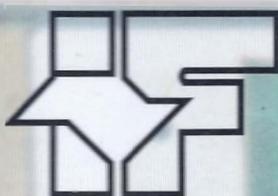




SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE  
COORDENADORIA DE INFORMAÇÕES TÉCNICAS, DOCUMENTAÇÃO E PESQUISA AMBIENTAL  
INSTITUTO FLORESTAL



# REVISTA DO INSTITUTO FLORESTAL

**GOVERNADOR DO ESTADO**

Geraldo Alckmin

**SECRETÁRIO DO MEIO AMBIENTE**

José Ricardo Alvarenga Trípoli

**COORDENADOR DE INFORMAÇÕES TÉCNICAS, DOCUMENTAÇÃO E PESQUISA AMBIENTAL**

Luiz Mauro Barbosa

**DIRETOR GERAL**

Luiz Alberto Bucci

**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 Florsheim

Yara Cristina Marcondes

Maria Isabel Vallilo

Reinaldo Cardinali Romanelli

Waldir Joel de Andrade

Ivan Suarez da Mota

Marilda Rapp de Eston

**PUBLICAÇÃO IRREGULAR/IRREGULAR PUBLICATION**

**SOLICITA-SE PERMUTA**

**EXCHANGE DESIRED**

**ON DEMANDE L'ÉCHANGE**

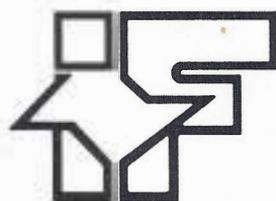
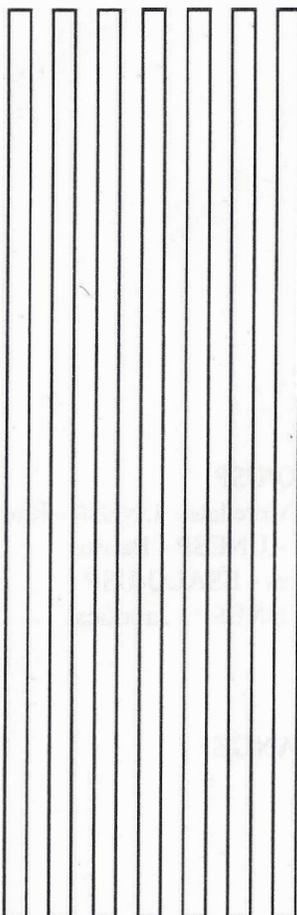
Biblioteca do  
Instituto Florestal  
Caixa Postal 1.322  
01059-970 São Paulo, SP  
Brasil  
Fone: (011) 6231-8555  
Fax: (011) 6232-5767  
nuinfo@iflorestsp.br



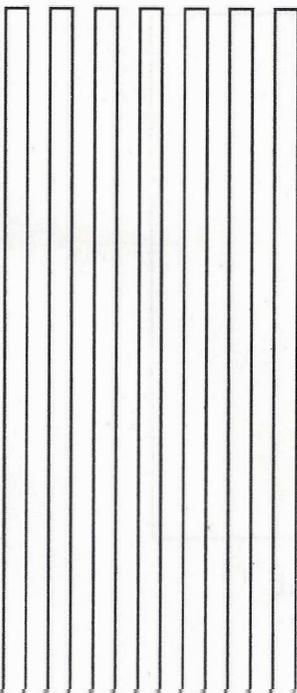
**SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE**

**COORDENADORIA DE INFORMAÇÕES TÉCNICAS, DOCUMENTAÇÃO E PESQUISA AMBIENTAL**

**INSTITUTO FLORESTAL**



# **REVISTA DO INSTITUTO FLORESTAL**



<b>Rev. Inst. Flor.</b>	<b>São Paulo</b>	<b>v. 13</b>	<b>n. 1</b>	<b>p. 1 - 97</b>	<b>jun. 2001</b>
-------------------------	------------------	--------------	-------------	------------------	------------------

**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  
Ivan Suarez da Mota  
Marilda Rapp de Eston

**APOIO/SUPPORT**

Carlos Eduardo Spósito (Revisão)  
Carlos José de Araújo (Gráfica)

**CONSULTORES EXTERNOS DESTA EDIÇÃO:**

Abílio Garcia Santos Filho - UNESP - Bauru  
Antônio Aparecido Carpanezi - EMBRAPA - Colombo  
Carlos Alberto Vettorazzi - ESALQ/USP  
Edson Seizo Mori - UNESP - Botucatu  
Elaine Bahia Wudke - Instituto Agrônômico  
Elizabeth Ann Veasey - ESALQ/USP

Gerhard Bandel - ESALQ/USP  
Leonor Patrícia Cerdeira Morellato - UNESP - Rio Claro  
Marcos Roberto Bórmio - UNESP - Bauru  
Ricardo Ribeiro Rodrigues - ESALQ/USP  
Sérgio Valiengo Valeri - UNESP - Jabotical

**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  
nuinfo@iflorestsp.br

**PUBLICAÇÃO IRREGULAR/IRREGULAR PUBLICATION****REVISTA DO INSTITUTO FLORESTAL**

São Paulo, Instituto Florestal.

