pt. 4. (Edição Especial)

MORAES, M. M. L. T.; CAMBUIM, J. & KAGEYAMA, P. Y. 1993. Variabilidade genética em duas populações naturais de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) consorciada com candiúba (*Trema micrantha* (L.) Blum.). In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1 / CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7, Curitiba-PR, set. 19-24, 1993. *Anais...* São Paulo, SBS/SBEF. v. 2. p. 767-768.

NOGUEIRA, J. C. B. *et al.* 1986a. Estudo de progênies e procedências do amendoim - *Pterogyne nitens* Tull. *Bol. Técn. IF*, São Paulo, *40A*:357-366. Pt. 2. (Edição Especial)

NOGUEIRA, J. C. B. *et al.* 1986b. Teste de progênies e procedências da aroeira - *Astronium urundeuva* (Fr. All.) Engl. *Bol. Técn. IF*, São Paulo, *40A*:367-377. Pt. 2. (Edição Especial)

NOGUEIRA, J. C. B. *et al.* 1986c. Teste de progênies e procedências de pau d'alho - *Gallesia gorarema* (Vell.) Moq. *Bol. Técn. IF*, São Paulo, *40A*:344-356. Pt. 2. (Edição Especial)

RESENDE, M. D. V. *et al.* 1992. Parâmetros genéticos e interação genótipo x ambiente em testes de procedências e progênies de acácia-negra (*Acacia mearnsil*). *Bol. Pesq. Fl.*, Colombo, *24/25*:55-65.

SAMPAIO, P. T. B. & VENTURIERI, G. A. 1990. Variação genética entre e dentro de progênies de quatro espécies de leguminosas: *Copaiffera multijuga* Hayne; *Hymenaea courbaril* Linn; *Apuleia leiocarpa* e *Hymenolobium* sp. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos do Jordão, SP, set. 22-27, 1990. *Anais...* São Paulo, SBS/SBEF. v. 3. p. 633-635.

SEBBENN, A. M. *et al.* 1995. Teste de progênies de polinização livre em *Pinus tecunumanii* (Eq. et Per.) Styles de São Rafael del Norte na Região de São Simão, SP. *Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, 7(2):241-252.

SHIMIZU, J. Y.; KAGEYAMA, P. Y. & HIGA, A. R. 1982. Procedimentos e recomendações para estudos de progênies de essências florestais. *Documentos EMBRAPA/URPF*, Curitiba, (11):1-32.

SIQUEIRA, A. C. M. De F. *et al.* 1986a. O cumbaru - *Dipteryx alata* Vog. - Estudo de diferentes progênies e procedências. *Bol. Técn. IF*, São Paulo, *40A*:281-290. Pt. 1. (Edição Especial)

SIQUEIRA, A. C. M. De F. *et al.* 1986b. O jequitibá-rosa - *Cariniana legalis* Mart. O. Ktze, uma espécie em extinção. *Bol. Técn. IF*, São Paulo, *40A*:291-301. Pt. 1. (Edição Especial)

SIQUEIRA, A. C. M. De F. *et al.* 1986c. Conservação dos recursos genéticos da guarucaia - *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. *Bol. Técn. IF*, São Paulo, *40A*:302-313. Pt. 2. (Edição Especial)

SIQUEIRA, A. C. M. De F.; NOGUEIRA, J. C. B. & KAGEYAMA, P. Y. 1993. Conservação dos recursos genéticos *ex situ* do cumbaru (*Dipteryx alata* Vog.) - Leguminosae. *Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, *5*(2):231-243.

VENCOVSKY, R. & BARRIGA, P. 1992. *Genética biométrica no fitomelhoramento*. São Paulo, Sociedade Brasileira de Genética. 496p.

VENCOVSKY, R. 1969. Genética quantitativa. In: KERR, W. E. *Melhoramento e genética*. São Paulo, Edições Melhoramento. p. 17-38.

_____. 1977. *Princípios de genética quantitativa*. Piracicaba, ESALQ/USP, Departamento de Genética. 97p.

VENTURA, A.; BERENGUT, G. & VICTOR, M. A. M. 1965/1966. Características edafoclimáticas das dependências do Serviço Florestal do Estado de São Paulo. *Silvic. S. Paulo*, São Paulo, *4*:57-139.

VITTI, A. P. *et al.* 1992. Estrutura genética em populações de *Cecropia cinerea* e *Esenbeckia leiocarpa* plantadas segundo sucessão secundária. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, São Paulo-SP, mar./abr. 29-03, 1992. *Anais... Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, *4*(único):1209-1212. Pt. 4. (Edição Especial)

TESTE DE PROCEDÊNCIAS DE *Grevillea robusta* A. Cunn.*

Alexandre Magno SEBBENN**
Giselda DURIGAN**
Ana Cristina Machado De Franco SIQUEIRA**
Ananías de Almeida Saraiva PONTINHA**

RESUMO

Foram introduzidas no Estado de São Paulo, no ano de 1991, através do Programa de Melhoramento Florestal do Instituto Florestal de São Paulo, seis procedências australianas de *Grevillea robusta*, objetivando a seleção de populações da espécie com níveis de variabilidade genética ampla. Estas procedências e uma testemunha, correspondendo ao material cultivado em Assis, SP, foram avaliadas em três regiões do Estado de São Paulo: Assis, Avaré e Itapeva. Adotou-se o delineamento de blocos casualizados com 4 repetições por locais e 16 plantas por parcela, em cada local. A análise de variância individual revelou variação genética significativa a 1% de probabilidade entre precedências apenas para altura de plantas em Avaré. A análise conjunta revelou variações significativas entre procedências para altura e interação procedência x locais para altura e DAP. A avaliação do crescimento médio em DAP e altura para cada local mostrou que a procedência mais produtiva para Assis foi a Wallaby Creek, para Avaré a 12.6K FR Woodembong e para Itapeva a Subio Por936.

Palavras-chave: teste de procedência; *Grevillea robusta*, variação genética; interação genótipo x ambiente.

ABSTRACT

Six Australian provenances of *Grevillea robusta*, were introduced in São Paulo State, Brazil, in 1991, with the aim of selecting populations of this species with genetic variability levels wider than existent at the moment in Brazil. For comparison, a Brazilian cultivated provenance was added, as control. These provenances were tested in three Experimental Stations of the Forestry Institute of São Paulo State: Assis, Avaré and Itapeva. Experimental plantings were made in randomized blocks, four repetitions each provenance, sixteen plants each plot. The analysis of individual variance presented significant genetic variation at 1% of probability among provenances, only for height of plants in Avaré. Group analysis revealed significant variations for height. It was found, also, interaction among provenances x local for height and D.B.H. Medium growth in D.B.H. and height for each local was compared and the most productive provenance for Assis was found to be Wallaby Creek, 12.6K FR Woodembong for Avaré and Subio Por936 for Itapeva.

Key words: provenance test; *Grevillea robusta*, genetic variation; genotype x environment interaction.

1 INTRODUÇÃO

Grevillea robusta A. Cunn. é uma espécie de crescimento rápido, adaptada às condições climáticas do Estado de São Paulo, onde vem sendo cultivada há algumas décadas com sucesso para a produção de madeira de boa qualidade. Sua principal utilização no Brasil, especialmente no sul do Estado de São Paulo e norte do Paraná, tem sido a formação de quebra-vento arbóreo para a agricultura. A despeito de sua utilização no país, desconhece-se a origem do material genético que vem sendo cultivado por várias gerações, provenientes provavelmente de uma base genética restrita, podendo, com o passar das gerações, trazer sérios problemas de depressão por endogamia. Acredita-se, que as primeiras introduções foram originadas de sementes de uma ou poucas árvores. Esta hipótese não se encontra na literatura, é empírica, originada do fato de que as coletas de sementes em espécies australianas (*Grevillea robusta* e *Eucalyptus* sp), eram do tipo monoprogênies, isto é, de apenas uma árvore.

(*) Aceito para publicação em junho de 1998.
(**) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil.

A introdução de novas procedências ampliará as possibilidades de utilização da espécie, estendendo-se por novas áreas, a partir de sementes com base genética mais ampla. Em um programa de melhoramento, após a seleção da espécie mais adequada para atender os objetivos, o teste de procedências é a segunda etapa, sendo a escolha das melhores procedências de fundamental importância, considerando que os próximos passos do programa serão baseadas nesse material. Para tanto, é também importante o estudo do comportamento dos genótipos em diversos ambiente, a fim de se conhecer a magnitude deste componente na variação fenotípica total. Em função da magnitude e do tipo de interação existente entre os genótipos e os ambientes, é que se faz a recomendação de materiais genéticos específicos para cada ambiente ou, geral para todos os ambientes.

O Instituto Florestal de São Paulo, visando estudar procedências de *G. robusta* de base genética ampla, dada a sua importância para a agrossilvicultura de pequenos e médios agricultores, introduziu no ano de 1991, seis procedências de *G. robusta* em três áreas do Instituto Florestal de São Paulo, Estações Experimentais de Assis, Avaré e Itapeva, com o objetivo de estudar: a) a distribuição da variação genética entre e dentro das procedências; b) a interação genótipo x ambiente, e c) o comportamento da variação genética das procedências nos locais de experimentação.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O termo procedência tem sido usado comumente pelos melhoristas florestais para significar uma origem natural. O teste de procedências é um experimento em que as sementes são coletadas de um número extensamente espalhado de povoamentos (normalmente naturais) e as sementes são plantadas em condições similares (WRIGHT, 1976). A razão do teste de procedência é comparar diferentes origens de uma mesma espécie e determinar qual ou quais procedências apresentam maior adaptação às condições ambientais dos locais de experimentação. Com base nos resultados do teste de procedências, dá-se continuidade ao programa de melhoramento da espécie, apenas com o material de melhor performance.

Quando genótipos são avaliados em uma série de ambientes, o comportamento relativo dos mesmos, geralmente difere, ou seja, quando um genótipo se destaca em um ambiente, em outro ele pode ter um baixo rendimento. Esta resposta diferencial de um genótipo frente a diferentes condições ambientais denomina-se interação genótipo x ambiente. A presença de interação genótipo x ambiente do tipo complexa, implica que o programa de melhoramento deve ser dirigido para o desenvolvimento de variedades, especificamente adaptadas a cada um dos ambientes particulares (WRIGHT, 1976; REGAZZI, 1987). Na ausência de resposta genética diferencial aos ambientes, as diferenças genotípicas são igualmente expressadas em todos os ambientes, podendo os testes serem realizados em um sítio e os resultados extrapolados para todos os outros sítios (WRIGHT, 1976; NAMKOONG, 1979).

É importante avaliar as magnitudes das interações do tipo genótipo x ambiente. Este conhecimento orienta no planejamento de estratégias de melhoramento, na recomendação de genótipos mais produtivos, além de ser determinante na questão de estabilidade fenotípica dos materiais, para uma dada região (VENCOVSKY & BARRIGA, 1992).

O interesse pela *Grevillea robusta* A. Cunn foi despertado pelo seu uso em cortinas quebra-vento e proteção de geadas, principalmente em lavouras de café. Reconhecida como espécie ideal para sistemas agroflorestais, devido à pouca competitividade com as culturas agrícolas, tem sido utilizada em sombreamento de pastagens com benefícios reconhecidos. Constitui-se em uma espécie alternativa de grande aceitação, devido ao rápido crescimento, plasticidade, rusticidade e boa qualidade da madeira (FERREIRA & MARTINS, 1998). Útil para a marcenaria, apicultura e lenha, a *G. robusta* é mais freqüentemente associada às lavouras de café, chá e cacau, como sombreadora ou quebra-vento (CHILD & SMITH, 1960; WILLEY, 1975; SCHIEBER & ZENTMYER, 1978; BAGGIO, 1983).

G. robusta é uma espécie arbórea da família Proteaceae, que chega a atingir 35 metros de altura (NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE, 1980) e 80 centímetros de DAP (BAGGIO, 1983). Originária das áreas costeiras subtropicais de New South Wales e Queensland, esta espécie australiana foi introduzida em São Paulo no final do século passado (BAGGIO, 1983), estando bem aclimatada no Brasil (CORREA, 1926).

Cultivada com sucesso nas regiões tropicais da África e outras regiões de clima quente através do mundo, encontram-se árvores de *G. robusta* desde o nível do mar até 2.300 metros de altitude (NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE, 1980), em climas temperados e tropicais, passando pelo subtropical e semi-árido. A espécie vegeta tanto em locais com 400 mm de precipitação como em locais de até 3.000 mm de chuva anual, como a Costa Rica (CORREA, 1926). Segundo a NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE (1980), a espécie suporta temperatura de até -10° centígrados, resistindo, portanto, às geadas.

A espécie apresenta raízes pivotantes e se adapta bem a muitos tipos de solos, desde arenosos, argilosos de fertilidade média e solos ácidos. Prefere solos profundos e não tolera solos encharcados (NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE, 1980). Na região norte do Estado do Paraná, a espécie tem apresentado um bom crescimento, com incremento médio anual em altura de 1,7 m em solo arenito e 2,0 m em terra roxa (BAGGIO, 1983). Em São Paulo, observou-se incrementos médios anuais em altura de 1,75 m (KOSCINSKI, 1939).

A folhagem de *G. robusta* é levemente decídua no inverno, não perdendo a totalidade de suas folhas. Seu sistema reprodutivo apresenta algumas controvérsias, sendo de polinização cruzada, segundo MORAES, (1982); monóica, segundo WONG Jr. (1974) e hermafrodita, preferindo ou não a autofecundação, segundo KOSCINSKI (1939), de qualquer maneira, a *G. robusta* sementeia abundantemente já aos cinco anos de idade e apresenta regeneração natural muito fácil. No entanto, uma vez cortada, não apresenta rebrota (NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE, 1980).

Nas regiões onde tem sido cultivada, foram detectadas algumas pragas, doenças e outros problemas, como: saúva (*Atta sexdens* L.), que ataca os plantios em São Paulo, provocando a morte de algumas árvores (MELLO, 1959); entre as pragas são mencionadas ainda a cochonilha (CORREA, 1926) e a lagarta desfolhadora *Geometrydae* (BAGGIO, 1983); entre as doenças, são mencionados *Asterolacanium pustulans*, *Icerva purchasi* e *Monophlebius nivens*. Outras doenças seriam o cancro do tronco (*Botryosphaeria dothidea*), que ocorre entre 1.300 e 1.800 metros de altitude na Guatemala e a gomose e morte regressiva das árvores na Flórida (SHIEBER & ZENTMYER, 1978). Podem ocorrer também problemas edáficos, como o "dieback" decorrente de deficiência de boro (SMITH, 1960) e a redução no crescimento após 20 anos em solos secos (NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE, 1980).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os plantios de *G. robusta* foram instalados no ano de 1991, a partir de seis proce-dências australianas e uma de Assis, SP (testemunha), através de financiamento da FAPESP, para a importação de sementes da CSIRO, Austrália. O delineamento experimental utilizado nos três locais foi o de blocos ao acaso com 4 repetições, parcelas quadradas de 16 plantas úteis, espaçamento 3 x 3 m e bordadura externa de 3 linhas.

As características edafoclimáticas e as localizações geográficas dos locais de ensaio encontram-se na TABELA 1. As características dos locais de origem das procedências são apresentadas na TABELA 2.

TABELA 1 - Coordenadas geográficas e características edafoclimáticas dos locais onde foram instalados os testes de procedências *de G. robusta* no Estado de São Paulo.

Local	Latitude S.	Longitude N.	Altitude (m)	Clima	Precipitação média anual	Tipo de Solo
E.E. de Assis	22°40'	50°25'	562	Cwa	1.274 mm	Lva, RPV- RLV
E.E. de Avaré	20°03'	48°54'	630	Cw	1.290 mm	Lva
E.E. de Itapeva	24°02'	49°06'	730	Cfb	1.247 mm	LE, LV, M e PVLs

TABELA 2 - Coordenadas geográficas, altitudes das procedências e número de matrizes (M) em que foi feita a coletas das sementes utilizada.

Procedências	M	Latitude S.	Longitude N.	Altitude (m)
Linville QLD (1)	10	26°49'	152°16'	140
Emu Vale QLD (2)	10	28°14'	152°17'	545
Subio Por936 QLD (3)	15	27°17'	152°04'	600
Wallaby Creek QLD (4)	15	26°55'	152°13'	120
Albert River QLD (5)	10	28°16'	153°06'	300
12.6K FR Woodembong QLD (6)	11	28°26'	152°45'	200
Assis, SP - Testemunha (7)	-	22°40'	50°25'	562

Os dados de DAP e altura foram tomados aos 4 anos de idade e as análises de variância individual e conjunta para locais foram realizadas considerando a média de parcelas, conforme TABELAS 3 e 4. Nas análises, locais foram considerados como sendo de efeito fixo e procedências e plantas dentro de procedências como de efeito aleatório. A variância fenotípica dentro de procedências foi estimada pela média ponderada dos quadrados médios entre plantas dentro das parcelas.

TABELA 3 - Quadro da análise de variância individual entre médias de parcelas para locais.

FV	GL	QM	E(QM)
Blocos	*J-1*	QM_1	-
Procedências	*I-1*	QM_2	$\frac{\hat{\sigma}^2_{fd}}{\overline{K}} + \hat{\sigma}^2_e + J\hat{\sigma}^2_p$
Resíduo	*(J-1)(I-1)*	QM_3	$\frac{\hat{\sigma}^2_{fd}}{\overline{K}} + \hat{\sigma}^2_e$
Dentro de Proced.	$JI(\overline{K} - 1)$	QM_4	$\hat{\sigma}^2_{fd}$
Total	*JI-1*		

Onde: J = número de blocos; I = número de procedências; $\overline{K}$ = média harmônica do número de plantas por parcela.

TABELA 4 - Quadro da análise de variância conjunta para locais a nível de médias de parcelas.

FV	GL	QM	E(QM)
Blocos/Locais	*L(J-1)*	QM_1	$\hat{\sigma}^2_e + I\hat{\sigma}^2_{b/l}$
Locais (L)	*L-1*	QM_2	$\hat{\sigma}^2_e + I\hat{\sigma}^2_{b/l} + J\left(\frac{L}{L-1}\right)\hat{\sigma}^2_{pl} + IJ\hat{\phi}_L$
Procedências (P)	*I-1*	QM_3	$\hat{\sigma}^2_e + LJ\hat{\sigma}^2_p$
L x P	*(L-1)(I-1)*	QM_4	$\hat{\sigma}^2_e + J\left(\frac{L}{L-1}\right)\hat{\sigma}^2_{pl}$
Resíduo	*L(J-1)(I-1)*	QM_5	$\hat{\sigma}^2_e$

$\hat{\phi}_L = \sum_{K=1}^{L} l_K^2 / (L-1)$; l - variância de locais de efeito fixo; L, J e I são os números de locais, blocos e procedências, respectivamente.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise Individual dos Ambientes

Os resultados das análises de variâncias individuais para locais são apresentados na TABELA 5 e o crescimento médio em DAP e altura, juntamente com o teste de Tukey, na TABELA 6.

A análise de variância individual para cada característica nos locais de ensaio revelou diferenças significativas a nível de 1% de probabilidade entre procedências, apenas para altura de plantas em Avaré, apontando a presença de variação genética entre procedências para essa característica, nessa localidade. SEBBENN *et al.* (1993), em análise preliminar deste ensaio, detectaram variação genética significativa a 1% de probabilidade pelo teste F, para o DAP e altura em todos os locais.

TABELA 5 - Resultados do teste F para os quadrados médios de DAP, coeficiente de variação experimental, sobrevivência, média e incremento médio anual (IMA) para DAP e altura de *G. robusta* para os locais de ensaio.

	DAP (cm)			Altura (m)		
Procedências	Assis	Avaré	Itapeva	Assis	Avaré	Itapeva
QM Procedências	0,4676	1,1248	0,8451	0,5791	1,1697 **	0,6334
QM Erro	0,4062	0,9467	0,4319	0,5751	0,1941	0,4384
CV_{exp} (%)	15,23	9,13	10,17	17,49	5,33	13,20
Sobrevivência (%)	87,50	98,88	89,51	87,50	98,88	89,51
Média	4,05	10,51	6,51	4,21	8,27	5,05
IMA	1,01	2,63	1,63	1,05	2,07	1,26

(**) Significativo a nível de 1% de probabilidade.

TABELA 6 - Teste de Tukey para a média ponderada por parcela das características DAP e altura em procedência de *G. robusta* em três locais de experimentação. (1) - Linville; (2) - Emu Vale; (3) Subio Port 936; (4) - Wallaby Creek; (5) - Albert River; (6) - Woodenbong; (7) - Assis (Testemunha).

DAP (cm)			Altura (m)		
Assis	Avaré	Itapeva	Assis	Avaré	Itapeva
(4) 4,68 a	(6) 11,26 a	(3) 7,30 a	(4) 4,82 a	(5) 8,87 a	(3) 5,45 a
(6) 4,49 a	(3) 11,11 a	(2) 6,73 a	(5) 4,59 a	(2) 8,62 a	(1) 5,35 a
(3) 4,30 a	(4) 10,93 a	(1) 6,62 a	(2) 4,54 a	(6) 8,49 a	(2) 5,33 a
(2) 4,21 a	(7) 10,62 a	(5) 6,51 a	(3) 4,41 a	(4) 8,32 a	(5) 5,14 a
(5) 4,12 a	(2) 10,55 a	(4) 6,21 b	(6) 4,36 a	(1) 8,18 b	(4) 5,05 a
(7) 3,77 b	(5) 10,07 a	(7) 6,14 b	(7) 3,84 a	(3) 8,13 b	(6) 4,57 a
(1) 3,76 b	(1) 10,00 a	(6) 6,05 b	(1) 3,81 a	(7) 7,21 c	(7) 4,48 a

( ): número da procedência.

Os resultados do crescimento médio das procedências em DAP e altura nos locais de ensaio (TABELA 5), foram superiores em Avaré, seguidos de Itapeva e Assis. O crescimento médio das procedências em Avaré, para o DAP, foi 38,1% superior em relação ao crescimento em Itapeva e 61,5% com relação a Assis. O DAP médio das árvores em Itapeva foi 37,8% superior a Assis. Para altura, o crescimento em Avaré foi 38,9% superior a Itapeva e 49,0% superior a Assis. O crescimento médio da altura em Itapeva foi 16,6% superior a Assis. Estes resultados indicam uma

maior adaptação de todas as procedências às condições ambientais de Avaré, devido a suas características edafoclimáticas. Uma evidência do baixo desempenho apresentado pelas procedências em Assis, está associado ao tipo de solo, latossolo vermelho-escuro distrófico, álico, ácido e de baixa fertilidade. Da mesma forma, a superioridade na performance das procedências em Avaré está associada a seu solo, latossolo vermelho-amarelo fase arenosa, de melhor fertilidade. Segundo FERREIRA & MARTINS (1998), as condições ideais para o desenvolvimento da *G. robusta* compreenderiam temperaturas entre 15-18°C e precipitação de 1000 a 2000 mm por ano, sendo que nestas condições, chega a apresentar incrementos médios anuais de 2 m de altura e 2 cm de DAP.

O coeficiente de variação experimental (CV_{exp}) variou de baixo (altura em Avaré - 5,33%) a médio (altura em Assis - 17,49%), indicando que o controle experimental foi bom em todos os locais e características, permitindo uma boa precisão para as estimativas dos parâmetros. A sobrevivência de plantas nos ensaios foi alta, variando de 87,5% em Assis a 98,88% em Avaré, indicando uma boa adaptação da espécie aos três locais de estudo, em especial para Avaré. A alta sobrevivência de plantas em Avaré, combinada com o maior crescimento para as características avaliadas, sugere que este local é o mais adequado dos ambientes ensaiados para o reflorestamento intensivo com a espécie, bem como para a instalação de pomares de sementes. Entretanto, esta última afirmação só poderá ser confirmada, com precisão, após a espécie começar a produzir sementes, quando então esta característica poderá ser avaliada. Mesmo considerando que a maioria das características não apresentou variação genética significativa pelo teste F, fez-se o teste de Tukey entre as médias, a fim de detectar-se diferenças significativas, por um método não paramétrico.

Comparando-se a classificação das procedências entre os locais, separadamente para cada característica (TABELA 6), observa-se que há grandes diferenças entre os locais, sugerindo fortes efeitos da interação genótipo x ambiente. Em Assis, a procedência Wallaby Creek foi a que apresentou melhor desenvolvimento, tanto para DAP como para altura, sendo que para o DAP o contraste entre as médias, pelo teste de Tukey, mostrou diferenças significativas entre esta procedência e as procedências Linville e Assis (testemunha). O crescimento da procedência Wallaby Creek foi 19,31% superior em DAP e 20,8% em altura, em relação a pior procedência (Linville). A procedência Linville apresentou um desempenho inferior a testemunha, sendo deliberadamente descartada de uma etapa futura de seleção.

Em Avaré, o teste de Tukey não detectou diferenças estatisticamente significativas entre procedências para o DAP. Para altura, as procedências Albert River, Emu Vale, 12.6K FR Woodembong e Wallaby Creek diferem de Linville e Subio Por936 que, por sua vez, diferem da Assis (testemunha). Para o DAP, a procedência 12.6K FR Woodembong foi a que apresentou o melhor desempenho e para altura foi a procedência Albert River. Entretanto, a procedência 12.6K FR Woodembong ficou em terceiro lugar na classificação para altura e a procedência Albert River em sexto lugar para a classificação a partir do DAP, além de ter apresentado um desempenho inferior à testemunha. A procedência 12.6K FR Woodembong apresentou um crescimento para o DAP 11,7% superior em relação ao crescimento da procedência Albert River. Já, para altura, a procedência Albert River foi superior em 19,0% com relação a procedência Assis, de pior crescimento. Esses resultados indicam a procedência 12.6K FR Woodembong como a melhor para Avaré. Nessa localidade as procedências Emu Vale, Albert River e Linville, tiveram crescimentos em DAP inferior à testemunhas.

O teste de Tukey em Itapeva mostrou que as procedências Subio Por936, Emu Vale, Linville e Albert River diferiram estatisticamente para o DAP das procedências Wallaby Creek, Assis e 12.6K FR Woodembong. Para altura as procedências não diferiram entre si. A procedência Subio Por936 foi a de melhor comportamento para DAP e altura. Seu crescimento em DAP foi 18,6% superior à de pior performance (12.6K FR Woodembong) e seu crescimento em altura, 18,1% superior à testemunha (Assis), que apresentou o pior desempenho.

SEBBENN *et al.* (1993) analisando esse mesmo ensaio aos dois anos de idade, encontraram, da mesma forma, a procedência Wallaby Creek como a de melhor performance para o DAP e para altura em Assis. Para Avaré os autores encontraram a procedência Emu Vale como a melhor para DAP e 12.6K FR Woodembong para altura. Em Itapeva, a melhor procedência para o crescimento em DAP e

altura foi a Linville. A mudança na posição de classificação de desempenho das procedências para Avaré e Itapeva e a não detecção de variações genéticas aos 5 anos, na maioria das características para os locais, mostram que o material está em plena competição, não apresentando estabilidade nos ambientes até este momento. Portanto, o ideal será uma avaliação do material em idades mais maduras, para que possam ser feitas recomendações definitivas.

4.2 Análise Conjunta dos Ambientes

Os resultados da análise de variância conjunta para os locais são apresentados na TABELA 7.

A análise de variância conjunta para locais, nas duas características, revelou variação genética entre as procedências para altura a nível de 1% de probabilidade. Para interação procedências x locais, detectaram-se variações significativas a 1% de probabilidade pelo teste F. SEBBENN *et al.* (1993), detectaram diferenças significativas (1%), para altura e DAP, entre procedências, aos dois anos de idade, mostrando poucas diferenças com os resultados aqui apresentados.

A ausência de variações significativas entre procedências para o DAP é coerente com as análises individuais por locais. Para altura, essas diferenças significativas decorrem possivelmente da alta variação detectada entre as procedências em Avaré. A presença de fortes interações, era esperada, dada as grandes diferenças ambientais entre os locais de experimentação. A interação procedências x locais, de acordo com a mudança na classificação de desempenho das procedências entre os locais, mostrou-se como sendo do tipo complexa, implicando que a recomendação das procedências deva ser específica para cada local de ensaio, não sendo possível a recomendação de uma procedência ideal para os três locais. O coeficiente de variação experimental da análise conjunta foi baixo para as duas características, sugerindo que os resultados obtidos são confiáveis.

TABELA 7 - Resultados do teste F para os quadrados médios da análise conjunta entre locais, coeficiente de variação experimental (CV_{exp}) e crescimento médio em DAP e altura de *G. robusta*.

FV	DAP (cm)	Altura (m)
Locais (L)	301,6672	123,2046
Procedências (P)	1,1073	1,5622 **
L x P	135,5204 **	88,0608 **
Erro	0,5949	0,4025
CV_{exp} (%)	10,86	10,81
Média	7,10	5,87

(**) Significativo a nível de 1% de probabilidade.

4.3 Variação Genética Entre e Dentro de Procedências

A análise da distribuição da variação genética entre e dentro de procedências de *G. robusta* (TABELA 8) mostrou, para ambas as características nos três locais de ensaio que a maior parte da variação genética na espécie está distribuída dentro das procedências (populações). Atenta-se para o fato de que $\hat{\sigma}^2_{fd}$, corresponde a variação fenotípica entre plantas dentro das populações, e que esta é composta de ¼ de variância aditiva entre indivíduos de diferentes famílias e ¾ de variância aditiva dentro de famílias. Assim, espera-se que uma boa parte da variação observada seja devido ao componente genético. Altos níveis de variabilidade genética dentro de populações, têm sido detectados para a maioria das espécies arbóreas temperadas e tropicais, avaliadas a partir de caracteres quantitativos e de dados de marcadores genéticos (HAMRICK, 1983; HAMRICK & GODT, 1990).

TABELA 8 - Percentual de variação genética entre procedências ($\hat{\sigma}^2_p$), fenotípica dentro de procedências ($\hat{\sigma}^2_{fd}$) e total ($\hat{\sigma}^2_t$) em *G. robusta* para DAP e altura em três locais de experimentação.

	Assis		Avaré		Itapeva	
	DAP	Altura	DAP	Altura	DAP	Altura
$\hat{\sigma}^2_p$ (%)	1,11	0,06	0,89	19,62	2,25	3,71
$\hat{\sigma}^2_{fd}$ (%)	98,89	99,94	99,11	80,38	97,75	96,29
$\hat{\sigma}^2_t$ (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Esta estrutura populacional mostra a riqueza da variabilidade genética existente dentro das populações, possível de exploração através da seleção. Como a maior parte da variação está contida dentro das populações, não há necessidade da introdução de muitas procedências, sendo que uma ou poucas procedências fornecem variabilidade suficiente para iniciar um programa de melhoramento com a espécie, visando atender as necessidades de produção de madeira, moirões e forma de copa para quebra-vento. A variabilidade genética detectada dentro das populações está associada ao número de matrizes em que foi feito a coleta das sementes para o ensaio. Verifica-se na TABELA 2, que o número mínimo de matrizes em que foi feito a coleta foi de 10. Apesar deste número ser baixo, ele ainda proporcionou um bom nível de variação genética dentro das populações. Entretanto, na nova introdução das procedências, deve-se atentar para um tamanho efetivo mínimo ($\hat{N}_e$) viável para um programa de seleção recorrente, onde se objetive o aumento de alelos favoráveis e a manutenção da variabilidade genética no decorrer dos ciclos de seleção. Um $\hat{N}_e$ mínimo de duzentos já seria suficiente (SOUZA Jr., 1995). Tratando-se de sementes de meios-irmãos ($\hat{N}_e = 4$), a introdução de 50 famílias (4 x 50 = 200), já atenderia a este objetivo. Atenta-se para o fato de que o $\hat{N}_e$ de meios-irmãos, é quatro quando o número de indivíduos por família tende ao infinito, portanto, para corrigir os desvios do tamanho infinito, sugere-se que a introdução seja de mais ou menos 75 famílias. Acredita-se que esta prática, permita a condução de um programa de melhoramento da espécie, a longo prazo.

5 CONCLUSÕES

Detectaram-se variações genéticas significativas entre procedências apenas para altura total de plantas em Avaré.

O comportamento silvicultural das características DAP e altura e a sobrevivência de plantas no ensaio mostraram uma melhor adaptação da espécie às condições edafoclimáticas de Avaré, independente da procedência.

A análise conjunta dos ambientes revelou diferenças significativas para a característica altura entre procedências e interação procedências x locais para DAP e altura, sugerindo que a recomendação das procedências deve ser específica para cada local de ensaio.

O crescimento médio em DAP e altura, indicou, para Assis, a procedência Wallaby Creek como a de melhor desenvolvimento, para Avaré, a procedência 12.6K FR Woodembong e, para Itapeva, a procedência Subio Por936.

A distribuição da variação genética entre e dentro de procedências revelou que em média mais de 90% da variabilidade está distribuída dentro das populações, indicando que o melhoramento da espécie deve ser dirigido para seleções dentro das procedências mais produtivas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAGGIO, A. S. 1983. *Sistema agroflorestal Grevillea x café: início de nova era na agricultura paranaense*. Curitiba, EMBRAPA-UFPFCS. 15p. (Circular Técnica, 9)

CHILD, R. & SMITH, A. N. 1960. Manganese toxicity in *Grevillea robusta*. *Nature*, London, *186*(4730) 1067.

CORREA, M. P. 1926. *Dicionário de plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas*. Rio de Janeiro, Serviço de Informações Agrícolas. v. 3. p. 490-491.

FERREIRA, C. A. & MARTINS, E. G. 1998. O potencial da grevílea (*Grevillea robusta* A. Cunn.) para reflorestamento. In: SIMPÓSIO SOBRE ESPÉCIES NÃO TRADICIONAIS PARA PLANTIOS COM FINALIDADES PRODUTIVAS E AMBIENTAIS. Curitiba-PR, out. 06, 1998. Colombo, EMBRAPA. p. 171-178.

HAMRICK, J. L. 1983. The distribution of genetic variation within and among natural plant population. In: SCHONE-WALD-COX, C. M. *et al. Genetics and conservation*. Menlo Park, California, Benjamin Cummings Publishing Company. p. 335-348.

HAMRICK, J. L. & GODT, M. J. W. 1990. Allozyme diversity in plant species. In: BROWN, A. H. D. *et al.* (eds.) *Plant population genetics, breeding and genetic resources*. Massachusetts, Sinauer, Sunderland. p. 43-63.

KOSCINSKY, M. 1939. *Grevillea robusta*. *Boletim de Agricultura*, São Paulo, *39*:3-21.

MELLO, H. A. 1959. Ensaio de espaçamento com *Grevillea robusta* A. Cunn. *Revista de Agricultura*, São Paulo, *34*(4):267-272.

MORAES, E. 1982. *Fenologia do florescimento e frutificação de* **Grevillea robusta** *A. Cunn. nas condições de São Simão, São Paulo*. Piracicaba, ESALQ/USP. 15p. (datilogr.)

NAMKOONG, G. 1979. *Introduction to quantitative genetics in forestry*. Washington, U. S Department of Agriculture, Forest Service. 342p. (Technical Bulletin, 1588)

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE. 1980. *Grevillea robusta*. Washington, National Academy of Science. 237p. (Firewood Crops) (Physical Science, 77)

REGAZZI, A. J. 1987. *Métodos estatísticos para a avaliação da interação genótipo x ambiente*. Viçosa, UFV, Departamento de Matemática. 34p. (apostila não publicada)

SCHIEBER, E. & ZENTMYER, G. A. 1978. An important canker disease on *Grevillea* in Guatemala. *Plant Disease Reporter*, Beltsville, *62*(10):923-924.

SOUZA Jr., C. L. 1995. Manutenção de coleções de bancos de germoplasma. Piracicaba, ESALQ/USP, Departamento de Genética. 28p. (Publicações Didáticas)

SEBBENN, A. M. *et al.* 1993. Variação genética entre procedências de *Grevillea robusta* A. Cunn. nas regiões de Assis, Avaré e Itapeva, SP. (Res. preliminares). In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7, Curitiba-PR, 1993. *Anais*... São Paulo, SBS/SBEF. p. 166-168.

SMITH, A. N. 1960. Boron deficiency in *Grevillea robusta*. *Nature*, London, *186*(4729):987.

VENCOVSKY, R. & BARRIGA, P. 1992. *Genética biométrica no fitomelhoramento*. Ribeirão Preto, Revista Brasileira de Genética. 496p.

WILLEY, R. N. 1975. The use of shade in coffea, cocoa and tea. *Horticultural Abstracts*, St. Joseph, *45*(12):791-798.

WONG, Jr., W. H. C. 1974. *Grevillea robusta* A. Cunn. In: SHOPMEYER, C. S. (coord.) *Seeds of wood plants in the United States*. Washington, U. S. Department of Agriculture, Forest Service. p. 437-438. (Agriculture Handbook, 450)

WRIGHT, J. W. 1976. *Introduction to forest genetics*. New York, Academic Press. 462p.

INTERAÇÃO GENÓTIPO X AMBIENTE NA CONSERVAÇÃO *EX SITU* DE *Peltophorum dubium*, EM DUAS REGIÕES DO ESTADO DE SÃO PAULO[1]

Alexandre Magno SEBBENN[2]
Ana Cristina Machado De Franco SIQUEIRA[3]
Roland VENCOVSKY[4]
José Arimateia Rabelo MACHADO[2]

RESUMO

Estudou-se a partir de caracteres quantitativos o comportamento silvicultural, a interação genótipo x ambiente e a estrutura genética de duas populações de *Peltophorum dubium*, em várias idades de desenvolvimento das plantas. O ensaio foi instalado em dois locais, em forma de teste de progênies e procedências, no delineamento de blocos de famílias compactas. O objetivo geral do trabalho foi verificar a eficiência da conservação *ex situ* da espécie. A análise do comportamento silvicultural mostrou as populações da espécie como adaptadas às condições ambientais dos locais de ensaio. A avaliação da estrutura genética revelou diferenças estatisticamente significativas entre populações e entre progênies dentro de populações para os dois locais de ensaio. A avaliação da interação populações x ambientes e progênies x ambientes revelou diferenças significativas, mostrando uma resposta diferenciada das populações e das progênies em relação aos ambientes. A generalização dos resultados indicou eficiência na estratégia de conservação *ex situ* e a possibilidade de utilização das populações estudadas em futuros programas de melhoramento da espécie.