1989, 1(1-2)	1999, 11(1-2)
1990, 2(1-2)	2000, 12(1-2)
1991, 3(1-2)	2001, 13(1-
1992, 4	
1993, 5(1-2)	
1994, 6	
1995, 7(1-2)	
1996, 8(1-2)	
1997, 9(1-2)	
1998, 10(1-2)	

COMPOSTO E IMPRESSO NO INSTITUTO FLORESTAL

junho, 2001

## SUMÁRIO/CONTENTS

	p.
Flora fanerogâmica de um trecho da Floresta Densa Secundária no Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo Cunha/Indaiá (SP). Floristic survey of shrubs and trees in Secondary Atlantic Forest at the Serra do Mar State Park - (SP) - Brazil. Osny Tadeu de AGUIAR; João Aurélio PASTORE; Finê Thomaz ROCHA & João Batista BAITELLO .....	1-18
Sistema de reprodução em populações de <i>Esenbeckia leiocarpa</i> Engl. Mating system in populations of <i>Esenbeckia leiocarpa</i> Engl. Carlos Eduardo Sicoli SEOANE; Alexandre Magno SEBBENN & Paulo Yoshio KAGEYAMA .....	19-26
Plantio de espécies nativas consorciadas com leguminosas em solo de cerrado. Plantation of native species associated with leguminous on the soil of "cerrado". Demétrio Vasco de TOLEDO FILHO & José Eduardo de Arruda BERTONI .....	27-36
Fotointerpretação de amostras circulares no estudo da distribuição dos solos da bacia hidrográfica do Guaratuba, SP-Brasil. Circular samples photointerpretation at soil distribution study in Guaratuba watershed, São Paulo - Brazil. Marcio ROSSI & José Pereira de QUEIROZ NETO .....	37-60
Depressão por endogamia em populações de jequitibá-rosa. Inbreeding depression in populations of jequitibá-rosa. Alexandre Magno SEBBENN; Alexandre Siqueira Guedes COELHO; Paulo Yoshio KAGEYAMA & Antonio Carlos Scatena ZANATTO .....	61-81
Acidentes graves no trabalho rural entre 1994 e 1997 na região centro-sul do Estado de São Paulo, Brasil. Serious accidents on rural work from 1994 to 1997 in southmiddle São Paulo State, Brazil. Jair Rosas da SILVA; Victório FURLANI NETO; Ney Barros de Avelino SIDOU; Eduardo Trevisan GONÇALVES & Christian BACCI .....	83-97



# FLORA FANEROGÂMICA DE UM TRECHO DA FLORESTA Densa SECUNDÁRIA NO PARQUE ESTADUAL DA SERRA DO MAR - NÚCLEO CUNHA/INDAIÁ - CUNHA (SP)\*

Osny Tadeu de AGUIAR\*\*

João Aurélio PASTORE\*\*

Finê Thomaz ROCHA\*\*

João Batista BAITELLO\*\*

## RESUMO

Efetou-se o levantamento florístico das espécies arbustivas e arbóreas, de um trecho de vegetação secundária da Floresta Ombrófila Densa do Parque Estadual da Serra do Mar - município de Cunha - SP (23°14'lat.S e 45°03'long.W). Este Parque apresenta exaustivos estudos hidrológicos, climatológicos e pedológicos, que no futuro serão correlacionados à cobertura vegetal. A área estudada, preservada há pelo menos 45 anos, foi anteriormente utilizada para agricultura de subsistência e extrativismo seletivo de madeira e, segundo moradores da região, alguns pontos foram atingidos por incêndios. Foram encontradas 168 espécies, 89 gêneros e 47 famílias em uma área de aproximadamente 56 ha, percorridos no período 1992 - 1995. Nos estádios iniciais da sucessão predominam as famílias Melastomataceae, Solanaceae, Asteraceae, Euphorbiaceae, Mimosaceae e Myrsinaceae. Lauraceae, Myrtaceae, Celastraceae e Rubiaceae predominam nos estádios posteriores. A família com maior número de espécies, Lauraceae (22), foi detectada também em todos os levantamentos da vegetação arbórea efetuados no contexto da Mata Atlântica brasileira. As outras famílias que mais se destacaram em número de espécies foram: Melastomataceae (16), Myrtaceae (15), Solanaceae (13) e Asteraceae (11), que representam 45,83% das espécies detectadas. A presença na área de grande número de espécies com síndrome de dispersão zoocórica foi importante na sua dinâmica sucessional. As espécies *Guapira opposita* e *Tapirira guianensis*, estão entre as mais frequentes, pois foram identificadas em cerca de 52% das 64 áreas consideradas da Mata Atlântica brasileira.

Palavras-chave: composição florística; Mata Atlântica; Cunha (SP); Floresta Ombrófila Densa.

## ABSTRACT

A floristic survey of shrubs and trees was carried out in a fragment of Secondary Atlantic Forest located at the Serra do Mar State Park - municipal district of Cunha (23°14'lat.S and 45°03'long.W). This Park shows several hydrological, climatological and pedological studies that will be correlated to the vegetation cover in the future. The studied area has been preserved for 45 years, it was used for subsistence agriculture and selective wood exploitation, and according to local inhabitants some places were reached by fire. They were found 168 species, 89 genera and 47 families in an area of nearly 56 ha; this area was traveled all over from 1992 - 1995. Melastomataceae, Solanaceae, Asteraceae, Euphorbiaceae, Mimosaceae and Myrsinaceae had predominance in the early succession stages. Lauraceae, Myrtaceae, Celastraceae and Rubiaceae had predominance in the subsequent stages. Lauraceae was the family with higher number of species (22) and it was also found in all arboreal vegetation surveys carried out in the Brazilian Atlantic Forest. Other families must be detached due to the number of species: Melastomataceae (16), Myrtaceae (15), Solanaceae (13) and Asteraceae (11), which represent 45.83% of the found species. The presence of a great number of species with zoocoric dispersal syndrome in the studied area was important for its successional dynamics. *Guapira opposita* and *Tapirira guianensis* were equally found in 33 studies areas in the Brazilian Atlantic Forest.