Palavras-chave: interação genótipo x ambiente; conservação genética *ex situ*; *Peltophorum dubium*; teste de progênies e procedências; espécies arbóreas brasileiras.

ABSTRACT

The silvicultural behavior, the genotype x environment interaction and the genetic structure of two populations of *Peltophorum dubium*, were studied starting from quantitative characters, in several ages of development of the plants. The experiment was implanted in progenies and provenance test, in two places, in the trial design of compact family block. The main goal of this study was to verify the efficiency of *ex situ* conservation of the species. The silvicultural analyses showed all the species very well adapted, to the environmental conditions in both sites. The analysis of the genetic structure revealed significant differences between populations and progenies within populations for both experimental locations. The evaluation of the population x environment and the progenies x environment interactions revealed significant differences, showing a differentiated performance of the populations and the progenies in relation to the location. The generalization of the results indicated efficiency in the strategy of *ex situ* conservation and possibility of using the studied populations in future programs of improvement of the species.

Key words: genotype x environment interaction; *ex situ* conservation; *Peltophorum dubium;* progenies and provenance trials; Brazilian tree species.

1 INTRODUÇÃO

A conservação *ex situ* implica na manutenção de organismos fora de seu habitat original. Sua eficiência é medida pela variação genética amostrada e conservada entre e dentro de populações, da espécie alvo. O objetivo é manter a maior riqueza alélica possível presente em uma espécie, ou seja, amostrar o maior número possível de formas alélicas dos genes, presentes na espécie. O conceito, na conservação *ex situ*, implica em que, durante a amostragem, não ocorra nenhum tipo de seleção fenotípica ou genotípica e que seja amostrado um grande número de indivíduos de cada população. Para tanto, na conservação de essências florestais, a coleta de sementes ou propágulos deve ser aleatória nas populações, sem prévia seleção fenotípica para uma determinada característica, dado que uma característica vista como indesejável no momento, como por exemplo, fuste tortuoso, pode, no futuro, ser considerada desejável, para trabalhos de paisagismo ou até mesmo devido a efeitos pleiotrópicos de determinados genes, associados à forma, afetarem, por exemplo, a produção de uma proteína específica que apresente utilização medicinal.

(1) Aceito para publicação em junho de 1999.
(2) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil.
(3) Instituto Florestal, C. Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil. (Bolsista do CNPq)
(4) ESALQ/USP, Departamento de Genética, Av. Pádua Dias, 11, 13418-900, Piracicaba, SP, Brasil.

A conservação *ex situ* de essências florestais é na maioria das vezes feita em forma de plantios puros ou heterogêneos com outras espécies, devido à baixa longevidade das sementes e ao longo ciclo reprodutivo dessas espécies, o que inviabiliza sua conservação na forma de sementes e a recomposição do banco de germoplasma a partir da reprodução das plantas contidas nele, como é feito corriqueiramente com espécies agrícolas de ciclo curto. Devido a isso, e considerando a inadaptação das espécies a determinados ambientes, é importante levar em conta o ambiente em que a espécie vai ser conservada. A inadaptação do banco de germoplasma a um determinado ambiente pode tornar ineficiente o trabalho de conservação, pela eliminação de muitos ou todos os genótipos amostrados. Para tanto, é importante, na medida do possível, considerar os estudos de interação dos genótipo x ambientes nos trabalhos de conservação *ex situ*.

A partir destes conceitos, estudou-se o comportamento genético e a interação genótipo x ambiente de duas populações de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub., em dois locais do Estado de São Paulo, objetivando especificamente: i) estudar o comportamento silvicultural e genético de duas populações de *P. dubiun;* ii) estimar parâmetros genéticos em duas populações nos dois locais; iii) quantificar a interação populações x ambiente e progênies x ambientes; iv) verificar a eficiência da estratégia de conservação *ex situ* da espécie.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A Espécie *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.

Peltophorum dubium (Spreng.) Taub. ou canafístula, ocorre entre a latitude 07°S (Paraíba) a 3°25'S (Uruguai), em altitude de 20 a 1000 m. A árvore é semicaducifólia a caducifólia, comumente com 10 a 20 m de altura e 40 a 90 cm de DAP, podendo atingir excepcionalmente 40 m de altura e 300 cm de DAP. As flores são hermafroditas. No grupo sucessional a espécie é secundária inicial e no estágio sucessional desempenha papel de pioneira nas áreas abertas, em capoeiras e matas degradadas. A árvore é longeva, heliófita, ocupando o estrato dominante da floresta. A espécie é naturalmente pouco exigente quanto à fertilidade do solo, porém, em plantios experimentais se desenvolveu melhor em solos com fertilidade de média a elevada. Não tolera solos rasos, pedregosos ou demasiadamente úmidos. A madeira é de utilidade na marcenaria em geral, produção de energia e de papel e celulose. As raízes, folhas e frutos tem utilidade medicinal (CARVALHO, 1994).

2.2 Variação Genética

O conhecimento da variação existente nas populações e, mais ainda, quanto desta variação é devido a diferenças genéticas, é de fundamental importância em qualquer programa de melhoramento, porque permite conhecer o controle genético do caráter e o potencial da população para a seleção (RAMALHO *et al.*, 1996). Esta informação também é relevante em trabalhos de conservação genética, dado que o principal objetivo desses programas é a preservação do máximo de variabilidade genética.

Poucos são os trabalhos de conservação genética *ex situ* com essências nativas. A maioria deles, no Brasil, foi realizada pelo Instituto Florestal de São Paulo, dentro de seu Programa de Melhoramento Florestal, visando à conservação de espécies em perigo de extinção. Muitos destes trabalhos têm revelado variação genética entre e dentro de populações. GIANNOTTI *et al.* (1982), estudando progênies dentro de 15 procedências de *Araucaria angustifolia*, não encontraram variações genéticas entre procedências, mas apenas entre progênies dentro de duas procedências. HIGA *et al.* (1992), estudando 12 procedências da mesma espécie, também não detectaram diferenças genéticas entre essas. SIQUEIRA *et al.* (1986a) detectaram diferenças genéticas significativas entre progênies dentro de populações de *Cariniana legalis* (Mart.) O. Ktze. NOGUEIRA, *et al.* (1986a) detectaram diferenças significativas entre progênies dentro de populações de *Astronium urundeuva*. NOGUEIRA *et al.* (1986b), estudando progênies e populações de *Gallesia gorarema* Vell. Moq., não detectaram variação genética entre progênies dentro de procedências. NOGUEIRA *et al.* (1986c), estudando quatro populações de *Pterogyne nitens* Tul. detectaram variação genética significativa entre progênies em duas populações. SIQUEIRA *et al.* (1986b), estudando duas populações de *P. dubium*, em dois locais,

Pederneiras e Luiz Antônio (SP), detectaram diferenças significativas entre as progênies dentro das populações em ambos os locais, sendo que em Pederneiras a magnitude do teste F revelou maiores diferenças genéticas. SIQUEIRA *et al.* (1993) encontraram variações genéticas entre progênies de duas populações de *Dipteryx alata* Vog. ETTORI *et al.* (1995) detectaram variações genéticas significativas em progênies de duas populações de *Tabebuia vellosoi* Tol. ETTORI *et al.* (1996), estudando duas populações de *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Tol., encontraram variações genética significativas apenas para uma das populações.

De forma geral, tais estudos mostram que a variação genética presente em uma espécie é característica de cada uma de suas populações, podendo, em uma mesma espécie, encontrarmos populações com grandes variações genéticas e outras com baixas variações. A variação genética presente em uma população é o resultado de uma longa história evolutiva, incluindo eventos como: seleção, deriva genética, colonização, migração, etc. Daí advém a grande importância de se conhecer a estrutura genética das populações que se pretenda conservar, ou submeter a um programa de melhoramento genético.

2.3 Interação Genótipo x Ambiente

A performance dos genótipos em relação a outros pode variar de acordo com o ambiente, tanto que genótipos que são superiores em um ambiente, podem não ser em outro. Esta resposta diferencial entre genótipos em relação a diferentes condições ambientais é chamada de interação entre genótipos e ambientes (FALCONER, 1972; REGAZZI, 1987; TORGGLER, 1987). Esta interação, no caso do melhoramento, influencia o ganho de seleção e dificulta a recomendação de genótipos com ampla adaptabilidade (CRUZ & REGAZZI, 1997). Outro tipo de interação importante para se conhecer nesses programas, é a genótipo x anos, etc. Esta informação auxilia no planejamento de estratégias de melhoramento, na recomendação de genótipos, além de ser determinante na questão da estabilidade fenotípica dos genótipos, para uma dada região (VENCOVSKY & BARRIGA, 1992; CRUZ & REGAZZI, 1997). Em um determinado ambiente, a manifestação fenotípica é o resultado da ação do genótipo sob influência do meio ambiente em que se encontra. Entretanto, quando se considera uma série de ambientes, detecta-se, além dos efeitos genéticos e ambientais, um efeito adicional, proporcionado pela interação dos mesmos. Esta interação está associada a dois fatores: um simples, proporcionado pela diferença de variabilidade entre genótipos nos ambientes, e outro complexo, dado pela falta de correlação entre genótipos. A interação complexa indica a inconsistência da superioridade de genótipos com a variação ambiental, ou seja, haverá genótipos com desempenhos superiores em um ambiente mas não em outro, tornando mais difícil a seleção e, ou, recomendação dos mesmos (CRUZ & REGAZZI, 1997).

As causas da interação têm sido atribuídas a fatores fisiológicos e bioquímicos próprios de cada genótipo cultivado. Como os genótipos se desenvolvem em sistemas dinâmicos, em que ocorrem constantes mudanças, desde a semeadura até a maturação, há geralmente um comportamento diferenciado dos mesmos em termos de resposta às variações ambientais (CRUZ & REGAZZI, 1997).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Locais de Estudo

A conservação *ex situ* de *P. dubium* foi realizada na forma de populações base, implantadas em teste de progênies e populações em dois locais, visando ao estudo da interação genótipo x ambiente. O delineamento experimental, adotado para ambos os locais, foi o de blocos de famílias compactas, inteiramente casualizadas dentro dos blocos, sendo que as parcelas são as populações e as subparcelas são as progênies. O ensaio tinha 6 repetições, parcelas lineares de 5 plantas, no espaçamento 3,0 x 3,0 metros e uma bordadura externa de duas linhas, visando reduzir os efeitos ambientais nos tratamentos. As sementes para o ensaio foram coletadas em duas populações naturais da espécie, porém, devido à pequena quantidade de sementes obtidas para algumas progênies, o ensaio em Luiz Antônio, SP, foi instalado com 23 progênies da população I e 24 progênies da população II e o ensaio de Pederneiras, SP, com 28 e 30 progênies da população I e II, respectivamente. Os dois ensaios foram implantados no ano de 1982.

Os locais de experimentação foram: Luiz Antônio, SP (latitude 21°40'S, longitude 47°49'W, altitude média de 550 metros, precipitação média anual de 1.280 mm, solo do tipo latossolo vermelho amarelo, fase arenosa e clima do tipo Cwa) e Pederneiras, SP (apresenta latitude de 22°22'S, longitude de 40°44'W altitude de 500 m, precipitação média anual de 1.112 mm, solo do tipo latossolo amarelo fase arenosa e clima do tipo Cwa), conforme VENTURA *et al.*, 1965/66.

3.2 Análise dos Dados

Os ensaios foram avaliados para as características altura total e DAP, nas idades de 1 (só para altura), 4, 5, 6 ,8, 10 e 11 anos. O comportamento silvicultural foi analisado pelo crescimento médio (M), incremento médio anual (IMA) e sobrevivência de plantas no ensaio. As características altura e DAP foram submetidas à análise de variância em nível de média de subparcelas (5 plantas), para cada local e conjuntamente para os locais.

3.3 Análise Individual

A análise de variância individual para os locais em cada idade foi realizada conforme o modelo estatístico: $Y_{ijk} = m + t_i + (tb)_{ij} + t'_{k(i)} + e_{ijk}$

onde:

Y_{ijk} é a media da progênie k, na população i, na repetição j; m é a média geral do caractere; ti é o efeito aleatório da população i (i = 1, 2, ..., I), alocadas nas parcelas; $(tb)_{ij}$ é o efeito aleatório do erro experimental em nível de parcelas; $t'_{k(i)}$ é o efeito aleatório de progênies k (k = 1, 2,..., K), dentro da população i (i = 1, 2, ..., I), alocadas nas subparcelas e, e_{ijk} é o efeito aleatório do erro ao nível de subparcela. A variância fenotípica dentro das parcelas foi obtida pela média ponderada dos quadrados médios dentro de parcela. A estrutura da análise individual para locais encontra-se na TABELA 1.

TABELA 1 - Quadro da análise de variância com as fontes de variação (FV), os graus de liberdade (GL), esperanças dos quadrados médios [E(QM)] e quadrados médios testadores de F.

FV	GL	QM	E(QM)	F
Populações	I-1	Q1	$\sigma^2_d / \bar{n} + \sigma^2_{eB} + X\sigma^2_{eA} + I\sigma^2_{p/p} + Y\sigma^2_p$	(Q1 + Q7)/(Q2 + Q4)*
Erro (a)	(I-1)(J-1)	Q2	$\sigma^2_d / \bar{n} + \sigma^2_{eB} + V\sigma^2_{eA}$	
Parcelas	IJ-1	Q3		
Prog./Pop.	$\sum(K_i-1)$	Q4	$\sigma^2_d / \bar{n} + \sigma^2_{eB} + I\sigma^2_{p/p}$	Q4/Q7
Prog./Pop. I	(K_1-1)	Q5	$\sigma^2_d / \bar{n} + \sigma^2_{eB} + J\sigma^2_{p1}$	Q5/Q7
Prog./Pop. II	(K_2-1)	Q6	$\sigma^2_d / \bar{n} + \sigma^2_{eB} + J\sigma^2_{p2}$	Q6/Q7
Erro (b)	$\sum(K_i-I)(J-1)$	Q7	$\sigma^2_d / \bar{n} + \sigma^2_{eB}$	
Erro dentro	$J\sum K_i(n-1)$	Q8	σ^2_d	
Total	$(J\sum K_i)-1$			

Onde : J = número de repetições; I = número de populações; K_i = número de progênies por população; K = média ponderada do número de progênies por população e $\bar{n}$ = média harmônica do número de plantas por parcela; V, X e Y = coeficientes das esperanças dos quadrados médios, obtidos de SNEDECOR & COCHRAN (1957); de acordo com as esperanças dos quadrados médios, o teste F estimado por (Q1+Q7)/(Q2+Q4) não é exato.

(*) Os graus de liberdade para o teste F foram dados pelas estimativas de Satterthwaite, segundo BARBIN (1998).

3.4 Análise Conjunta

A análise conjunta para locais foi realizada considerando-se apenas as progênies comuns de cada procedência para os dois locais. O modelo estatístico utilizado na análise conjunta dos experimentos, considerando-se locais e procedências como de efeito fixo e progênies como de efeito aleatório foi:

$$Y_{ijkl} = m + t_i + l_l + (tl)_{il} + (tb)_{ij(l)} + t'_{k(i)} + (t'l)_{kl(i)} + e_{ijkl}$$

onde:

Y_{ijkl} é o valor fenotípico da progênie k, na população i, no local l; m é a média geral da característica; t_i é o efeito aleatório da população i (i = 1, 2, ..., I), alocadas nas parcelas; l_l é o efeito fixo de locais l (l = 1, 2, ..., L); $(tl)_{il}$ é o efeito aleatório da interação da população i no local l; $(tb)_{ij(l)}$ é o efeito aleatório do erro experimental ao nível de parcelas; $t'_{k(i)}$ é o efeito aleatório de progênies dentro da população k (k = 1, 2, ..., K_i), alocadas nas subparcelas; $(t'l)_{kl(i)}$ é o efeito aleatório da interação de progênies dentro de população por locais e, e_{ijk} é o efeito aleatório do erro ao nível de subparcela. O esquema da análise de variância conjunta para locais em cada idade encontra-se na TABELA 2.

TABELA 2 - Quadro da análise de variância conjunta para locais com as fontes de variação (FV), os graus de liberdade (GL), esperanças dos quadrados médios [E(QM)] e quadrados médios testadores de F.

FV	GL	QM	E(QM)	F
Locais (L)	L-1	Q1	$\sigma^2_{eB} + K\sigma^2_{eA} + J\sigma^2_{LxP/P} + IJK\phi_L$	(Q1 + Q11)/(Q4 + Q8)*
Populações (P)	I-1	Q2	$\sigma^2_{eB} + K\sigma^2_{eA} + IL\sigma^2_{P/P} + JKL\sigma^2_{p}$	(Q2 + Q11)/(Q4 + Q5)
L x P	(L-1)(I-1)	Q3	$\sigma^2_{eB} + K\sigma^2_{e} + J\sigma^2_{LxP/P} + JK\sigma^2_{LxP}$	(Q3 + Q11)/(Q4+ Q8)
Erro (a)	LI(J-1)	Q4	$\sigma^2_{eB} + K\sigma^2_{eA}$	
Prog./Pop.	$\sum(K_i-1)$	Q5	$\sigma^2_{eB} + IL\sigma^2_{P/P}$	Q5/Q11
Prog./Pop. I	(K_I-1)	Q6	$\sigma^2_{eB} + JL\sigma^2_{P/P\ I}$	Q6/Q11
Prog./Pop. II	$(K_{II}-1)$	Q7	$\sigma^2_{eB} + L\sigma^2_{P/P\ II}$	Q7/Q11
L x Prog./Pop.	$(L-1)[\sum(K_i-1)]$	Q8	$\sigma^2_{eB} + J\sigma^2_{LxP/P}$	Q8/Q11
L x Prog./Pop. I	$(L-1)(K_I-1)$	Q9	$\sigma^2_{eB} + J\sigma^2_{LxP/P\ I}$	Q9/Q11
L x Prog./Pop. II	$(L-1)(K_{II}-1)$	Q10	$\sigma^2_{eB} + J\sigma^2_{LxP/P\ II}$	Q10/Q11
Erro (b)	$L(J-1)[\sum(K_i-1)]$	Q11	σ^2_{eB}	
Total	$[LJ(\sum K_i)]-1$			

Onde : J = número de blocos; I = número de populações; K_i = número de progênies por população; K = média ponderada do número de progênies por população, e $\phi_L = \sum l^2_l/(L-1)$, não representando, portanto, um parâmetro populacional.

(*) Os graus de liberdade para o teste F das fontes de variações e Locais, Populações e a Interação L x P foram dados pelas estimativas de Satterthwaite, segundo BARBIN (1998).

3.5 Estimativas dos Parâmetros Genéticos e Não Genéticos

As estimativas dos parâmetros genéticos e não genéticos foram obtidas pela decomposição das esperanças dos quadrados médios da análise de variância individual para cada local, conforme VENCOVSKY & BARRIGA (1992). Os parâmetros estimados foram o coeficiente de herdabilidade no sentido restrito a nível de planta ($\hat{h}^2$), coeficiente de herdabilidade em nível de média de famílias ($\hat{h}^2_m$), coeficiente de variação genética entre progênies (CV_g), coeficiente de variação ambiental (CV_e), coeficiente de variação fenotípica dentro de parcelas (CV_d) e as relações entre CV_g/CV_{exp}. A relação entre variância fenotípica dentro de subparcelas e genética entre progênies ($\hat{\sigma}^2_d/\hat{\sigma}^2_p$), foi estimada somente para as populações, já que o evento reprodutivo que originou as progênies, ocorreu separadamente em cada população.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Comportamento Silvicultural

O crescimento médio em altura e DAP (TABELAS 3 e 4, respectivamente) foi maior na Estação Experimental de Luiz Antônio, comparativamente à Estação Experimental de Pederneiras, exceção ao DAP aos 10 e 11 anos, onde estes valores foram maiores em Pederneiras. Em Luiz Antônio, a altura média e o DAP aos 11 anos de idade foi apenas 6,6% e 2,4% superior ao crescimento em Pederneiras. Confrontando-se o desempenho das populações nos locais de ensaio, a Pop II apresentou os maiores DAPs em ambos os locais e a altura em Luiz Antônio e a Pop I as maiores alturas em Pederneiras. De forma geral, pode-se considerar que a Pop II apresentou um melhor desempenho em ambos os locais. CARVALHO (1994), mostra resultados de plantios de *P. dubium* em Campos Mourão, PR, em Latossolo roxo distrófico em diversos espaçamentos e idades de avaliação. Segundo o autor, *P. dubium* aos 11 anos de idade, no espaçamento 3,0 x 1,0 m, teve altura de 8,86 m e DAP de 9,3 cm. No espaçamento 3,0 x 5,0 m, a altura foi de 8,4 m e o DAP de 14,5 cm. Aos 12 anos, no espaçamento 3,0 x 3,0 m, a altura de *P. dubiun* foi de 8,05 m e o DAP de 13,8 cm. Os resultados encontrados nos dois ensaios, aqui em estudo, foram superiores em altura aos apresentados por CARVALHO (1994), porém, menores em DAP, em comparação a Campos Mourão. Possivelmente, a diferença no crescimento das características em relação aos ambientes, ocorreu devido a menor mortalidade de plantas e ao espaçamento utilizado aqui neste estudo (3,0 x 3,0 m).

TABELA 3 - Crescimento médio (M), incremento médio anual (IMA), coeficiente de variação experimental (CV_{exp}) e resultados do teste F, para altura, em várias idades e em duas populações de *P. dubium*, na Estação Experimental de Luiz Antônimo (LA) e de Pederneiras (PE), SP.

			Idades (anos)						
			1	4	5	6	8	10	11
	Pop I		1,87	6,03	6,95	7,53	8,65	9,61	9,84
	Pop II	M (m)	1,99	6,10	7,01	7,62	8,68	9,87	10,07
	Ensaio		1,93	6,08	6,98	7,57	8,67	9,74	9,96
LA	Pop I		1,87	1,51	1,39	1,26	1,08	0,87	0,98
	Pop II	IMA (m)	1,99	1,53	1,40	1,27	1,09	0,90	1,01
	Ensaio		1,93	1,52	1,40	1,26	1,08	0,89	1,00
	Ensaio	CV_{exp}	14,35	12,78	12,69	13,53	15,29	12,04	14,07
	Pop I		1,70	4,73	5,92	6,17	8,43	9,07	9,37
	Pop II	M (m)	1,55	4,58	5,64	6,02	8,29	9,05	9,25
	Ensaio		1,62	4,65	5,76	6,09	8,35	9,06	9,30
PE	Pop I		1,70	1,18	1,18	1,03	1,05	0,91	0,85
	Pop II	IMA (m)	1,55	1,15	1,13	1,00	1,04	0,91	0,84
	Ensaio		1,62	1,16	1,15	1,02	1,04	0,91	0,85
	Ensaio	CV_{exp}	18,24	12,95	15,71	14,69	13,02	12,21	13,29

Pop. I: 23 progênies; Pop. II: 24 progênies.

TABELA 4 - Crescimento médio (M), incremento médio anual (IMA), coeficiente de variação experimental (CV_{exp}) e resultados do teste F, para DAP, em várias idades e em duas populações de *P. dubium*, na Estação Experimental de Luiz Antônimo (LA) e de Pederneiras (PE), SP.

			Idades (anos)					
			4	5	6	8	10	11
LA	Pop I	M (cm)	6,91	7,49	8,34	9,56	9,82	10,22
	Pop II		7,17	7,67	8,68	10,03	10,38	10,83
	Ensaio		7,58	8,15	8,52	9,80	10,10	10,53
	Pop I	IMA (cm)	1,73	1,50	1,39	1,20	0,98	0,93
	Pop II		1,79	1,53	1,45	1,25	1,04	0,98
	Ensaio		1,90	1,63	1,42	1,23	1,01	0,96
	Ensaio	CV_{exp}	13,30	18,35	15,84	15,09	14,66	13,72
PE	Pop I	M (cm)	5,37	6,63	7,35	9,29	9,91	10,30
	Pop II		5,59	7,11	11,21	10,01	10,85	11,21
	Ensaio		5,49	6,89	7,61	9,68	10,41	10,79
	Pop I	IMA (cm)	1,34	1,33	1,22	1,16	0,99	0,94
	Pop II		1,40	1,42	1,87	1,25	1,09	1,02
	Ensaio		1,37	1,38	1,27	1,21	1,04	0,98
	Ensaio	CV_{exp}	16,43	15,65	13,57	14,03	13,64	14,37

Pop. I: 28 progênies; Pop. II: 30 progênies.

A sobrevivência de plantas nos ensaios foi alta, com 95,82 % em Luiz Antônio e 94,75 % em Pederneiras. Esses resultados são muito superiores aos apresentados por CARVALHO (1994), para a espécie em plantios em Campos Mourão, PR, no mesmo espaçamento 3,0 x 3,0 m (64%) aos 12 anos de idade. A sobrevivência de plantas, juntamente com a capacidade reprodutiva, é um indicativo de adaptação de uma espécie a um determinado ambiente, portanto, os resultados de sobrevivência permitem supor uma boa adaptação da espécie aos locais de experimentação.

O incremento médio anual (IMA) foi alto em todas as avaliações realizadas (TABELAS 3 e 4), porém, com valores decrescentes com o aumento de idade. Aos 11 anos de idade em Luiz Antônio, o IMA para altura foi de 1,0 m, mostrando o potencial silvicultural da espécie para reflorestamentos com essências florestais nativas.

O coeficiente de variação experimental (CV_{exp}), para as duas características, apresentou valores oscilando entre 10 e 20%, respectivamente, nas análises individuais (TABELAS 3 e 4) e conjunta para locais (TABELAS 5 e 6), com valores geralmente maiores para o DAP. CV_{exp} entre 10 e 20 % são considerados, por GOMES (1987), como médios para experimentos agrícolas. No entanto, para ensaios florestais com essências nativas não domesticadas, podem ser considerados como baixos, visto que a variação observada possivelmente decorre da variação natural da espécie. Assim, espera-se neste estudo, uma boa confiabilidade nas estimativas dos componentes de variância e parâmetros genéticos.

TABELA 5 - Graus de liberdade, resultados do teste F e coeficiente de variação experimental (CV_{exp}) para análise conjunta para locais da característica altura, em várias idades de avaliação.

		Idades (anos)						
	GL	1	4	5	6	8	10	11
Locais (L)	1	65,82**	230,65**	85,52**	122,64**	6,06*	28,61**	8,80**
Populações (P)	1	4,21*	1,26	2,09	0,69	0,25	0,10	0,00
L x P	1	14,44**	2,01	2,94	2,07	0,94	1,48	2,77
Prog./Pop	42	1,78**	1,44*	1,09	1,07	1,58*	1,66*	1,89**
Prog./Pop I	22	2,06**	2,35**	1,47	1,48	2,28**	2,86**	2,57**
Prog/. Pop II	19	1,87*	1,77*	1,35	1,45	2,29**	2,17**	2,64**
L x Prog./Pop	42	1,86*	3,28**	3,01**	3,11**	3,36**	3,79**	3,03**
L x Prog./Pop I	22	1,62	1,86*	2,10**	1,91*	2,56**	2,39**	2,28**
L x Prog./Pop II	19	1,28	4,76**	4,58**	4,55**	4,43**	5,52**	3,97**
Prog./Pop./L1	42	2,62**	2,97**	2,22**	1,44	2,63**	3,16**	2,72**
Prog./Pop./L2	42	1,32	2,09**	2,46**	2,85**	2,63**	2,68**	2,97**
Prog./Pop I/L1	22	1,82*	3,17**	1,73*	1,86*	3,57**	3,91**	3,64**
Prog./Pop I/L2	22	1,34	2,90**	3,24**	3,84**	2,84**	3,51**	3,40**
Prog./Pop II/L1	19	2,51**	2,73**	2,07*	0,96	1,86*	2,58**	1,93*
Prog./Pop II/L2	19	1,15	1,43	1,83	2,14*	2,56**	2,16*	2,67**
CV_{exp} (%)		18,46	15,02	17,55	16,84	16,71	15,76	14,90

(*) e (**): significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 6 - Graus de liberdade, resultados do teste F e coeficiente de variação experimental (CV_{exp}) para análise conjunta para locais da característica DAP, em várias idades de avaliação.

		Idades (anos)					
	GL	4	5	6	8	10	11
Locais (L)	1	133,08**	20,74**	33,21**	1,32	1,09	5,70*
Populações (P)	1	2,09	3,08	4,40*	6,84**	10,78**	9,49**
L x P	1	0,68	0,19	0,00	0,18	0,54	0,57
Prog./Pop	42	1,96**	1,70**	2,16**	3,12**	3,19**	3,26**
Prog./Pop I	22	2,05**	1,53	2,04*	3,16**	2,93**	2,74**
Prog./Pop II	19	1,95*	1,88*	2,33**	3,21**	3,52**	3,76**
L x Prog./Pop	42	3,10**	2,82**	3,61**	4,77**	4,87**	4,57**
L x Prog./Pop I	22	2,54**	2,19**	3,22**	4,08**	3,68**	3,32**
L x Prog./Pop II	19	3,78**	3,58**	4,24**	5,69**	6,17**	5,92**
Prog./Pop./L1	42	2,75**	2,94**	4,34**	6,80**	6,64**	6,56**
Prog./Pop./L2	42	2,78**	1,99**	2,42**	3,34**	3,98**	3,64**
Prog./Pop I/L1	22	2,82**	2,77**	3,73**	5,21**	3,95**	3,53**
Prog./Pop I/L2	22	2,12**	1,33	2,23**	3,67**	4,41**	3,93**
Prog./Pop II/L1	19	2,92**	3,20**	5,01**	8,25**	8,89**	9,16**
Prog./Pop II/L2	19	3,53**	2,85**	3,63**	3,17**	3,77**	3,50**
CV_{exp} (%)		18,57	19,00	17,26	18,00	17,42	17,96

(*) e (**) significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

4.2 Variação Genética Entre e Dentro de Populações

A análise da variância conjunta (TABELAS 5 e 6) revelou diferenças significativas pelo teste F para locais, para as duas características, em quase todas as idades de comparações, exceto para DAP aos 8 e 10 anos, mostrando haver heterogeneidade ambiental entre os locais. Entre populações, foram detectadas diferenças significativas para o DAP dos cinco aos 11 anos de idade. Para interação populações x locais (L x P) o teste F foi significativo apenas para altura no primeiro ano de idade. Para progênies dentro de populações (Prog./Pop), observaram-se diferenças significativas para as duas características, em todas as idades de avaliação, exceto para altura aos 6 e 8 anos, sendo que o desdobramento desse quadrado médio em Prog./Pop. I e II, revelou que ambas apresentavam variações genéticas altamente significativas.

A interação locais x progênies dentro de populações (L x Prog./Pop), e seu desdobramento em L x Prog./Pop I e L x Prog./Pop. II, foram, na maioria das análises, significativas para as características, revelando um comportamento diferenciado das progênies em relação aos ambientes. A decomposição dessas interações revelou variações genéticas significativas para as populações em ambos os locais, e na maioria das idades de avaliação. A variação genética detectada nas populações favorecem a estratégia de conservação *ex situ*.

O desempenho das populações para a conservação *ex situ*, foi avaliado pelo seu comportamento médio populacional e pelo desempenho médio de suas progênies. A avaliação a nível de populações, mostrou ausência de interação L x P, o que do ponto de vista de adaptação, significa que o potencial das populações para a conservação, foi o mesmo em ambos os locais. A nível de progênies, observaram-se interações genótipo x ambiente, sendo estes valores maiores para DAP em relação à altura, indicando um comportamento diferenciado dos genótipos em relação aos locais e que as características interagem de forma diferente com os ambientes. Considerando as diferenças significativas entre locais, a presença de interação genótipo x ambiente, mostrou que as populações apresentavam variação genética suficiente para se adaptar às diferentes condições ambientais às quais foram expostos. A ausência de variação genética entre populações e a presença de variação dentro de populações mostrou que a espécie mantém maior parte de sua variabilidade genética armazenada dentro das populações (entre progênies dentro de populações e indivíduos dentro de progênies). A maioria dos trabalhos com essências florestais tropicais e temperadas, que estuda a distribuição da variação genética entre e dentro de populações, tanto a partir de caracteres quantitativos como de marcadores moleculares, tem revelado maiores níveis de variação genética dentro de populações, relativamente a entre populações (HAMRICK & GODT, 1989). Tal constatação indica que a estratégia de conservação do *P. dubium* deva ser a de manter poucas populações com altos níveis de variação genética. Este objetivo parece ter sido atingido neste trabalho, contudo, considerando-se que a variação genética foi caracterizada por caracteres fenotípicos que sofrem fortes efeitos do ambiente, é importante avaliar o ensaio em uma fase posterior, a fim de se confirmar os resultados aqui observados.

A grande variação genética detectada dentro das duas populações de *P. dubium*, sugere boas perspectivas na estratégia de conservação *ex situ* da espécie, em ambas as localidades. Considerando-se a possibilidade de utilização dos ensaios para a coleta de sementes, ter-se-ia a formação de uma nova população da espécie, que combinaria as características gené-ticas das duas populações, possivelmente, com uma base genética mais ampla que a presente nas populações originais, o que poderia, em atividades de reflorestamentos, favorecer a adaptação da espécie a novos ambientes e a sua conservação genética.

Para a implantação de um programa de melhoramento genético, para as características avaliadas, com base no material presente neste estudo, os níveis de variação genética presentes nas populações mostram que as mesmas estão aptas à seleção. Entretanto, devido à presença de interação genótipo x ambiente, para ambas as populações, a seleção dos melhores genótipos deverá ser realizada para cada local individualmente. Ressalta-se que antes de se realizar a seleção para cada local, seria interessante fazer uma análise da estabilidade e adaptabilidade, visando verificar se não existem genótipos que se comportam de forma superior e estável em ambos os locais.

4.3 Estimativa dos Parâmetros Genéticos

Os coeficientes de herdabilidade no sentido restrito a nível de planta (h^2), para as duas características, em ambas as populações e locais (TABELAS 7 e 8), apresentaram geralmente valores altos, sendo muitas vezes superiores a 1,0, em especial na Pop. II. Valores de h^2 acima de 1,0 indicam desvios da pressuposição de que as progênies são exclusivamente de indivíduos meios-irmãos, incluindo também irmãos completos e talvez até indivíduos endogâmicos (originados de cruzamentos entre parentes ou de autofecundação). A estimativa de h^2 em progênies de meios-irmãos considera que a variância genética entre progênies contém ¼ de variância genética aditiva (σ^2_A), entretanto, quando esta estimativa é realizada em progênies mistas, que combinam meios-irmãos e irmãos completos, a verdadeira σ^2_A está entre o intervalo de ¼ (meios-irmãos) a ½ (irmãos completos), ficando a σ^2_A superestimada, que por sua vez, leva à estimativas de h^2 maiores do que 1,0. Nestes casos, a melhor estratégia, é avaliar a herança das características a partir da herdabilidade a nível de média de famílias (h^2_m), a qual considera apenas a variância genética total entre progênies (σ^2_p) e, assim, não está sujeita a problemas na estimativa da σ^2_A.

TABELA 7 - Estimativas de parâmetros genéticos e não genéticos para altura em duas populações *de P. dubium*, em várias idades, na Estação Experimental de Luiz Antônio (LA) e Pederneiras (PE), SP.

	Pop.		1	4	5	6	8	10	11
LA	Pop I	h^2	0,09	0,29	0,51	0,78	1,11	0,97	1,18
	Pop II		0,25	1,00	1,14	1,40	1,16	1,46	1,33
	Pop I	h^2_m	0,17	0,44	0,60	0,72	0,78	0,86	0,75
	Pop II		0,55	0,83	0,86	0,87	0,81	0,89	0,70
	Pop I	CV_g	2,78	4,65	6,32	8,92	11,82	12,19	10,00
	Pop II		6,26	11,61	12,67	14,18	12,98	13,76	8,76
	Pop I	CV_e	11,19	10,31	10,12	11,55	13,63	10,57	12,81
	Pop II		10,51	10,19	10,03	11,41	13,58	10,29	12,52
	Pop I	CV_d	21,28	16,93	16,65	15,79	15,35	13,38	13,62
	Pop II		20,00	16,74	16,51	15,60	15,29	13,03	13,31
	Pop I	CV_g/CV_{exp}	0,19	0,36	0,50	0,66	0,77	1,01	0,71
	Pop II		0,44	0,91	1,00	1,05	0,85	1,14	0,62
	Pop I	$\hat{\sigma}^2_d / \hat{\sigma}^2_p$	58,79	13,27	6,93	3,13	1,68	1,21	1,85
	Pop II		0,44	0,91	1,00	1,05	0,85	1,14	0,62
PE	Pop I	h^2	0,73	0,57	0,54	0,08	0,39	0,66	0,33
	Pop II		0,55	0,89	0,08	0,66	0,87	1,10	0,96
	Pop I	h^2_m	0,74	0,68	0,78	0,18	0,61	0,83	0,58
	Pop II		0,67	0,78	0,33	0,67	0,81	0,90	0,83
	Pop I	CV_g	11,91	7,55	11,86	2,73	6,65	8,29	6,29
	Pop II		2,07	5,06	2,60	5,26	10,92	11,31	11,91
	Pop I	CV_e	14,65	10,69	7,71	13,02	10,06	3,80	10,20
	Pop II		3,00	5,47	4,57	8,05	10,23	3,73	10,33
	Pop I	CV_d	20,51	15,11	28,95	13,98	17,69	18,31	18,32
	Pop II		4,20	7,73	17,17	8,64	17,99	17,96	18,56
	Pop I	CV_g/CV_{exp}	0,65	0,58	0,75	0,19	0,51	0,68	0,47
	Pop II		0,11	0,39	0,17	0,36	0,84	0,93	0,90
	Pop I	$\hat{\sigma}^2_d / \hat{\sigma}^2_p$	2,96	4,01	5,96	26,21	7,78	4,88	8,48
	Pop II		4,12	2,33	43,49	2,70	2,71	2,52	2,43

Pop. I: 28 progênies; Pop. II: 30 progênies. Coeficiente de herdabilidade no sentido restrito (h^2), entre médias de progênies (h^2_m), coeficiente de variação genética (CV_g), ambiental (CV_e), fenotípico dentro de parcelas (CV_d), potencial de seleção no ensaio (CV_g/CV_{exp}) e relação entre variância fenotípica dentro de subparcelas e genética ($\hat{\sigma}^2_d / \hat{\sigma}^2_p$).