Key words: floristic composition; Atlantic Forest; Cunha (SP); Secondary Atlantic Forest.

(\*) Aceito para publicação em março de 2001.

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

## 1 INTRODUÇÃO

O avanço constante das fronteiras agrícolas, dos centros urbanos e dos centros industriais exercem, cada vez mais, pressão sobre os recursos naturais renováveis, causando grande preocupação, uma vez que a degradação destes implica sempre em graves consequências econômicas, sociais e ambientais. Serra Filho *et al.* (1974) mostram que a cobertura florestal do Estado de São Paulo representava, em 1972, apenas 13,35% de sua superfície e estava concentrada predominantemente na Encosta Atlântica e Vale do Ribeira. Kronka *et al.* (1993) em avaliação mais recente da cobertura da vegetação natural referem que esta representa 13,20% do território paulista. Para Meira Neto *et al.* (1989), a adoção racional de medidas de recuperação e manejo somente poderá ser realizada após correto entendimento de nossas florestas. Negreiros *et al.* (1974) alertam para a necessidade urgente de estudos na vegetação de Mata Atlântica, tendo em vista a rápida degradação da cobertura primitiva.

A partir de então, alguns trabalhos foram efetuados no Estado de São Paulo, destacando-se os de Silva & Leitão Filho (1982) no município de Ubatuba. Também vale destacar as pesquisas de Custodio Filho (1989) na Estação Biológica de Boracéia em Biritiba Mirim, Pastore *et al.* (1992) em São Bernardo do Campo, Mantovani *et al.* (1990) na região de Salesópolis, Tabarelli *et al.* (1993 e 1994) em São Luiz do Paraitinga, Leitão Filho *et al.* (1993) no município de Cubatão, Mantovani (1993) em Iguape, Baitello *et al.* (1992 e 1993) na Serra da Cantareira e Sanchez (1994) em mata ciliar do Núcleo Picinguaba, município de Ubatuba.

As bacias hidrográficas e suas interações com as formações vegetais a elas pertinentes constituem vasto material de estudo visando identificar medidas que possam minimizar os efeitos da interferência antrópica no meio natural. Segundo Emmerich & Marcondes (1975), as florestas ocupam a posição mais importante em relação a manutenção dos recursos hídricos. Para Bertoni & Lombardi Neto (1990), a cobertura vegetal é a defesa natural de um terreno contra a erosão. Segundo os mesmos autores, os efeitos da vegetação podem ser descritos como:

1. proteção direta contra o impacto das gotas das chuvas;
2. dispersão das gotas d'água, interceptando-as antes que atinjam o solo;
3. decomposição das raízes das plantas que, formando canalículos no solo, aumentam a infiltração da água, e
4. diminuição da velocidade de escoamento da enxurrada pelo aumento do atrito na superfície.

Prandini *et al.* (1982) mencionam que a cobertura vegetal natural atua como elemento responsável pela reestruturação do solo através do sistema radicular. A densa malha de raízes confere à porção superficial um considerável incremento de resistência ao cisalhamento.

Especificamente para o Núcleo Cunha, Furian & Pfeifer (1986) ressaltam que a estabilidade de suas vertentes é, em grande parte, mantida pela cobertura vegetal e, portanto, muito dependente da utilização do solo. Uma série de estudos visando a conservação da água e do solo vem sendo realizada no Núcleo Cunha - Parque Estadual da Serra da Serra do Mar, do Instituto Florestal (Cicco *et al.*, 1985a, 1985b; Arcova *et al.*, 1985; Shimomichi *et al.*, 1987; Cicco *et al.*, 1987; Cicco *et al.*, 1989; Cicco & Fujieda, 1992; Fujieda *et al.*, 1993 e Cicco *et al.*, 1995).

Carvalho *et al.* (1990) ao efetuarem o levantamento de reconhecimento detalhado dos solos de uma das bacias hidrográficas do Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo Cunha, concluíram que a mesma apresenta 13 unidades de mapeamento, com predominância do Latossolo Vermelho-Amarelo Álico. Quanto à geologia, caracteriza-se por rochas cristalinas, gnaisses e magmatitos do Pré-Cambriano (Vilas Boas *et al.*, 1986/88).

Com o objetivo de conhecer a vegetação existente sob o aspecto florístico, bem como fornecer subsídios para as pesquisas em manejo de bacias hidrográficas, efetuou-se o levantamento das espécies arbóreo-arbustivas, cujos resultados são apresentados neste trabalho. Deve-se ressaltar, que a listagem de espécies aqui apresentada, alcança maior importância, uma vez que não foram encontradas referências acerca das plantas que ocorrem no município de Cunha (SP), tampouco no Núcleo que leva o mesmo nome, do Parque Estadual da Serra do Mar. Por outro lado, a área está sendo estudada quanto aos aspectos hidrológico, climatológico e pedológico.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Características da Área

O Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo Cunha, com área de 2.254 ha, localiza-se no Estado de São Paulo, município de Cunha, planalto do Paraitinga, correspondendo a uma parte do alto ao médio vale do rio Paraibuna, entre as coordenadas 23°14' de latitude S e 45°03' de longitude W.