TABELA 8 - Estimativas de parâmetros genéticos e não genéticos para DAP em duas populações *de P. dubium*, em várias idades, na Estação Experimental de Luiz Antônio (LA) e Pederneiras (PE), SP.

	Pop.		4	5	6	8	10	11
LA	Pop I	h^2	0,52	0,18	0,44	0,88	0,82	0,88
	Pop II		1,08	0,88	0,94	1,08	1,23	1,23
	Pop I	h^2_m	0,72	0,42	0,67	0,84	0,83	0,84
	Pop II		0,86	0,82	0,83	0,87	0,89	0,90
	Pop I	CV_g	10,19	6,49	9,33	14,23	13,58	13,45
	Pop II		15,30	18,35	15,84	15,09	13,72	14,65
	Pop I	CV_e	11,13	13,96	12,08	10,58	9,96	9,14
	Pop II		10,73	13,64	11,61	10,09	9,43	8,62
	Pop I	CV_d	23,93	26,86	23,56	24,72	24,81	23,64
	Pop II		23,07	26,23	22,64	23,56	23,47	22,31
	Pop I	CV_g/CV_{exp}	0,67	0,35	0,59	0,94	0,99	0,92
	Pop II		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Pop I	$\hat{\sigma}^2_d / \hat{\sigma}^2_p$	5,51	17,13	6,38	3,02	3,34	3,09
	Pop II		2,23	2,78	2,58	2,28	1,94	1,95
PE	Pop I	h^2	0,44	0,39	0,47	0,54	0,44	0,40
	Pop II		0,89	2,36	2,37	1,20	1,40	1,30
	Pop I	h^2_m	0,66	0,64	0,73	0,81	0,78	0,75
	Pop II		0,82	0,96	0,97	0,92	0,94	0,93
	Pop I	CV_g	9,51	8,90	9,41	12,42	11,00	10,66
	Pop II		13,96	30,04	20,30	19,12	20,97	20,30
	Pop I	CV_e	12,73	11,98	8,68	3,09	0,89	2,47
	Pop II		12,23	11,17	5,69	2,87	0,82	3,93
	Pop I	CV_d	23,97	24,09	24,23	31,31	31,36	31,61
	Pop II		23,02	22,46	15,89	29,06	28,64	29,05
	Pop I	CV_g/CV_{exp}	0,68	0,57	0,69	0,89	0,81	0,74
	Pop II		0,85	1,92	1,50	1,36	1,54	1,41
	Pop I	$\hat{\sigma}^2_d / \hat{\sigma}^2_p$	6,36	7,33	6,64	6,35	8,13	8,80
	Pop II		2,72	0,56	0,61	2,31	1,86	2,05

Pop. I: 28 progênies; Pop. II: 30 progênies. Coeficiente de herdabilidade no sentido restrito (h^2), entre médias de progênies (h^2_m), coeficiente de variação genética (CV_g), ambiental (CV_e), fenotípico dentro de parcelas (CV_d), potencial de seleção no ensaio (CV_g/CV_{exp}) e relação entre variância fenotípica dentro de subparcelas e genética ($\hat{\sigma}^2_d / \hat{\sigma}^2_p$).

A h^2_m para altura e DAP foi alta para as duas populações em ambos os locais, com valores geralmente maiores para a Pop. II, revelando um grande controle genético na expressão fenotípica das progênies. De modo geral, as h^2_m foram maiores para o DAP em relação à altura, concordantemente aos resultados já observados para o teste F, de maior variação genética para esta característica, mostrando que a variação fenotípica do DAP tem uma herança genética maior que a altura. Observando-se o comportamento da h^2_m entre as idades de avaliação, verifica-se que esses valores aumentaram com a idade das plantas, dando a entender que o número de genes que estão se expressando aumenta com o desenvolvimento das plantas.

O coeficiente de variação genético (CV_g), que mede o potencial de um material tanto para a conservação como para o melhoramento, apresentou valores altos em todas as análises realizadas, em especial para a Pop. II e para o DAP. Combinando as estimativas de h^2_m com os altos valores do CV_g, verifica-se que as populações apresentam um grande potencial para a conservação e o melhoramento genético, concordantemente aos resultados já observados pelo teste F da análise de variância.

O coeficiente de variação ambiental (CV_e) e o coeficiente de variação fenotípico dentro de progênies (CV_d), variaram pouco entre as populações para as mesmas características, idades e locais de avaliação. O CV_e apresentou valores baixos nos dois locais, em especial para Pederneiras, evidenciando que os locais escolhidos para a experimentação eram homogêneos, favorecendo o controle do ambiente para separação dos efeitos genéticos. O CV_d apresentou valores altos para as duas características nos dois locais, em especial para Pederneiras para o DAP. Uma alta variação fenotípica dentro das progênies é altamente relevante para a conservação genética da espécie, visto que sua eficiência é definida pela variação genética entre populações, entre progênies dentro de populações e entre indivíduos dentro de progênies. Considerando que ¾ da σ^2_A, que é a variância responsável pela semelhança entre pais e filhos, está dentro das progênies, portanto, é o nível hierárquico populacional que apresenta a maior parte da variância genética de uma população, altos CV_d aumentam o potencial de uma população para a conservação, além de favorecem, no caso de melhoramento, a seleção indivíduos superiores dentro das progênies.

A relação CV_g/CV_{exp}, que é uma medida de eficiência do material genético para a seleção, mostrou valores muito promissores. De modo geral, a Pop. II apresentou os valores mais favoráveis para essa relação, em ambas as características e locais. Quanto às características, o DAP apresenta-se como mais promissor para a seleção em ambos os locais. Os dados também mostram a possibilidade de maior eficiência nas seleções em Pederneiras relativamente a Luiz Antônio, sendo esta superioridade, possivelmente, decorrente do maior número de progênies avaliadas.

A análise do sistema de reprodução, em ambos os locais, pela estimativa da relação da variância fenotípica dentro de famílias e variância genética entre famílias ($\hat{\sigma}^2_d/\hat{\sigma}^2_p$), apresentou, em muitos casos, valores inferiores a 3,0, sugerindo desvios de alogamia nas populações. Provavelmente, a reprodução combina cruzamentos não endogâmicos, entre aparentados e autofecundação. Valores da $\hat{\sigma}^2_d/\hat{\sigma}^2_p$ em progênies de meios-irmãos devem ser superiores a 3,0 [$(¾\sigma^2_A + \sigma^2_D + \sigma^2_{ed}) / ¼\sigma^2_A \geq 3,0$; onde, σ^2_D é a variância de dominância e σ^2_{ed} é a variância ambiental dentro de progênies], em progênies de irmãos completos superiores a 1,0 [$(½\sigma^2_A + ¾\sigma^2_D + \sigma^2_{ed}) / (½\sigma^2_A + ¼\sigma^2_D) \geq 1,0$] e, em plantas totalmente autógamas igual ou superiores a 0,0 [$0\sigma^2_A / (1\sigma^2_A + 1\sigma^2_D \geq 0,0)$]. Atenta-se para o fato de que os valores 3,0, 1,0 e 0,0 são os limites inferiores de cada categoria (meios-irmãos, irmãos completos e indivíduos endogâmicos), caso a σ^2_D e a σ^2_{ed} sejam nulas. O limite superior é desconhecido, ou seja, se a variação ambiental for muito grande, progênies de autofecundação podem apresentar valores superiores a 3,0. Valores entre 3,0 e 0,0, podem também sugerir a presença de sistemas mistos de reprodução e cruzamentos preferenciais, sendo que quanto mais próximos de 0,0 maior a proporção de progênies de autofecundação. De modo geral, a Pop. II apresentou menores valores para esta relação, indicando que suas progênies não são exclusivamente de meios-irmãos. Dessa forma, tamanho efetivo da população (N_e) será reduzido para valores menores do que o esperado em famílias de meios-irmãos ($N_e = 4$) e a variabilidade genética dentro das progênies será menor, devido a maior covariância entre plantas dentro de progênies e consequentemente, menor será o potencial dessa população para a conservação genética. Entretanto, deve-se ressaltar que a relação $\hat{\sigma}^2_d/\hat{\sigma}^2_p$ não é uma medida precisa, devendo-se utiliza-la apenas como um indicativo do sistema de reprodução de uma espécie.

Esses resultados, no caso da utilização do ensaio como área de coleta de sementes, implicam na necessidade de adotar-se medidas que contornem o problema do cruzamento dentro das progênies, ou seja, minimizem a probabilidade de gerar endogamia. Assim, deve-se preferivelmente realizar a coleta das

sementes de no máximo uma planta de cada parcela. Da mesma forma, para o melhoramento, deve-se aplicar uma alta intensidade de seleção dentro de famílias, dado que a depressão por endogamia, em todas as suas formas (cruzamento entre parentes e autofecundação), leva a uma redução no desenvolvimento das plantas e, indivíduos endogâmicos terão menor chance de serem selecionados. BURGESS *et al.* (1996), estudando os efeitos da taxa de cruzamento sobre a expressão fenotípica de famílias de *Eucalyptus grandis*, através de isoenzimas, observaram, por análise de regressão, uma clara redução no comportamento médio das famílias para a característica altura de plantas, quando geradas por sistemas mistos de reprodução, ou seja, quando as famílias continham desde indivíduos gerados por autofecundação até cruzamentos.

4.4 Considerações Finais

Sugere-se que para o caso da utilização dos ensaios como "áreas de coleta de sementes", para fins de reflorestamento, que as mesmas sejam coletadas apenas de uma árvore de parcela, de cada família, de cada população e, em quantidades iguais por matriz. Sugere-se também, que a coleta seja feita no maior número possível de famílias. Estas recomendações permitirão o controle gamético materno, fazendo com que nenhuma matriz contribua mais para as freqüências alélicas do conjunto gênico das sementes, do que as outras, maximizando o N_e e reduzindo os possíveis efeitos da perda de alelos raros e da depressão por endogamia, nos lotes de sementes (VENCOVSKY, 1987).

O conceito de tamanho efetivo populacional está diretamente associado ao de deriva genética, sendo que quanto menor é o N_e, maior é a deriva gerada pela amostragem, e vice-versa. A deriva genética leva ao "estrangulamento" da base genética, que por sua vez, aumento do grau de parentesco entre os indivíduos da população, no decorrer das gerações. Aumentando o grau de parentesco entre as plantas de uma população, vai ser gerado endogamia pelo cruzamento entre indivíduos aparentados. Em espécies perenes alógamas de vida longa, como *P. dubium*, esse problema é agravado pela sobreposição de gerações, onde em poucas gerações pode-se ter o cruzamento entre parentes próximos (pais e filhos). Portanto, a deriva genética gera endogamia, que por sua vez, pode expor genes deletérios em homozigose, dando origem ao que se conhece por depressão por endogamia (perda de vigor, mortalidade juvenil, albinismo, etc.). Assim, a prática proposta para maximizar o N_e dos lotes das sementes, restringirá os possíveis efeitos advindos da deriva genética. Atenta-se para o fato de que, apesar dos bons níveis de variação genética detectados em ambas as populações, nas duas localidades, o ensaio de Pederneiras é constituído por um número maior de progênies dentro de populações e revelou uma maior variação genética intrapopulacional, sendo assim, o mais recomendado para a coleta de sementes.

5 CONCLUSÕES

A análise do crescimento em altura e DAP e a sobrevivência de plantas nos dois locais de ensaio, mostraram uma boa adaptação da espécie às condições de experimentação.

As duas populações estudas apresentaram um melhor desempenho para as características avaliadas em Pederneiras, sugerindo uma melhor adaptação da espécie às condições edafoclimáticas desse local.

A análise de variância individual detectou variações genéticas significativas entre progênies dentro das populações, em ambos os locais de ensaio e, a análise conjunta revelou a presença de interação genótipo x ambientes para ambas as características, indicando um comportamento diferenciado das progênies em relação aos ambientes.

A caracterização genética das populações de *P. dubium*, nos ensaios, mostrou o material como potencial para estratégia de conservação *ex situ* das espécies, bem como para futuros trabalhos de melhoramento genético.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBIN, D. 1998. *Componentes de variância.* Piracicaba, FEALQ. 120p.

BURGESS, I. P. *et al.* 1996. The effect of outcrossing rate on the growth of selected families of *Eucalyptus grandis*. *Silvae Genetica*, Reinbek, *45*:2-3.

CRUZ, C. D. & REGAZZI, A. J. 1997. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético.* Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. 390p.

CARVALHO, P. E. R. 1994. *Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso de madeira.* Brasília, EMBRAPA-CNPF. 640p.

ETTORI, L. de C. *et al.* 1995. Conservação *ex situ* dos recursos genéticos de ipê-amarelo (*Tabebuia vellosoi* Tol.) através de teste de procedências e progênies. *Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, *7*(2):157-168.

ETTORI, L. de C. *et al.* 1996. Variabilidade genética em populações de ipê-roxo (*Tabebuia heptaphylla.* Tol.) para a conservação *ex situ*. *Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, *8*(2):61-70.

FALCONER, D. S. 1972. *Introducion a la genetica cuantitativa.* México, Ed. CECSA. 430p.

GIANNOTTI, E. *et al.* 1982. Variação genética entre procedências e progênies de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, Campos do Jordão-SP, set. 12-18, 1982. *Anais... Silvic. S. Paulo*, São Paulo, *16A*:970-975. Pt. 2. (Edição Especial)

GOMES, F. P. 1987. *Curso de Estatística Experimental.* Piracicaba, Nobel. 467p.

HAMRICK, J. L. & GODT, M. J. W. 1989. Allozime diversity in plant species. In: BROWN, A. H. D. *et al.* (eds.) *Plant population genetics, breeding and germoplasm resources.* Sunderland, Sinauer Associates. p. 43-63.

HIGA, A. R.; RESENDE, M. D. V. & CARVALHO, P. E. R. 1992. Pomar de sementes por mudas: um método para a conservação *ex situ* de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, São Paulo-SP, mar.-abr. 29-03, 1992. *Anais... Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, *4*(único):1217-1224. Pt. 4. (Edição Especial)

NOGUEIRA, J. C. B. *et al.* 1986a. Teste de progênies e procedências de aroeira - *Astronium urundeuva* (Fr. All.) Engl. *Bol. Técn. IF*, São Paulo, *40A*:367-377. Pt. 2. (Edição Especial)

NOGUEIRA, J. C. B. *et al.* 1986b. Teste de progênies e procedências de pau d'alho - *Gallesia gorarema* Vell. Moq. *Bol. Técn. IF*, São Paulo, *40A*:344-356. Pt. 2. (Edição Especial)

NOGUEIRA, J. C. B. *et al.* 1986c. Teste de progênies e procedências de amendoim - *Pterogyne nitens* Tul. *Bol. Técn. IF*, São Paulo, *40A*:357-366. Pt. 2. (Edição Especial)

RAMALHO, M.; SANTOS, J. B. & PINTO, C. B. 1996. *Genética na agropecuária.* São Paulo, Ed. Globo. 359p.

REGAZZI, A. J. 1987. *Métodos estatísticos para avaliação da interação genótipo x ambiente.* Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Matemática. 34p. (apostila do Curso de Estatística Experimental)

SIQUEIRA, A. C. M. De F. *et al.* 1986a. O jequitibá-rosa - *Cariniana legalis* (Mart.) O. Ktze. uma espécie em extinção. *Bol. Técn. IF*, São Paulo, *40A*:291-301. Pt. 2. (Edição Especial)

SIQUEIRA, A. C. M. De F. *et al.* 1986b. Conservação dos recursos genéticos da guarucaia - *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. *Bol. Técn. IF*, São Paulo, *40A*:302-313. Pt. 2. (Edição Especial)

SIQUEIRA, A. C. M. De F.; NOGUEIRA, J. C. B. & KAGEYAMA, P. Y. 1993. Conservação dos recursos genéticos *ex situ* do cumbaru (*Dipteryx alata*) Vog. - Leguminosae. *Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, *5*(2):231-243.

SNEDECOR, G. & COCHRAN, W. G. 1957. *Statistical methods.* Ames, Iowa State University Press. 534p.

TORGGLER, M. G. F. 1987. *Variação genética entre progênies dentro de procedências de* **Eucalyptus saligna** *Smith.* Piracicaba, ESALQ/USP. 198p. (Dissertação de Mestrado)

VENCOVSKY, R. 1987. Tamanho efetivo populacional na coleta e preservação de germoplasmas de espécies alógamas. *IPEF*, Piracicaba, (35): 79-84.

VENCOVSKY, R. & BARRIGA, P. 1992. *Genética biométrica no fitomelhoramento.* São Paulo, Sociedade Brasileira de Genética. 496p.

VENTURA, A.; BERENGUT, G. & VICTOR, M. A. M. 1965/1966. Características edafoclimáticas das dependências do Serviço Florestal do Estado de São Paulo. *Silvic. S. Paulo*, São Paulo, *4*:57-139.

SELEÇÃO DE RESERVAS FLORESTAIS PARA CONSERVAÇÃO "IN SITU" ATRAVÉS DE INDICADORES ESPACIAIS*

Rozely Ferreira dos SANTOS**
Waldir MANTOVANI***

RESUMO

O planejamento ambiental em territórios antropizados que se preocupa em conciliar a conservação dos recursos naturais com as atividades de uso, necessita identificar, previamente, na região de estudo, as áreas de ecossistemas naturais mais propícias à conservação "in situ", bem como definir os critérios que estabelecem a seleção final. O objetivo deste trabalho foi definir uma metodologia que selecione e hierarquize remanescentes de mata em região da floresta estacional semidecidual, com o propósito de estabelecer unidades de conservação genética "in situ". O território estudado era formado pelas bacias hidrográficas do rio Atibaia e do ribeirão Quilombo. Foram utilizados indicadores espaciais do estado de conservação, analisados em três fases de trabalho. Na primeira, foi realizado o mapeamento da cobertura florestal e de uso da terra na região, visando à identificação das matas e interferências vizinhas. Na segunda etapa, as unidades identificadas foram avaliadas através de descritores de unidades e os resultados obtidos foram usados na aplicação do método multicriterial ELECTRE I e II, que hierarquiza alternativas. A unidade indicada como mais relevante à conservação foi a Mata da Represa de Salto Grande. Na terceira fase, esta mata foi usada como unidade amostral para uma análise mais detalhada, através de um levantamento fitossociológico, realizado pelo método de parcelas (10 m x 20 m, n = 10). Amostraram-se 188 indivíduos, de 63 espécies e 29 famílias.

Palavras-chave: reservas florestais; indicadores espaciais; Electre I e II; levantamento fitossociológico; planejamento ambiental.

ABSTRACT

Environmental planning in antropic areas needs to identify the most favorable natural ecosystems areas for conservation "in situ", as well as to define the criteria to establish their final selection. The objective of this work was to define a methodology that selects and classifies stational semideciduous forests, with the purpose of establishing units of genetic conservation "in situ". The study case was the Atibaia river and Quilombo creek watersheds (São Paulo State, Brazil). Environmental conservation spatial indicators were used and evaluated in three phases. In the first one the forest and land use mapping was accomplished, seeking the identification of the forests and neighboring interferences. In the second stage, the identified units were evaluated through descriptive parameters. The results were used in the application of the multicriterial method ELECTRE I and II, that shows hierarchic alternatives. The Salto Grande Dam Forest was found the most important for the conservation. In the third phase, this forest was used as study case for phytossociological evaluation. It was sampled 188 individuals, of 63 species and 29 families.

Key words: forest reserves; space indicators; Electre I and II; phytossociology; environmental planning.

1 INTRODUÇÃO

Historicamente, as prerrogativas de preservação e de conservação ambiental estão dirigidas a grandes áreas naturais pouco ou não alteradas, quase sempre em territórios rurais. Nas últimas décadas, essa tendência está mudando e cada vez se dá mais atenção a pequenas extensões florestais em regiões rurais ou antropizadas, que representam interesse para conservação e educação, seja pela preservação de algum elemento cênico, de uma espécie particular da biota, de uma comunidade ou de todo um sistema. A partir da década de 80, a ecologia urbana teve um grande desenvolvimento e, então, a questão da conservação dos sistemas naturais urbanos ou periurbanos passou a ser enfaticamente considerada. Núcleos de pesquisas nos Estados Unidos, Alemanha,

(*) Aceito para publicação em junho de 1999.
(**) UNICAMP, Faculdade de Engenharia Civil, Departamento de Saneamento e Ambiente, Caixa Postal 6021, 13083-970, Campinas, SP, Brasil. e-mail: roze@fec.unicamp. br
(***) USP, Instituto de Biociências, Departamento de Ecologia Geral, Caixa Postal 11461, 05422-970, São Paulo, SP, Brasil. e-mail: wmantova@ib.usp.br

Espanha, Holanda, Polônia e África do Sul passaram a concentrar suas atenções em fragmentos de ecossistemas naturais nos grandes centros urbanos e ao redor deles, bem como na sobrevivência de populações naturais isoladas (SPELLERBERG, 1992). Hoje, área verde de preservação ou de conservação em regiões antropizadas é definida como qualquer fragmento de ecossistema destinado à conservação do sítio e à manutenção da biodiversidade, podendo mesmo conter atividades de lazer e recreação (GONÇALVES, 1994).

Nessa direção, os processos de planejamento ambiental em territórios de intensa ocupação humana, preocupados em conciliar a conservação dos recursos naturais com as atividades de uso, consideram que o primeiro passo é identificar, na região de estudo, as áreas remanescentes de ecossistemas naturais propícios à conservação "in situ" e definir os critérios que estabeleçam a seleção, hierarquização e destino apropriado a esses sistemas. Para tanto, é necessário primeiro identificar os indicadores ambientais do estado de conservação do fragmentos. O "valor" dos fragmentos pode ser reconhecido através de diversos critérios e prioridades que são avaliados por meio de fatores do meio entendidos como indicadores ambientais. Assim, presença de espécies raras ou em extinção, ocorrência de certos grupos taxonômicos, diversidade, histórico natural, raridade da cobertura vegetal, sons diversificados produzidos pela fauna, qualidade visual da paisagem, valores culturais, aspectos estéticos são exemplos de indicadores de valor. TANS (1974) publicou um estudo que priorizava grupos de áreas naturais em Wisconsin (EUA), comparando diferentes locais quanto as suas características estruturais (tamanho, presença e qualidade de zona tampão, valor educacional), biológicas (riqueza de espécies, estrutura de comunidades, integridade, extensão do distúrbio, espécies em extinção, número de plantas, diversidade), de segurança ou ameaça a conservação e formas de disponibilidade da área. A somatória destas características, devidamente pontuadas, definia os territórios de alta qualidade biológica. OGLE (1981) usou como indicadores: representatividade, tamanho, número de fragmentos, grau de isolamento, diversidade de habitats, número de pássaros regionais e raridade da fauna, enquanto WITTIG & SCHREIBER (1983) usaram: tamanho, raridade do biótopo, estrutura da vegetação como função do habitat. Muitos dos métodos adotados usam índices, pesos para os indicadores, simples somatória ou técnicas de multicritérios. Um outro aspecto a ser considerado é que planejamentos em áreas de grande pressão antrópica e fragmentação da cobertura vegetal devem considerar dois fatores que, comumente, interferem na decisão sobre os métodos, critérios e prioridades a serem adotados: o tempo e os recursos limitados. SPELLERBERG (1992) alerta para esta questão e aponta a dificuldade de se responder, eficientemente, a tais limitantes.

Nesta linha, este estudo propõe definir uma metodologia que identifique, selecione e hierarquize remanescentes de mata para conservação "in situ" em áreas de grande impacto antrópico, através da utilização de indicadores espaciais relacionados ao estado de conservação dos fragmentos florestais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

As áreas de estudo adotadas foram as bacias do rio Atibaia e do ribeirão Quilombo, na região da Depressão Periférica - Zona do Médio Tietê (São Paulo), sobre terrenos sedimentares e clima úmido de inverno seco. Estão situadas entre as coordenadas 47°00' - 47°20'W e 22°42'- 22°55'S, abrangendo os municípios de Campinas, Hortolândia, Paulínia, Nova Veneza, Sumaré, Nova Odessa e Americana. A forma de relevo predominante corresponde às colinas amplas e médias, com pequenas amplitudes topográficas, declividades baixas e interflúvios entre 1 - 4 km^2 ou mais. O solo é, predominantemente, dos tipos latossolo e podzólico, com algumas manchas de terra roxa estruturada, e a cobertura vegetal que prevalece é a mata estacional semidecídua. Estudos da organização do espaço nesta região mostram uma nítida fragmentação dos sistemas naturais, pressionados por diferentes usos antrópicos (SÃO PAULO, 1989 e 1990). Esses fragmentos são isolados, comumente da mesma formação vegetal, mas em diferentes estágios sucessionais, com diferentes fisionomias, resultantes das interações com áreas circunvizinhas que compõem um espaço bastante heterogêneo. Observando-se o acervo fotográfico do Instituto Agronômico de Campinas (IAC) pode-se afirmar que este quadro de alterações ocorre há pelo menos três décadas, e que suas macro-interfaces nos anos 60 se compunham, basicamente,

de mata/agricultura temporária ou anual e mata/urbanização. Dessas observações conclui-se que os remanescentes florestais nessa região refletem a dinâmica de uma relação espacial bem estabelecida e estabilizada, cujas dependências teriam se intensificado com o tempo. Então, esses remanescentes devem ser excelentes objetos de estudos para entender a influência da heterogeneidade espacial e temporal nos processos bióticos, e ótimos instrumentos para apontar medidas de reabilitação ambiental em áreas com presença dessas interfaces.

2.2 Métodos

Para atingir o objetivo proposto, foram desenvolvidas três fases de trabalho: mapeamento da cobertura vegetal e uso da terra na região de estudo, avaliação dos remanescentes mapeados através de descritores espaciais e método Electre e levantamento fitossociológico de uma unidade amostral.

2.2.1 Mapeamento da cobertura vegetal e uso da terra

O mapeamento foi realizado mediante a interpretação de imagens orbitais, cujas características estão resumidas na TABELA 1. Efetuou-se a interpretação visual em papel fotográfico, comparada, concomitantemente, com uma imagem em formato digital para auxílio do mapeamento. As informações, organizadas em classes de ocupação e uso da terra, eram transferidas para *overlay* contendo os traçados de base cartográfica compilados das cartas do IBGE, em escala 1:50.000 (RIO DE JANEIRO, 1969-1974). As vias de acesso foram revistas em função da interpretação das imagens. O reconhecimento de campo foi feito por cobertura de pontos estratégicos, de acordo com método de amostragem subjetiva (FARIAS, 1986). Após a comparação entre a interpretação visual, a avaliação digital e os dados de campo, foi produzido o *overlay* final, digitalizado em AUTOCAD 13 e transferido para o SIG IDRISI.

TABELA 1 - Características técnicas da produção do mapa da cobertura vegetal e uso da terra das bacias do rio Atibaia e ribeirão Quilombo.

Imagem	TM LANDSAT 5	TM LANDSAT 5
Tipo de produto	Formato digital	Composição colorida em papel fotográfico
Data de passagem	19/08/1989	12/09/1988
Órbita/Ponto	219/076	219/076
Bandas/atribuição de Cor, Contraste	3/vermelho, +3.6	3/azul, +1.5
	4/verde, +2.6	4/verde, +1.4
	2/azul, +2.6	5/vermelho, +1.0
Escala Aproximada	1:50.000	1:50.000
Número de Módulos	12	-
Traçados de Base Cartográfica	Drenagens principais	Drenagens principais
	Estradas e vias de acesso principais	Estradas e vias de acesso principais

2.2.2 Avaliação dos remanescentes de mata através de descritores espaciais e método Electre

Os fragmentos de mata foram analisados por suas caraterísticas espaciais, denominadas neste trabalho como descritores de unidades, e pelo conjunto de relações espaciais que interagem com o sistema natural, aqui denominadas como indicadores da paisagem. As informações eram obtidas pelas imagens de satélite, *overlay* (cf. 2.2.1) e visitas de campo.

Como descritores de unidades foram considerados quatro parâmetros apontados na literatura como indicadores da diversidade ou estabilidade do sistema (BAUDRY & BAUDRY-BUREL, 1982; DURELL, 1986; BAUDRY, 1988). São eles:

Tamanho da área - obtido por planimetria, em hectares;

Índice de isolamento - baseado em LUGO (1988) e expresso em percentagem:

$$I_i = \sum_{i=1}^{n} (d_{i,1}) / (S_{1-i})$$

onde:

I_i = índice de isolamento do fragmento (i);
$D_{i,1}$ = distância entre os fragmentos (i-1);
S_{1-i} = superfície dos fragmentos menos a superfície da área referencial (i).

Tendo-se que:

$$I_t = \sum_{i=1}^{n} I_i$$

onde:

I_t = índice de isolamento total;
I_i = índice de isolamentos individuais;

considera-se que:

$$IR_i = (I_i / I_t).100$$

onde:

IR_i = índice de isolamento relativo do fragmento (i), expresso em percentagem;

Forma - analisada de acordo com padrões de forma e fragmentação estabelecidos por FORMAN & GODRON (1981) e DURELL (1986). A FIGURA 1 apresenta o critério de análise adotado, e

Zonas de contato - foram considerados dois tipos de zonas de contato: abrupta - quando a interface entre a formação arbórea e o uso antrópico adjacente é imediata, e gradativa - quando ocorre um intervalo entre a mata e o uso antrópico, ocupado por etapas sucessivas de vegetação ou presença de barreiras de isolamento do fragmento natural.

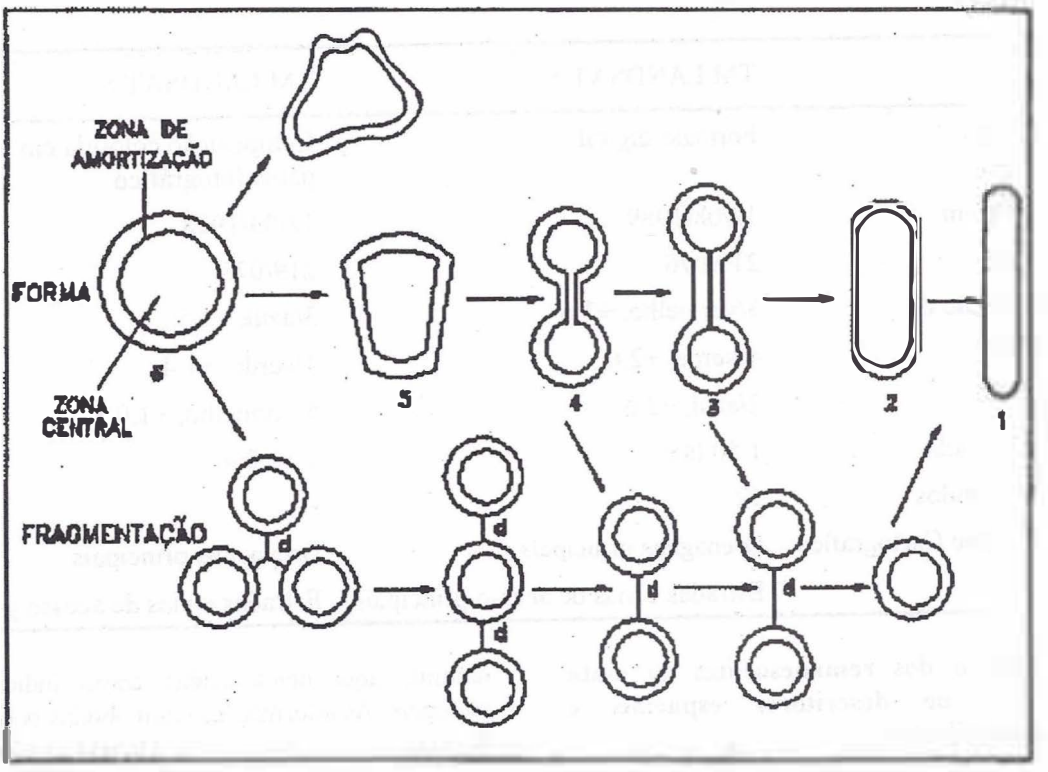


FIGURA 1 - Formas e fragmentação de áreas florestais.
cf. FORMAN & GODRON (1981) e DURELL (1986), modificado.

A partir dos dados obtidos pelos descritores de unidades, aplicou-se o método multicriterial discreto Electre I e II (DUCKSTEIN & GERSHON, 1983; HARRIS *et al.*, 1992), que permite a seleção e a hierarquização das áreas com maior potencial para reserva florestal. Este método foi escolhido porque permite a classificação a partir da análise de um grupo de alternativas (reservas florestais) e múltiplos critérios (descritores de unidades). O ELECTRE I visa a classificação parcial do conjunto de alternativas, separando as dominadas das não dominadas (alternativas preferidas). Para tanto, utilizam-se dois Índices: de concordância, que mede a superioridade de uma alternativa sobre outra, e de discordância, que indica a discrepância entre as alternativas. Ambos usam pesos para os critérios, de forma a relativizar a importância deles. O ELECTRE II obtém a classificação final das alternativas utilizando como dados de entrada as informações do ELECTRE I. O resultado é a classificação hierárquica e a identificação das alternativas que permanecem em posições privilegiadas em diferentes enfoques simulados e variações de pesos dos critérios adotados (HARRIS, 1992; DOTTO *et al.*, 1996; ZUFFO, 1998). Para tal tratamento, foram escolhidos os fragmentos de mata superiores a 10 ha. Na elaboração das matrizes de concordância e discordância foram aplicados pesos aos critérios (TABELA 2), arbitrados pelos autores deste estudo, que levaram em consideração a precisão do dado e valorização relativa entre os parâmetros, sugerida pela literatura citada neste trabalho.

Foram selecionados oito indicadores de paisagem, que permitem agrupar interações repetidas espacialmente e que podem ser comparados com a hierarquização obtida pelo método Electre I e II. São eles: tipos de relevo - obtidos dos Mapas Geomorfológicos de Campinas e região, escala 1:50.000 (SÃO PAULO, 1993); tipos de solo - extraídos do Mapa Pedológico, escala 1:100.000 (OLIVEIRA *et al.*, 1992); declividades e intervalos de altitude - obtidos a partir de cartas topográficas, escala 1:50.000 (RIO DE JANEIRO, 1969-1974); susceptibilidade a erosão - conforme apresentado por DOTTO & SANTOS (1991); influência de curso d'água - pela observação de campo; formas de pressão antrópica - identificadas pelo mapa de uso da terra (FIGURA 2 deste trabalho), e proteção legal - identificada por levantamentos da legislação estadual e municipal.

2.2.3 Levantamento fitossociológico de uma unidade amostral

Selecionou-se uma área amostral para levantamento fitossociológico que foi apontada pelo método Electre como de grande importância, de acordo com seus descritores espaciais. Este levantamento permitiu a aferição da acuidade do método. Foi utilizado o método de parcelas (10 parcelas de 10 m x 20 m), dispostas de forma paralela e a partir da borda da represa. Amostraram-se os indivíduos arbóreos com perímetro na base do caule igual ou superior a 30 cm. A coleta do material botânico foi feita segundo técnicas usuais. Os parâmetros fitossociológicos analisados foram: freqüência, densidade, dominância e valor de importância (MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG, 1974).

TABELA 2 - Pesos atribuídos aos parâmetros descritores de unidades.

PARÂMETROS	PESOS
Tamanho da área	3
Grau de isolamento	2
Forma	1
Zona de contato	1

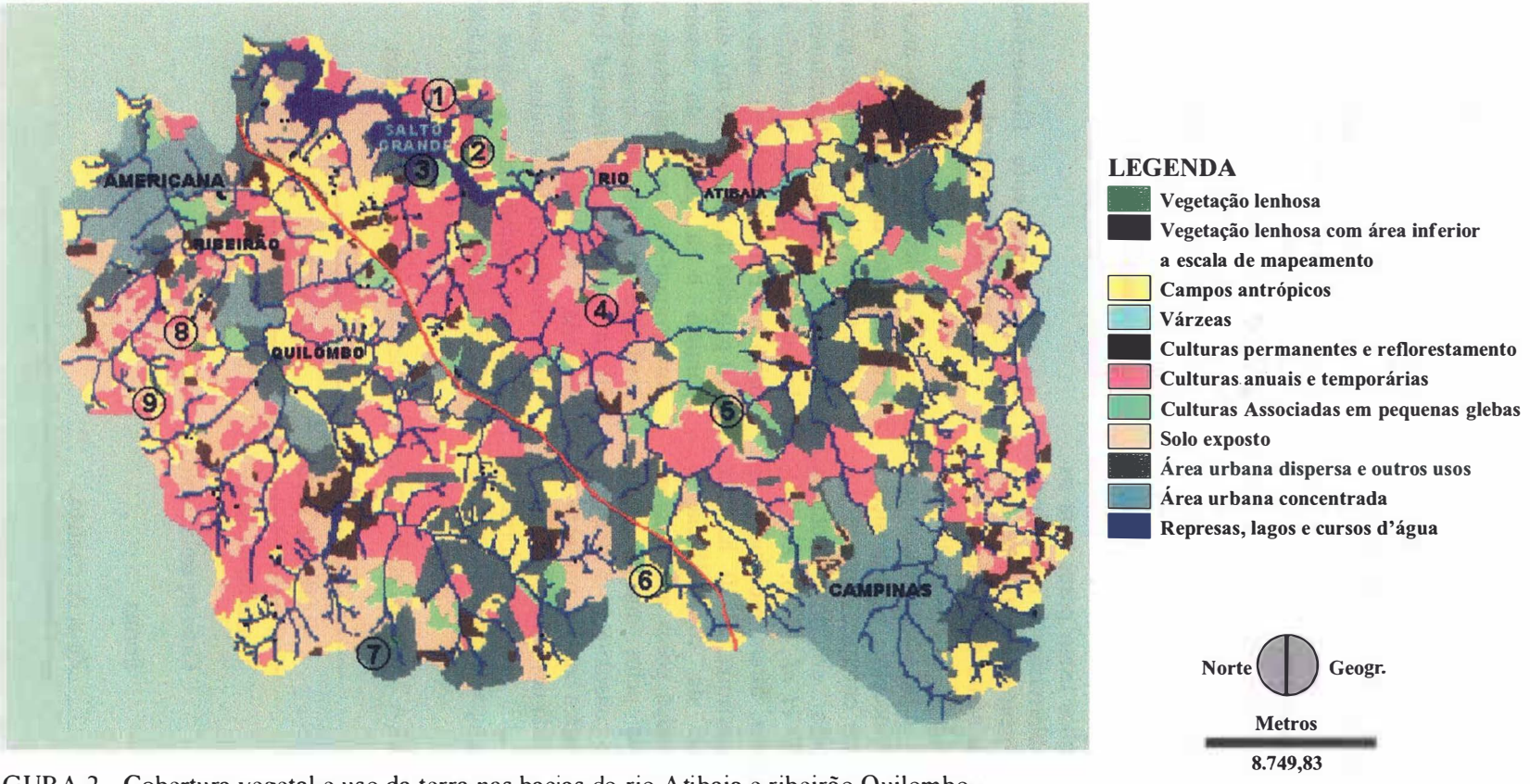


FIGURA 2 - Cobertura vegetal e uso da terra nas bacias do rio Atibaia e ribeirão Quilombo

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas bacias do rio Atibaia e ribeirão Quilombo há onze principais tipos de uso e ocupação da terra, cuja distribuição encontra-se na FIGURA 2. Por essa FIGURA, constata-se que ocorrem poucos fragmentos de vegetação natural maiores que 10 ha. A área somada de vegetação mapeada corresponde a 2,3% da superfície total. Apesar desse dado ser impreciso em virtude do tipo, resolução e escala de mapeamento realizado, ele pode ser reputado como expressão da condição real da região.