O clima é classificado, segundo Köppen, como sendo do tipo Cwa, subtropical úmido, com temperaturas inferiores a 18°C no inverno e superiores a 22°C no verão. As chuvas ocorrem entre os meses de setembro a março. No mês mais seco o total de precipitação não ultrapassa 30 mm, com média anual de 1.100 a 1.700 mm.

Segundo Leitão Filho (1982), a vegetação primitiva da Serra do Mar, região onde está localizado o Núcleo Cunha, é classificada como Floresta Latifoliada Perenifólia, com grande diversidade a nível de famílias. Vilas Boas *et al.* (1986/88) classificam a mesma região como Subtropical de Altitude, enquanto Strang *et al.* (1982) a caracterizam como Floresta Perenifolia Higrófila Costeira e, ainda segundo Veloso *et al.* (1991), Floresta Ombrófila Densa.

As áreas especificamente estudadas são formadas pela encosta da Bacia "D" (FIGURA 1-1) e trilha do rio Paraibuna (FIGURA 1-2), totalizando 56,04 ha. Apresentam uma vegetação secundária recente, fruto de ação antrópica há cerca de 45 anos passados, quando eram utilizadas para agricultura de subsistência e extração de madeira. Segundo moradores da região, em alguns pontos isolados aconteceram ainda incêndios florestais. Baseando-se em Carpanezzi *et al.* (1990), pode-se enquadrar este ecossistema como perturbado.

Foram realizadas caminhadas aleatórias mensais no período de 1992 a 1995, coletando-se amostras de todos os indivíduos arbustivos e arbóreos férteis encontrados. O material botânico foi prensado, seco, montado, etiquetado, registrado e incorporado ao acervo do Herbário D. Bento Pickel (SPSF), do Instituto Florestal. As espécies foram identificadas através da literatura pertinente, por especialistas e comparações em coleções de herbários.

O enquadramento das espécies nos respectivos estádios sucessionais, foi realizado baseando-se nos seguintes critérios:

a) observações feitas na área estudada, pelos autores, sobre a ocorrência e hábito das espécies, nos locais de entorno ou em outras florestas já estudadas;

b) citações de literatura, onde a ocorrência ou a dinâmica da espécie é referida (Mantovani, 1993; Tabarelli *et al.*, 1994; Ferretti *et al.*, 1995; Gandolfi *et al.*, 1995 e Rodrigues & Gandolfi, 1996), e

c) citações referentes à densidade básica da madeira e velocidade de crescimento, uma vez que existe correlação entre estas características de uma dada espécie e a classe sucessional a que pertence (Reitz *et al.*, 1978 e 1983; Borges Florsheim & Rocha, 1986; Borges Florsheim *et al.*, 1986; Carvalho, 1994 e Lorenzi, 1992).

Procedeu-se uma revisão em listagens florísticas apresentadas por 13 trabalhos realizados no complexo atlântico do Estado de São Paulo, atualizando-as nomenclaturalmente, a saber: Gandolfi *et al.* (1995); Baitello *et al.* (1992); Tabarelli *et al.* (1994); Mantovani (1993); Leitão Filho (1993); Melo (1993); Pastore *et al.* (1992); Silva & Leitão Filho (1982); Meira Neto *et al.* (1989); De Vuono (1985); Assis (1999); Gomes (1992) e Dias (1993).

Não se utilizou nenhum índice de similaridade, uma vez que os levantamentos analisados foram realizados em locais de diferentes estádios sucessionais e adoção de métodos e critérios de inclusão diferentes.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme mencionado anteriormente, a área de estudo sofreu sérios efeitos antrópicos. O fogo, a agricultura e o extrativismo seletivo de madeira fizeram parte da história da área, até 45 anos atrás. Apesar dessas interferências terem acontecido em toda a área, nas proximidades dos cursos d'água tomam-se mais perceptíveis, uma vez que ali são encontrados os indivíduos mais jovens da formação florestal. A maioria das árvores de grande porte foi encontrada na parte superior da vertente da Bacia "D". Mesmo assim, são de espécies de pouca representatividade econômica, o que evidencia o extrativismo seletivo ocorrido.

Na área estudada, as árvores raramente ultrapassam a 20 metros. Foram observados alguns indivíduos emergentes com altura em torno dos 23 metros, o primeiro dossel com 16 a 20 metros, o dossel intermediário entre 10 e 14 metros e um sub-bosque relativamente fechado, denotando a presença de 3 estratos bem definidos. Estes dados concordam com Leitão Filho (1982), onde o autor afirma que, para a mata da encosta atlântica, os estratos intermediários atingem de 6 a 12 m. e nos estratos superiores aparecem indivíduos emergentes que podem atingir mais de 20 m de altura.