Das quatro áreas de mata de maior extensão, três pertencem à bacia do ribeirão Quilombo. Por outro lado, é aquela de maior complexidade de uso, devido a expansão urbana, vias de acesso, represamentos, desvios de cursos d'água e culturas periódicas. Na bacia do rio Atibaia são raros os fragmentos de mata, sendo que a maior parte, entre os existentes, encontra-se nas margens de cursos d'água, em diferentes estados de conservação. As observações de campo indicam que essa cobertura de borda não ultrapassa 50 m a 100 m de largura. Apesar de utilizar outros critérios de mapeamento, o material cartográfico desta região produzido pela Secretaria do Meio Ambiente (SÃO PAULO, 1989) evidencia as mesmas observações.

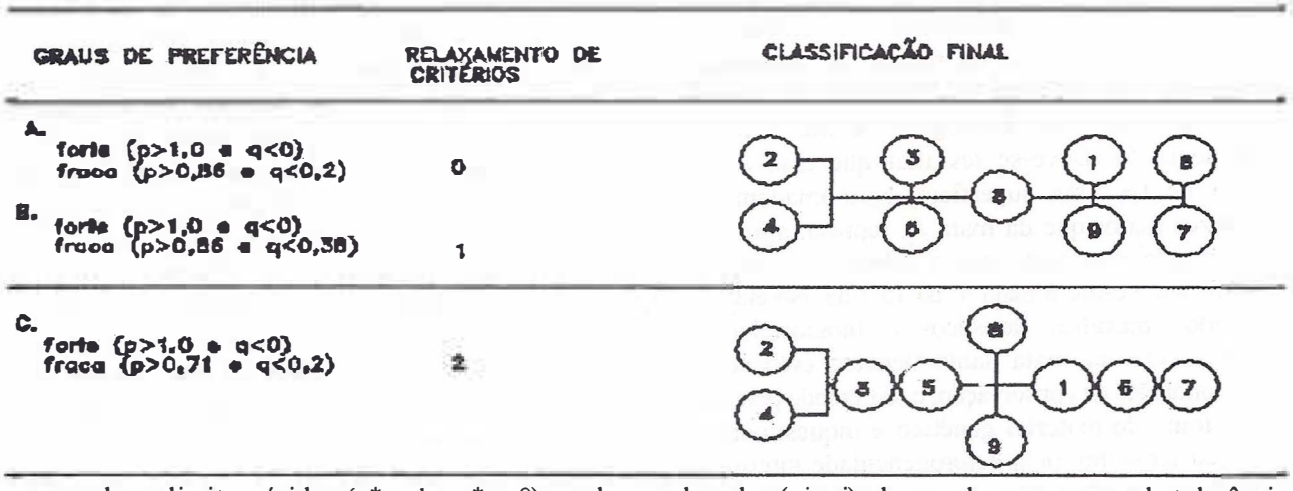
Nas duas bacias foram identificados nove fragmentos de mata maiores que 10 ha, cujos parâmetros descritores de unidades encontram-se na TABELA 3.

Desses dados foram obtidas as matrizes de concordância e discordância (Electre I e II), cujos produtos estão apresentados na FIGURA 3. A descrição dos indicadores da paisagem relacionados a esses remanescentes de matas encontra-se resumida na TABELA 4.

TABELA 3 - Parâmetros descritores de fragmentos de mata nas bacias do rio Atibaia e ribeirão Quilombo.

PARÂMETROS DESCRITORES	FRAGMENTOS DE MATA*								
	1**	2	3	4	5	6	7	8	9
Superfície (ha)	80,0	27,5	14,0	15,7	205,0	13,2	10,0	11,5	14,0
Grau de isolamento (%)	13,1	10,9	10,9	8,0	13,6	11,2	11,2	10,3	10,9
Forma***	2	5	5	5	3	2	2	2	2
Zona de contato****	1	2	1	1	2	1	1	1	1

(*) numerados na FIGURA 2; (**) em divisor de bacias hidrográficas; (***) cf. FIGURA 1; (****) abrupta - 1, gradativa - 2.



p e q: valores limites rígidos (p* = 1 e q* = 0) e valores relaxados (pi, qi), de acordo com o grau de tolerância que o tomador de decisão está disposto a aceitar, quando da comparação entre os critérios das 9 alternativas; p reflete o grau de satisfação desejada e q o grau de insatisfação tolerada, cuja combinação resulta nos graus de relaxamento dos critérios 0-2.

FIGURA 3 - Hierarquização dos 9 fragmentos de mata nas bacias do rio Atibaia e ribeirão Quilombo, conforme método Electre I e II.

TABELA 4 - Indicadores da paisagem e remanescentes de mata (maiores que 10 ha) nas bacias do rio Atibaia e ribeirão Quilombo.

	FRAGMENTOS DE MATA*								
INDICADORES	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tipo de relevo***	ca	ca	ca	cm	ca	ca	ca	ca	ca
Declividade***	b	b	b	m	b	b	b	b	b
Influência do curso de água***	-	+	+	-	+	+	+	+	+
Intervalo de altitudes (metros)	600-640	560-580	540-560	580-620	600-630	620-630	600-620	580-620	580-620
Solo predominante***	Li e PVA	TR	PV	PVA/ LVA	LR	LVA	LVA	LVA	TR/ LVE
Susceptibilidade à erosão***	forte/ moderada	ligeira	forte	moderada/ ligeira	ligeira	ligeira	ligeira	ligeira	ligeira
Formas de ocupação***	cn/np	cn/pa/np	np	cn	sj/cn/ ho/np	np	np	cn/pa	cn/pa
Proteção legal**	+	+	-	-	+	-	-	-	-

(*) Numeradas na FIGURA 2.

(**) +: área de preservação da Fazenda Saltinho (fragmentos 1, 2), conforme Portaria 51 de 14/07/60; ARIE da Mata Santa Genebra (fragmento 5), conforme Decreto 91.885 de 05/11/85;
-: não existe proteção legal específica ao fragmento.

(***) Nomenclaturas: ca (colinas amplas); cm (colinas médias); b (baixas declividades); m (médias declividades); - (não sofre influência de curso de água); + (sofre influência de curso de água); Li (litossolo); PVA (podzólico vermelho-amarelo); TR (terra roxa estruturada); PV (podzólico vermelho); LVA (latossolo vermelho-amarelo); LR (latossolo roxo); LVE (latossolo vermelho-escuro); cn (cana-de-açúcar); np (núcleo populacional); pa (pastagem); sj (soja); ho (horta).

Pelos dados apresentados, pode-se inferir que os remanescentes de mata com maior potencial de manutenção da diversidade e estabilidade encontram-se na borda da represa de Americana (fragmento 2), no fragmento 4 e na ARIE (Área de Relevante Interesse Ecológico) Santa Genebra (fragmento 5). Deve-se ressaltar que essa ARIE, apesar de ter uma superfície, aproximadamente, 7,5 vezes maior que da mata da represa, apresenta alto grau de isolamento, que a coloca numa posição inferior até mesmo à mata 4, de 15,7 ha. No entanto, os vários trabalhos florísticos e fitossociológicos desenvolvidos na mata Santa Genebra evidenciam boas condições de conservação, e seu grande potencial como fonte de material genético é inquestionável: pelo seu tamanho, pela heterogeneidade interna da área sobre a qual se situa e pelo mosaico de diferentes estádios de sucessão em que se encontram seus diversos trechos. Sob essa avaliação é um remanescente muito expressivo, mas "ilhado". De acordo com DURELL (1986), a maior incógnita é se uma reserva de mata nessas condições pode manter grande diversidade.

Os fragmentos 2 e 4, por sua vez, possuem áreas inferiores a 100 ha que, segundo essa mesma autora, são matas com grupos de espécies que tendem a desaparecer com maior rapidez. As visitas de campo nesses fragmentos mostraram ruptura do dossel, presença de espécies de estádios sucessionais iniciais a tardios ocorrentes em aberturas de clareiras e áreas alteradas.

Pela aplicação do Electre I e II, o fragmento 1 aparece na extremidade hierárquica inferior, mesmo relaxando-se um ou dois critérios adotados (FIGURA 3). No entanto, esta informação deve ser vista com cautela, pois sua localização circunvizinha a um trecho do divisor de água da bacia resulta no efeito de borda, interferindo na entrada de dados como grau de isolamento e superfície. Sem dúvida, se considerada uma área de estudo de maior abrangência, esse fragmento passaria a ter uma posição hierárquica superior e, então, uma importância maior como área potencial de reserva de recursos.

Entre os indicadores da paisagem, o tipo de solo e a susceptibilidade à erosão foram os parâmetros mais adequados para diferenciar e qualificar as unidades. Em relação a estes parâmetros, indicam-se à conservação "in situ" os fragmentos 1 e 3, em função da susceptibilidade do terreno, e 2 e 5 por estarem sobre solos férteis e em áreas que evidenciam uma tendência à ocupação por culturas cíclicas e urbanização.

É difícil avaliar-se o reflexo das formas de pressão sobre a integridade dos sistemas naturais. No entanto, sabe-se que, de forma geral, os sistemas de interface única são mais fáceis de controlar, monitorar e garantir a conservação "in situ". Sob esse prisma, o remanescente 2 (Mata da Represa) merece mais atenção, enquanto a ARIE Santa Genebra, apesar das interfaces, tem um sistema legal e técnico mais eficaz de proteção.

Embora o fragmento de mata 2 seja sempre apontado em primeiro lugar na hierarquização prevista pelo método Electre, independentemente do relaxamento dos critérios, de acordo com o levantamento bibliográfico realizado, nenhum estudo sobre sua cobertura vegetal foi elaborado. Por essa razão, procedeu-se ao levantamento fitossociológico preliminar, que pudesse evidenciar o potencial florístico e suas características estruturais. A TABELA 5 mostra os parâmetros fitossociológicos obtidos para diferentes espécies identificadas nessa mata, ordenados conforme o valor de importância (VI).

TABELA 5 - Espécies amostradas no fragmento de mata 2 e seus parâmetros fitossociológicos.

ESPÉCIE	FAMÍLIA	Ni	FR	DOR	DR	VI
Copaifera langsdorffii	Caesalpinoideae	31	7,93	19,24	16,48	43,65
Guapira opposita	Nyctaginaceae	10	4,76	3,32	5,31	13,29
Eugenia gardneriana	Myrtaceae	8	4,76	3,90	4,25	12,91
Casearia sylvestris	Flacourtiaceae	8	5,55	1,90	4,25	11,70
Eugenia moraviana	Myrtaceae	5	3,17	4,95	2,65	10,77
Andira fraxinifolia	Leguminosae	7	3,96	2,29	3,72	9,97
Arecastrum romanzoffianum	Palmae	6	2,38	4,36	3,19	9,93
Croton floribundus	Euphorbiaceae	6	2,38	2,71	3,19	8,28
Rapanea umbelatta	Myrsinaceae	5	3,96	1,06	2,65	7,67
Machaerium brasiliensis	Faboideae	5	2,38	1,91	2,65	6,94
Inga striata	Mimosoideae	3	0,79	4,53	1,59	6,91
Campomanesia guaviroba	Myrtaceae	4	2,38	2,39	2,12	6,89
Piptadenia gonoacantha	Mimosoideae	2	1,58	3,88	1,06	6,52
Cabralea canjerana	Meliaceae	3	1,58	3,38	1,59	6,45
Myrciaria ciliolata	Myrtaceae	4	3,17	1,02	2,12	6,31
Picramnia parvifolia	Simaroubaceae	0	1,50	3,12	1,59	6,29
Machaerium stipitatum	Faboideae	5	1,58	1,62	2,65	5,85
Cedrela fissilis	Meliaceae	3	1,58	1,92	1,59	5,09
Terminalia glabrescens	Combretaceae	1	0,79	3,46	0,53	4,78
Sebastiania serrata	Euphorbiaceae	4	1,58	0,95	2,13	4,65
Callisthene fasciculata	Vochysiaceae	3	1,58	0,83	1,59	4,00
Aspidosperma polyneuron	Apocynaceae	2	1,58	1,25	1,06	3,89
Gochnatia polymorpha	Compositae	2	1,58	1,07	1,06	3,71
Guatteria nigrescens	Annonaceae	2	1,58	1,05	1,06	3,69
Ocotea corymbosa	Lauraceae	2	1,58	1,03	1,06	3,67
Eugenia aff. egensis	Myrtaceae	3	1,58	0,36	1,59	3,53
Eugenia uniflora	Myrtaceae	3	0,79	0,48	1,59	2,86
Anadenanthera macrocarpa	Leguminosae	1	0,79	1,52	0,53	2,84
Myrcia rostrata	Myrtaceae	2	0,79	0,96	1,06	2,81
Diatenopterix sorbifolia	Sapindaceae	2	0,79	0,51	1,06	2,36

continua

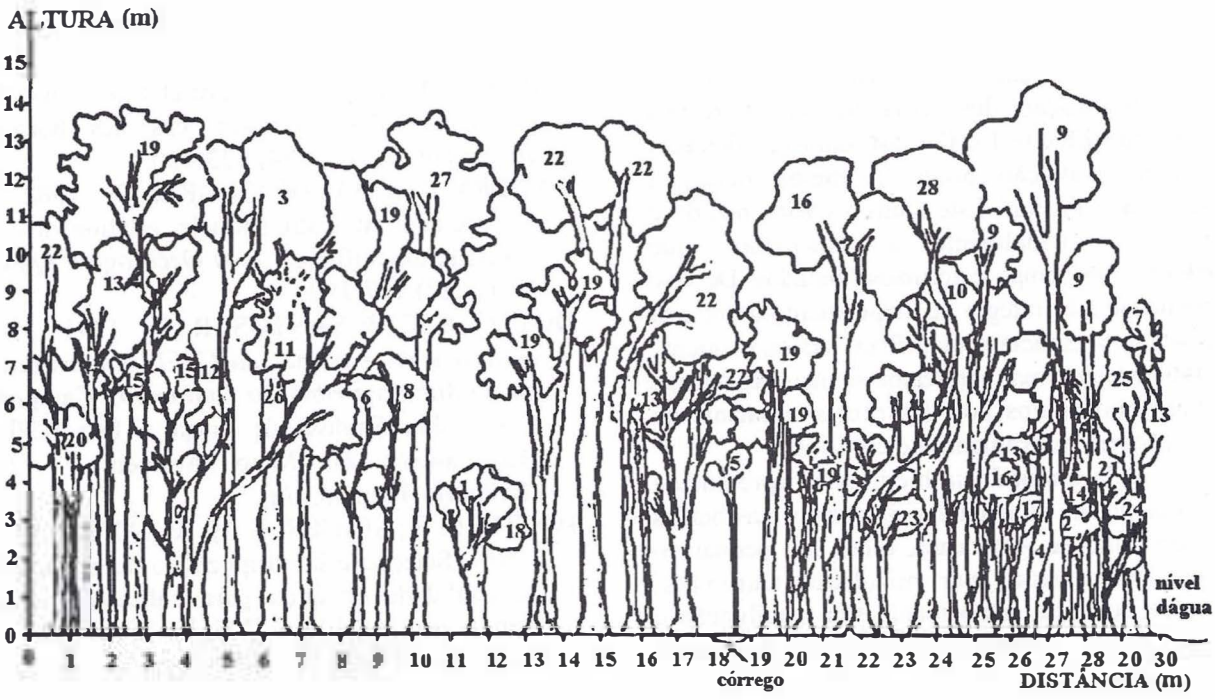
continuação - TABELA 5

ESPÉCIE	FAMÍLIA	Ni	FR	DOR	DR	VI
Chrysophyllum gonocarpum	Sapotaceae	2	0,79	0,36	1,06	2,21
Ocotea velloziana	Lauraceae	2	0,79	0,31	1,06	2,16
Aspidosperma cylindrocarpum	Apocynaceae	1	0,79	0,80	0,53	2,12
Machaerium angustifolium	Faboideae	1	0,79	0,80	0,53	2,12
Ocotea odorifera	Lauraceae	1	0,79	0,80	0,53	2,12
Jacaratia spinosa	Caricaceae	1	0,79	0,72	0,53	2,04
Campomanesia xanthocarpa	Myrtaceae	1	0,79	0,71	0,53	2,03
Erythrina crista-galli	Faboideae	1	0,79	0,66	0,53	1,98
Trichilia claussenii	Meliaceae	1	0,79	0,61	0,53	1,93
Siparuna guianensis	Monimiaceae	1	0,79	0,60	0,53	1,92
Aspidosperma macrocarpum	Apocynaceae	1	0,79	0,43	0,53	1,73
Psidium guajava	Myrtaceae	1	0,79	0,40	0,53	1,72
Sorocea bonplandii	Moraceae	1	0,79	0,40	0,53	1,72
Cascaria decandra	Flacourtiaceae	1	0,79	0,39	0,53	1,71
Alchornea glandulosa	Euphorbiaceae	1	0,79	0,35	0,53	1,67
Dalbergia frutescens	Faboideae	1	0,79	0,35	0,53	1,67
Gomidesia sellowiana	Myrtaceae	1	0,79	0,29	0,53	1,61
Eugenia sulcata	Myrtaceae	1	0,79	0,28	0,53	1,60
Aegyphylla sellowiana	Verbenaceae	1	0,79	0,26	0,53	1,58
Matayba elaeagnoides	Sapindaceae	1	0,79	0,21	0,53	1,53
Zanthoxylum rhoifolium	Rutaceae	1	0,79	0,21	0,53	1,53
Lacistema lasslerianum	Flacourtiaceae	1	0,79	0,19	0,53	1,51
Schinus theribintifolius	Anacardiaceae	1	0,79	0,19	0,53	1,51
Diclidanthera laurifolia	Polygalaceae	1	0,79	0,16	0,53	1,40
Inga marginata	Mimosideae	1	0,79	0,16	0,53	1,48
Celtis iguanae	Ulmaceae	1	0,79	0,11	0,53	1,43
Esenbeckia febrifuga	Rutaceae	1	0,79	0,10	0,53	1,42
Solanum swartzianum	Solanaceae	1	0,79	0,10	0,53	1,42
Eugenia marginata	Myrtaceae	1	0,79	0,09	0,53	1,41
Eugenia punicifolia	Myrtaceae	1	0,79	0,09	0,53	1,41
Lonchocarpus subglaucescens	Faboideae	1	0,79	0,09	0,53	1,41
Senna macranthera	Leguminosae	1	0,79	0,09	0,53	1,41
Siphoneugenia densiflora	Myrtaceae	1	0,79	0,09	0,53	1,41

Ni: número de indivíduos; FR: freqüência relativa; DOR: dominância relativa; DR: densidade relativa; VI: valor de importância.