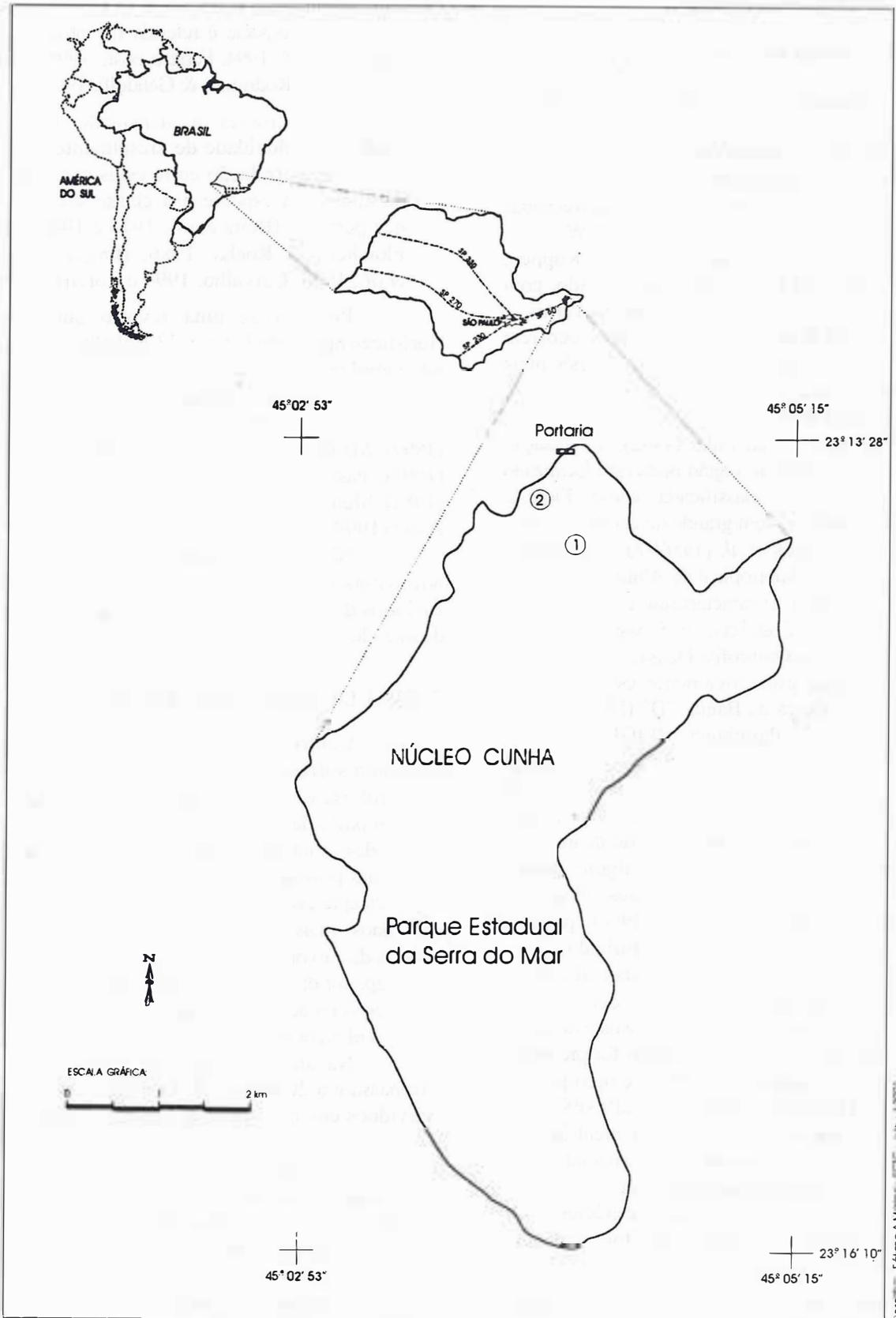


FIGURA 1 - Localização das áreas estudadas: 1) Bacia "D"; 2) trilha do rio Paraibuna.

O levantamento florístico revelou a presença de 168 espécies, 89 gêneros e 47 famílias (TABELA 1). As famílias mais ricas em número de espécies foram: Lauraceae (22), Melastomataceae (16), Myrtaceae (15), Solanaceae (13) e Asteraceae (11), representando 45,83% das espécies (TABELA 2).

Observou-se que 11 famílias mais representativas participaram com 23,40% do total de famílias amostradas, contribuindo com 105 ou 62,49% do total de espécies. Estas famílias, em sua maioria, também se destacaram em outros trabalhos realizados em diferentes regiões do Estado de São Paulo (Silva & Leitão Filho, 1982; Custodio Filho, 1989; Mantovani, 1990; Custodio Filho *et al.*, 1992; Leitão Filho *et al.*, 1993; Melo, 1993; Mantovani, 1993). Leitão Filho (1992) refere que as famílias Lauraceae, Myrtaceae e Melastomataceae estão entre as mais importantes nas regiões tropicais. Refere ainda que Lauraceae e Myrtaceae estão presentes no primeiro estrato e emergentes e, ainda, nos estratos intermediários da vegetação da encosta atlântica. Segundo Siqueira (1994), a família Lauraceae ocorre em todas as áreas da Mata Atlântica amostradas, das regiões Sul, Sudeste e Nordeste do Brasil.

Os gêneros encontrados pertencem a famílias que apresentam alta diversidade desta taxa no complexo atlântico, conforme é revelado no presente trabalho: Myrtaceae 8, Asteraceae e Lauraceae 6, Melastomataceae e Euphorbiaceae 4 gêneros. Há gêneros que invariavelmente são constituídos de um número pequeno de espécies (1 a 3). Já, outros, também comuns às diferentes fitofisionomias da Floresta Ombrófila Densa Submontana e Montana, são constituídos, em geral, por um número relativamente grande de espécies: *Ocotea* e *Solanum* 11, *Miconia* 7, *Tibouchina* 6, *Nectandra*, *Eugenia* e *Inga* 5 espécies. Segundo Mantovani (1993), o gênero *Nectandra* das Lauraceae, é dos mais ricos em espécies na Floresta Ombrófila Densa, da encosta atlântica. Baitello (comunicação pessoal) relata que o gênero *Ocotea*, é sem dúvida, o mais rico em espécies no contexto da vegetação atlântica.

A maioria dos gêneros listados acima, estão representados por espécies que, em geral, possuem diásporos com síndrome de dispersão zoocórica, ou seja, como elemento comestível procurado pela fauna, principalmente aves. Segundo Durigan (1991), as espécies com diásporos zoocóricos representam 95% do total estudado nas

matas ciliares inseridas em cerradão e 75% nas áreas de mata ciliar em florestas tropicais semidecíduas. Carpanezzi *et al.* (1990) *apud* Reis *et al.* (1992), selecionaram várias espécies com potencial para garantir a cobertura da vegetação, a sobrevivência de uma comunidade animal e dar continuidade ao processo sucessional. Mencionam ainda, que os animais são responsáveis pela reintrodução das espécies vegetais através do processo de dispersão de sementes e aumento de suas populações pela polinização, enquanto o controle é realizado por processos de predação. Na área de estudo amostrou-se um grande número de indivíduos pertencentes aos gêneros *Inga*, *Alchornea*, *Eugenia*, *Ocotea*, *Psychotria* e *Solanum*, cujas espécies possuem diásporos zoocóricos.

Do total de 168 espécies amostrados neste levantamento, 35 (20,83%) foram relacionadas por Tabarelli *et al.* (1994), em levantamento realizado em mata secundária no município de São Luiz de Paraitinga (Núcleo Santa Virgínia do Parque Estadual da Serra do Mar), região próxima desta área de estudo. Para Ubatuba (Núcleo Picinguaba do Parque Estadual da Serra do Mar), outro município próximo, Assis (1999), listou 85 (50,59%) espécies e Silva & Leitão Filho (1982), em levantamento realizado em área preservada encontraram 19 (11,31%) espécies comuns. Dias (1993), em levantamento realizado em mata secundária no Parque Estadual de Carlos Botelho, município de São Miguel Arcanjo, encontrou 63 (37,5%) espécies comuns com este estudo, apesar de estar geograficamente bastante distante de Cunha. Siqueira (1994) menciona que *Guapira opposita* (Nyctaginaceae) e *Tapirira guianensis* (Anacardiaceae) foram as espécies mais frequentes (52%) na Mata Atlântica brasileira, pois ocorreram em 33 das 63 localidades consideradas nesse trabalho. Estes números ressaltam em parte a heterogeneidade na composição florística da Mata Atlântica, concordando com as afirmações de Leitão Filho *et al.* (1993), onde, em termos florísticos, o chamado domínio atlântico abriga floras diversas quanto a sua composição e origem.

Na distribuição percentual das espécies por categoria sucessional (TABELA 3), as pioneiras e secundárias iniciais totalizam 47,62% e as secundárias tardias somadas às climaxes representam 52,38%.

TABELA 1 - Listagem das espécies com os respectivos nomes vulgares e estágio sucessional (E.S.), no Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Cunha.

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	N. POPULAR	E.S.
ANACARDIACEAE	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	aroeira-mansa	Si
	<i>Tapirira guianensis</i> Aublet	peito-de-pomba	Si
ANNONACEAE	<i>Guatteria nigrescens</i> Mart.	araticum-cagão	St
	<i>Rollinia sericea</i> R.E. Fries	araticum	C
	<i>Rollinia silvatica</i> (St.Hil.) Mart.	araticum-da-mata	C
APOCYNACEAE	<i>Aspidosperma parvifolium</i> A. DC.	guatambú	St
	<i>Tabernaemontana hystrix</i> Steud.	leiteira	P
AQUIFOLIACEAE	<i>Ilex paraguariensis</i> St.Hil.	erva-mate	C
	<i>Ilex theezans</i> Mart.	pau-de-bicho	St
ARALIACEAE	<i>Didimopanax angustissimum</i> E.March	mandioqueiro	Si
ARECACEAE	<i>Euterpe edulis</i> Mart.	palmito	C
ASTERACEAE	<i>Baccharis semiserrata</i> Steud.	vassoura	P
	<i>Gochnatia</i> sp.	cambará-guaçú	P
	<i>Piptocarpha axilaris</i> Baker	cambará	P
	<i>Piptocarpha macropoda</i> (DC.) Baker	cambará	P
	<i>Piptocarpha sellowi</i> (S.Bip.) Baker	cambará	Si
	<i>Senecio glaziovii</i> Baker	cambará-guaçú	Si
	<i>Symphypappus polystachyus</i> Baker	vassourão	P
	<i>Vernonia diffusa</i> Less.	cambará	P
	<i>Vernonia discolor</i> Less.	cambará	P
	<i>Vernonia polyanthes</i> Less.	assa-peixe	P
<i>Vernonia puberula</i> Less.	cambará	P	
BIGNONIACEAE	<i>Tabebuia chrysotricha</i> (Mart. ex DC.) Standl.	ipê-amarelo	St
BOMBACACEAE	<i>Spirotheca rivieri</i> (Decne.) Ulbrich	paineira	St
BORAGINACEAE	<i>Cordia</i> sp.	muchão	St
	<i>Cordia salicifolia</i> Cham.	muchão	St
CAESALPINACEAE	<i>Sclerobium denudatum</i> Vog.	passuaré	St
	<i>Senna macranthera</i> (Collad.) Irw. & Barn.	maduirana	P
	<i>Senna multijuga</i> (L.C.Rich.) Irw. & Barn.	canafístula	P
CECROPIACEAE	<i>Cecropia glaziovii</i> Sneth.	embaúba	P
	<i>Coussapoa microcarpa</i> (Schott.) Rizzini	canela-branca	C
CELASTRACEAE	<i>Maytenus alaternoides</i> Reiss.	laranjinha	St
	<i>Maytenus cestrifolia</i> Reiss.	laranjinha	St
	<i>Maytenus evonymoides</i> Reiss.	laranjinha	St
	<i>Maytenus glaucescens</i> Reiss.	laranjinha	St