Amostraram-se 188 indivíduos, de 63 espécies e 29 famílias. A maioria das espécies apresentou até 2 indivíduos (87,2%). *Copaifera langsdorffii* é a espécie melhor representada, com 16,5% do total dos indivíduos e 43,6% do valor de importância. É também a espécie com maior freqüência e dominância relativas. *Casearia sylvestris*, com 8 indivíduos, tem a distribuição mais ampla, mas menor dominância relativa, quando comparada com as espécies com números superiores de valor de importância. *Inga striata*, *Piptadenia gonoacantha* e *Terminalia glabescens* foram as espécies que apresentaram, em média, indivíduos com maiores biomassas, sendo *T. glabescens* representada por um único indivíduo.

Deve-se atentar que as cinco primeiras espécies em valor de importância somam 92,35% de VI total. Essa área apresenta grande concentração de indivíduos do sub-bosque, entre 2 m e 7 m e o dossel entre 10 m e 12 m (FIGURAS 4 e 5). O levantamento fitossociológico evidencia que este fragmento foi devidamente hierarquizado pelos descritores espaciais e método Electre, uma vez que os dados denotam riqueza, diversidade e percentual significativo de espécies clímax.



1. *Allophyllus edulis*
2. *Arecastrum romanzoffianum*
3. *Cabralea canjerana*
4. *Campomanesia guaviroba*
5. *Casearia decandra*
6. *Casearia obligua*
7. *Cecropia pachystachia*
8. *Citronella megaphylla*
9. *Croton floribundus*
10. *Croton urucurana*
11. *Dendropanax cuneatum*
12. *Gochnatia polymorpha*
13. *Guarea macrophylla*
14. *Hybanthus atropurpureus*
15. *Inga marginata*
16. *Luehea divaricata*
17. *Matayba guianensis*
18. *Myrcia multiflora*
19. *Piptadenia gonoacantha*
20. *Psidium guajava*
21. *Psychotria carthaginensis*
22. *Rapanea umbellata*
23. *Rhamnidium elaeocarpum*
24. *Sebastiania serrata*
25. *Trichilia clausseni*
26. *Trichilia elegans*
27. *Zanthoxylum rhoifolium*

FIGURA 4 - Perfil do fragmento de mata 2 na bacia do rio Atibaia.

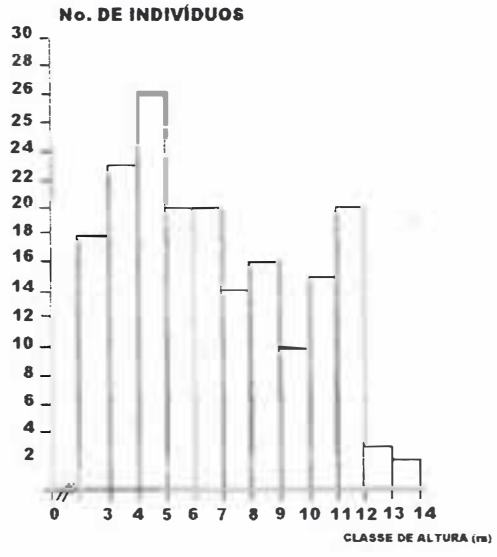


FIGURA 5 - Distribuição das classes de altura no fragmento de mata 2 na bacia do rio Atibaia.

4 CONCLUSÕES

A utilização dos descritores de unidades e a hierarquização dos remanescentes florestais pelo método Electre I e II mostraram-se eficientes para uma avaliação prévia e rápida ligada à conservação "in situ". Este é um resultado que deve interessar, principalmente, a planejadores que trabalham com tempo e recursos limitados. Deve-se ressaltar que a estratégia de mapeamento associada a descritores espaciais qualificou adequadamente os remanescentes, mas apresentou-se mais dependente dos pesos atribuídos aos descritores espaciais do que ao próprio relaxamento de critérios.

Pela importância hierárquica apresentada pelos fragmentos de mata 2 e 3, situados nas bordas do reservatório de Americana, e que são permanentemente pressionados por atividades antrópicas, sugere-se que seja estabelecida sua reabilitação e enriquecimento, baseados nos próprios padrões de 2, e tenham ampliação de áreas, incluindo faixa de amortização adequada. Essas providências deverão estar associadas à medidas de proteção e controle mais eficazes.

Este trabalho apresenta um ponto de debate sobre a questão dos sistemas ilhados, como a mata Santa Genebra, e defende a manutenção de pequenas reservas de mata (como entre os fragmentos 2 e 5), estabelecendo um corredor entre elas, para assim minimizar efeitos danosos a áreas de diferentes tamanhos. É provável que a associação entre a manutenção de corredores/pontes e das reservas de alta diversidade nessa região de estudo, poderá proteger seus recursos bióticos potenciais. Seriam esses fragmentos, então, apontados na escala hierárquica superior do método aplicado, as áreas mais indicadas para conservação "in situ".

Ressalva-se que o método de análise espacial aqui proposto se destina a seleções prévias e indicação dos fragmentos mais sensíveis à preservação e/ou fonte de recursos bióticos, mas propostas de proteção legal, no entanto, carecem de estudos mais pormenorizados, de forma a indicar as características e funções dos sistemas naturais apontados neste estudo.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho teve a colaboração da FAPESP (bolsa de pós-doutoramento), do núcleo CEPAGRI (UNICAMP), do CPLA (SEMA) (empréstimo das imagens de satélite), de Jean Paul W. Metzger e Rubens Lamparelli. A todos, agradecemos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAUDRY, J. 1988. Structure et fonctionnement écologique des paysages: cas des bocages. *Bull. Ecol.*, Paris, *19*(4):523-530.

BAUDRY, J. & BAUDRY-BUREL, F. 1982. La mesure de la diversité spatiale: relations avec la diversité spécifique. *Acta Oecologica Applic.*, Paris, *3*(2):177-190.

DOTTO, S. E. & SANTOS, R. F. 1991. *Agricultura e reservatórios da CPFL nas sub-bacias do rio Atibaia e ribeirão Quilombo*. Campinas, Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL), Departamento de Meio Ambiente. 26p. (Relatório Técnico, s/n)

DOTTO, S. E.; SINGER, E. M. & SANTOS, R. F. 1996. Seleção e hierarquização de parâmetros de qualidade de água para culturas irrigadas com o uso do ELECTRE I e ELECTRE II. *Bragantia*, Campinas, *55*(1):185-192.

DUCKSTEIN, L. & GERSHON, M. 1983. Multicriterion analysis of a vegetation management problem using Electre II. *Applied Mathematical Modelling*, New York, *7*(4):254-261.

DURELL, L. 1986. *Gaia: el futuro del Arca – Atlas del Conservacionismo en Acción*. Madrid, H. Blume. 224p.

FARIAS, A. C. (ed.) 1986. *Guia para la elaboración de estudios del meio físico: contenido y metodologia*. Valencia, Ministério de Obras Públicas e Urbanismo, Universidade de Valencia, CEOTMA. 580p.

FORMAN, R. & GORDON, M. 1981. Patches and structural components for a landscape ecology. *Bioscience J.*, Darmstadt, *31*(10):733-740.

GONÇALVES, W. 1994. *Padrões de assentamento de áreas verdes municipais: uma visão crítica*. São Paulo, Universidade de São Paulo, Faculdade de Agricultura e Urbanismo. 116p. (Tese de Doutorado)

HARRIS, V. 1992. *Análise multicriterial na determinação de sítios potenciais para aproveitamentos hidrelétricos reversíveis*. Campinas, Universidade Estadual de Campinas, Faculdade Engenharia Civil. 185p. (Dissertação de Mestrado)

_____.; SANTOS, R. F. & SINGER, E. M. 1992. Impacto ambiental na fase de pré-inventário. II. Comparação de alternativas. In: SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, Lisboa, mar. 11-14, 1992. *Anais...* Lisboa, VSILUBESA. p. 23-31.

LUGO, J. 1988. Dynamique spatio-temporalle des peuplements d'oiseaux en rapport avec le morcellement du paysage forestier dans la mouenne vallée de la garonne. *Bull. Ecol.*, Paris, *19*(4):567-568.

MUELLER-DOMBOIS, D. & ELLENBERG, H. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology.* New York, J. Wiley. 547p.

OGLE, C. C. 1981. The ranking of wildfire habitats. *New Zealand Journal of Ecology*, Christchurch, *4*:115-123.

OLIVEIRA, J. B.; MENCK, J. R. F. & ROTTA, C. L. 1992. *Levantamento pedológico semi-detalhado do Estado de São Paulo: Quadrícula de Campinas*. Rio de Janeiro, IBGE. Mapas E:1:100.000. 172p. (Recursos Naturais do Meio Ambiente, 6)

RIO DE JANEIRO. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1969-1974. *Cartas topográficas: Campinas (Folha SF-23-Y-A-V-4/74), Americana (Folha SF-23-Y-A-V-3/70), Limeira (Folha SF-23-Y-A-V-1/69), Cosmópolis (Folha SF-23-Y-A-V-2/74)*. Rio de Janeiro. E:1:50.000.

SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente. Departamento Estadual de Proteção dos Recursos Naturais. 1989. *Mapeamento da vegetação do Estado de São Paulo*. E: 1:50.000. (Folhas 282, 283, 254, 306)

_____. Secretaria do Meio Ambiente. Coordenadoria de Planejamento Ambiental. 1990. *Bacia do rio Piracicaba: diretrizes de planejamento*. São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente, Coordenadoria de Planejamento Ambiental. 71p. (Publicação SEMA)

_____. Secretaria do Meio Ambiente. Coordenadoria de Informações Técnicas, Documentação e Pesquisa Ambiental. Instituto Geológico. 1993. *Mapa geomorfológico do município de Campinas*. São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente, Coordenadoria de Informações Técnicas Documentação e Pesquisa Ambiental, Instituto Geológico. E:1:50.000. (cópia heliográfica)

SPELLERBERG, I. F. 1992. *Evaluation and assessment for conservation - ecological guidelines for determining priorities for nature conservation*. London, Chapman & Hall. 260p.

TANS, W. 1974. Priority ranking of biotic natural areas. *Michigan Botanist*, Michigan, *13*:31-39.

WITTIG, R. & SCHREIBER, K. F. 1983. A quick method for assessing the importance of open spaces in towns for urban nature conservation. *Biological Conservation*, Oxford, *26*:57-64.

ZUFFO, A. C. 1998. *Seleção e aplicação de métodos multicriteriais aplicados ao planejamento ambiental de recursos hídricos*. São Carlos, Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos. 301p. (Tese de Doutorado)

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

1 REVISTA DO INSTITUTO FLORESTAL (*Rev. Inst. Flor.*)

Publicação semestral do Instituto Florestal, destinada à veiculação de artigos técnico-científicos, notas científicas e revisões bibliográficas em ciências florestais e afins.

1.1 Encaminhamento e Apresentação do Original

Os trabalhos deverão ser encaminhados ao Diretor Geral do Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970 - São Paulo - SP - Brasil, em 4 (quatro) vias (1 original e 3 cópias), respeitando-se as margens superior e inferior de 20 mm x 20 mm e as margens laterais esquerda de 30 mm e direita de 20 mm.

Serão analisados pela **Comissão Editorial** e, após a análise, encaminhados ao(s) autor(es) para atendimento das sugestões apresentadas. Procedidas as modificações sugeridas, o(s) autor(es) deverá(ão) enviar 2 (duas) vias (1 original e 1 cópia) da versão final do artigo, acompanhadas do disquete correspondente (disquete de 3 ½'') digitado no aplicativo "Word for Windows", fonte: **Times New Roman tamanho 11**, em espaço duplo, respeitando-se as margens anteriormente citadas.

Deverão obedecer a seguinte ordem: **TÍTULO** do trabalho em caixa alta, seguido do título na língua do **"ABSTRACT"**; nome(s) do(s) **AUTOR(ES)** logo abaixo do lado direito, digitado(s) em ordem direta, prenome e sobrenome sendo o último em caixa alta. A filiação do(s) autor(es) e endereço(s) deverá(ão) constar em nota de rodapé, indicada(s) por asterisco(s) ou número(s). **RESUMO** e **"ABSTRACT"** seguidos de **PALAVRAS-CHAVE** e **"KEY WORDS"**; **INTRODUÇÃO**; **REVISÃO BIBLIOGRÁFICA** (que dependendo do(s) autor(es) pode ser incluída na **INTRODUÇÃO**); **MATERIAL(AIS) E MÉTODO(S)**; **RESULTADO(S)**; **DISCUSSÃO**; **CONCLUSÃO(ÕES)**; **AGRADECIMENTO** (se houver) e **REFERÊNCIA(S) BIBLIOGRÁFICA(S)**.

1.2 Ilustrações

São consideradas ilustrações as **FIGURAS** e **TABELAS**. Deverão ser citadas no texto e colocadas o mais próximo possível deste.

1.2.1 As **FIGURAS** (mapas, gráficos, fotos, desenhos), deverão ser numeradas contínua e seqüencialmente com algarismos arábicos e título auto-explicatico abaixo, o original das figuras deverá ser confeccionado em papel vegetal, a nanquim. O uso de escala é obrigatório, e constará juntamente com a legenda (se houver), na própria figura. As normografias e as legendas deverão ser feitas com letras finas, em negrito. As fotos deverão ser, preferencialmente, em preto e branco de boa qualidade, acompanhadas dos negativos.

1.2.2 As **TABELAS** deverão ser numeradas consecutivamente com algarismos arábicos, encabeçadas e citadas como **TABELAS** com título auto-explicativo sendo a numeração distinta daquelas das figuras. As linhas horizontais só aparecerão separando o título do conteúdo e no final da mesma; evitar tabelas muito extensas.

1.2.3 O tamanho máximo das ilustrações será de **215 mm x 170 mm**, incluindo o título e a fonte (se houver). Caso seja necessário reduzir o original, calcular a redução de acordo com o tamanho da página impressa para que não haja perda na nitidez.

1.3 Citação de Literatura no Texto

Deverá ser feita na forma de **AUTOR** em caixa alta e **ANO** entre parênteses. Quando houver mais de dois autores usar *et al.*

1.4 Referência Bibliográfica

Deverá ser dada sem numeração, em ordem alfabética do sobrenome. Quando houver vários artigos do(s) mesmo(s) autor(s), obedecer a ordem cronológica crescente, e quando houver vários artigos no mesmo ano, indicar: 1988a, 1988b, etc.

2 INFORMAÇÕES ESPECÍFICAS

Para maiores esclarecimentos sobre a organização dos trabalhos especialmente quanto à maneira de colocação de títulos e sub-títulos, subdivisão do texto, organização de tabelas e figuras, consultar o número mais recente da revista. Os casos omissos serão resolvidos pela **COMISSÃO EDITORIAL**.

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

1 REVISTA DO INSTITUTO FLORESTAL (*Rev. Inst. Flor.*)

Issued bi-annually by "Instituto Florestal" for the publication of original research papers, research notes and literature reviews in branches of forestry sciences.

1.1 Submission of Articles

The articles submitted for publication should be addressed to the "Diretor Geral do Instituto Florestal. Caixa Postal 1322 - 01059-970 - São Paulo - SP - Brasil", presented in 4 (four) copies (1 original and 3 copies), as matter of margin 20 mm on the top and bottom, 30 mm on the left side and 20 mm on the right side of each page

The **Editorial Board** will elaborate an analysis of the papers; after this analysis the papers will be send back to the author(s) in order to consider the recommendation presented. After considering the recommendation, the author(s) should send 2 (two) copies (1 original and 1 copy) presenting the final version of the article along with the corresponding diskette (diskette 3 ½''). The author(s) should use "Word for Windows", font: **Times New Roman size 11**, double spacing leaving, and as matter of margin the above mentioned should be used.

The parts of the articles should be presented in the following order: **TITLE** (in capitals), followed by the title translated into the language of the **ABSTRACT**; name(s) of the author(s) at the right side of the sheet, immediately under the title, name followed by the surname (the last one written in capitals). The author's affiliation and address(es) should be written as footnotes indicated by asterisks or numbers. **"RESUMO"** and **ABSTRACT** followed by **"PALAVRAS-CHAVE"** and **KEY WORDS**; **INTRODUCTION**; **LITERATURE REVIEW** (depending on the author(s) this part may be included in the Introduction); **MATERIAL(S) AND METIIOD(S)**; **RESULT(S)**; **DISCUSSION**; **CONCLUSION(S)**; **ACKNOWLEDGEMENT** (if any) and **BIBLIOGRAPHY**.

1.2 Illustrations

FIGURES and **TABLES** are considered illustrations. They should be inserted close to their references in the text.

1.2.1 The **FIGURES** (maps, graphs, photos, drawings) should be sequentially numbered with arabic numerals; below each figure should appear a self-explaining caption. The original figures should be drawn in china ink on drawing paper. The use of the scale and legend (if any) in the figure is compulsory. All the drawings must be printed in bold face. The photos should be preferable in black and white with pronounced contrast, and attached with the negatives.

1.2.2 The **TABLES** should be consecutively numbered with arabic numerals and above each one should appear a self-explaining caption. Horizontal lines must be used to separate the caption from the table's body and finish it. The table(s) should be compact.

1.2.3 The maximum size of each illustration should be **215 nun x 170 mm**, including the caption and source (if any). If reduction is necessary, care should be taken in order to keep clearness.

1.3 Literature Citation in the Text

Should be made by means of **AUTIIOR'S SURNAME** in capitals followed by the **YEAR** of publication inserted in parentheses. In case of more than two authors *et al.* should be used.

1.4 Bibliography

Should be done in alphabetical order of the author's surname and without numeration. In case of more than one paper of the same author(s), the chronological order must be followed and more than one paper in the same year must be indicated by 1988a, 1988b and so on.

2 SPECIAL INFORMATION

For more detailed instructions concerning the lay out of the paper, specially on the manner of setting out titles and subtitles, sub-division of the text and arrangement of tables and figures, consult the most recent issue of this paper. Omitted cases will be solved by the **EDITORIAL BOARD**.

Secretaria do Meio Ambiente

GOVERNO DO ESTADO
DE SÃO PAULO