continua

## continuação - TABELA 1

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	N. POPULAR	E.S.
CHLORANTHACEAE	<i>Hedyosmum brasiliensis</i> Mart. ex Miq.	chá-de-bugre	Si
CLETHRACEAE	<i>Clethra scabra</i> Pers. var. <i>laevigata</i> (Miers.) Sleum.	carne-de-vaca	Si
CUNONIACEAE	<i>Weinmania discolor</i> Gardn.	arocirana	St
	<i>Weinmania paulinaefolia</i> Pohl ex Sringe	arocirana	St
	<i>Weinmania pinnata</i> L.	arocirana	St
ELAEOCARPACEAE	<i>Sloanea monosperma</i> Vell.	urucum-do-mato	St
EUPHORBIACEAE	<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp.	bolcero	Si
	<i>Alchornea sidaefolia</i> M. Arg.	tapiá-guaçú	Si
	<i>Alchornea triplinervea</i> M. Arg.	tapiá-mirim	Si
	<i>Croton organensis</i> Baill.	capixingui	Si
	<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax	leiteiro	P
	<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	casca-seca	St
FABACEAE	<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britt.	caviuna	Si
	<i>Lonchocarpus neuroscapha</i> Benth.	imbira-de-sapo	St
	<i>Machaerium nictitans</i> (Vell.) Benth.	bico-de-pato	St
	<i>Machaerium scleroxylon</i> Tul.	bico-de-pato	St
FLACOURTIACEAE	<i>Casearia decandra</i> Jacq.	espeteiro	St
	<i>Casearia obliqua</i> Spreng.	gosmeira	St
	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	guaçatonga	Si
GUTTIFERAE	<i>Clusia parviflora</i> (Sald.) Engler	araçarana	C
	<i>Vismia micrantha</i> Mart.	pau-de-lacre	St
HUMIRIACEAE	<i>Vantanea</i> sp.	arocirana	C
ICACINACEAE	<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) R. A. Howard	muchão	C
LAURACEAE	<i>Aniba firmula</i> (Nees & Mart.) Mez	canela	St
	<i>Cinnamomum hirsutum</i> Lorea-Hern.	canela	St
	<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	canela-branca	St
	<i>Cryptocarya moschata</i> Nees	canela-noz-moscada	C
	<i>Nectandra grandiflora</i> Nees	canela	St
	<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	canela	St
	<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees	canela-ferrugem	St
	<i>Nectandra puberula</i> (Schott) Nees	canela-amarela	St
	<i>Nectandra reticulata</i> (Ruiz & Pav.) Mez	canela	St
	<i>Ocotea acyphylla</i> (Nees) Mez	canela-amarela	St
	<i>Ocotea brachybotra</i> (Meisn.) Mez	canela-jacú	St
	<i>Ocotea bicolor</i> Vattimo-Gil	canela	St
	<i>Ocotea catharinensis</i> Mez	canela-preta	C
	<i>Ocotea dispersa</i> (Nees) Mez	canela-cedro	C
	<i>Ocotea lancifolia</i> (Schott) Mez	canela	St
	<i>Ocotea paranapiacabensis</i> Coc-Teixeira	canela-branca	St

continua

## continuação - TABELA 1

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	N. POPULAR	E.S.
LAURACEAE	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	canela-gosmenta	St
	<i>Ocotea pulchella</i> (Nees) Mez	canela	Si
	<i>Ocotea pulchra</i> Vattimo-Gil	canela	St
	<i>Ocotea teleiandra</i> (Meisn.) Mez	canela	St
	<i>Persea alba</i> Nees	canela	St
	<i>Persea pyrifolia</i> Nees	canela	St
MALVACEAE	<i>Abutilon rufinerve</i> St.Hil.	gosmeira	Si
MELASTOMATACEAE	<i>Leandra multiplinervia</i> Cogn.	quaresmeirinha	Si
	<i>Leandra purpurascens</i> Cogn.	fruta-de-tiriva	Si
	<i>Meriania clausenii</i> Triana	erva-de-rato	Si
	<i>Miconia biglomerata</i> DC.	sucanga-de-folha-miúda	Si
	<i>Miconia cabucu</i> Hoehne	sucanga	P
	<i>Miconia fasciculata</i> Gardn.	jacatirão	Si
	<i>Miconia inaequidens</i> Naud.	jacatirão	Si
	<i>Miconia latecrenata</i> Naud.	quaresmeira	P
	<i>Miconia rigidiuscula</i> Naud.	fruta-de-tiriva	Si
	<i>Miconia sellowiana</i> Naud.	fruta-de-tiriva	P
	<i>Tibouchina arborea</i> Cogn.	quaresmeira	P
	<i>Tibouchina pulchra</i> Cogn.	quaresmeira	P
	<i>Tibouchina sebastianopolitana</i> Cogn.	quaresmeirinha	P
	<i>Tibouchina sellowiana</i> Cogn.	quaresmeirinha	P
<i>Tibouchina stenocarpa</i> (DC) Cogn.	quaresmeira	P	
<i>Tibouchina weddellii</i> Cogn.	quaresmeirinha	P	
MELIACEAE	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart. ssp. <i>canjerana</i>	canjarana	St
	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	cedro	St
	<i>Guarea macrophylla</i> Vahl ssp. <i>tuberculata</i> (Vell.) Penn.	marinheiro	St
MIMOSACEAE	<i>Inga barbata</i> Benth.	ingá	Si
	<i>Inga lenticelata</i> Benth.	ingá	Si
	<i>Inga marginata</i> Wild.	ingá-mirim	Si
	<i>Inga sellowiana</i> Benth.	ingá	Si
	<i>Inga sessilis</i> (Vell.) Mart.	ingá-ferradura	C
	<i>Mimosa scabrela</i> Benth.	bracatinga	P
MONIMIACEAE	<i>Mollinedia argyrogyna</i> Perk.	muchão	C
	<i>Mollinedia schottiana</i> (Spreng.) Perk.	pau-de-espeto	C
	<i>Siparuna brasiliensis</i> (Spreng.) A. DC.	limãozinho	Si
MORACEAE	<i>Ficus enormis</i> (Mart. ex Miq.) Miq.	figueira	C
	<i>Sorocea bonplandi</i> (Baill.) Burg., Lang. & Boer	serrinha	C
MYRSINACEAE	<i>Rapanea ferruginea</i> (Ruiz et Pav.) Mez	capororoca	Si
	<i>Rapanea gardeniana</i> (A. DC.) Mez	capororoca	Si
	<i>Rapanea umbellata</i> (Mart.) Mez	capororoca	Si
	<i>Rapanea venosa</i> (A. DC.) Mez	capororoca	Si

continua

## continuação - TABELA 1

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	N. POPULAR	E.S.
MYRTACEAE	<i>Campomanesia guaviroba</i> (A. DC.) Kiaersk.	guaviroba	St
	<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Camb.) Berg.	gabiroba	St
	<i>Eugenia kleinii</i> Legr.	guamirim	St
	<i>Eugenia prasina</i> Berg.	grumixava	St
	<i>Eugenia involucrata</i> DC.	cereja	St
	<i>Eugenia oblongata</i> Berg.	guapiriaca	C
	<i>Eugenia</i> sp.	muchão	St
	<i>Gomidesia sellowiana</i> Berg.	guamirim	St
	<i>Marlierea obscura</i> Berg.	araçazeiro	C
	<i>Marlierea tomentosa</i> Berg.	vapurunga	St
	<i>Myrceugenia campestris</i> (A. DC.) Legr. et Kaus	guamirim	Si
	<i>Myrcia rostrata</i> DC.	guamirim	Si
	<i>Myrcia</i> sp.	fruta-de-cassurova	St
	<i>Neomithrantes glomerata</i> Legr.	goiabeira	C
	<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	araçá	St
NYCTAGINACEAE	<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	maria-mole	St
RHAMNACEAE	<i>Rhannus sphaerosperma</i> Sw var. <i>pubescens</i> (Reis.) M.C. Johnston	cangica	Si
ROSACEAE	<i>Prunus myrtifolius</i> (L.) Urban	pessegueiro-bravo	Si
RUBIACEAE	<i>Bathysa meridionalis</i> Smith & Downs	fumeiro	St
	<i>Psychotria suterella</i> M. Arg.	pasto-d'anta	C
	<i>Psychotria velloziana</i> Benth.	pasto-d'anta	C
	<i>Posoqueria acutifolia</i> Mart.	fruta-de-macaco	C
RUTACEAE	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	mamica-de-porca	Si
	<i>Zanthoxylum obscurum</i> Engler	mamica	Si
SAPINDACEAE	<i>Allophylus edulis</i> (St. Hil.) Raldk.	beira-campo	P
	<i>Allophylus membranifolius</i> Raldk.	guaracipó	P
	<i>Matayba cristae</i> Reitz	coguañã	Si
SAPOTACEAE	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eich.) Engler	gomixava	St
	<i>Micropholis crassipedicellata</i> (Mart. & Eich.) Bachni	gomixava	St
	<i>Pouteria laurifolia</i> (Gomes) Raldk.	guapeva	St
	<i>Pouteria psammophila</i> (Mart.) Radlk.	bugre, lagoa	St
SIMAROUBACEAE	<i>Picramnia glazioviana</i> Engler	café-bravo	St
SOLANACEAE	<i>Capsicum flexuosum</i> Sendt.	pimenta-de-bugre	P
	<i>Capsicum lucidum</i> (Moric.) O. Ktze.	fumeiro	P
	<i>Solanum americanum</i> Mill.	maria-pretinha	P
	<i>Solanum bullatum</i> Vell.	cinzeiro	P
	<i>Solanum caevurana</i> Vell.	capixingui	P
	<i>Solanum erianthum</i> D. Don	cuvitinga	P
	<i>Solanum excelsum</i> St. Hil.	fruta-de-porco	P
	<i>Solanum granuloso-leprosum</i> Dunal	cuvitinga	P

continua

## continuação - TABELA 1

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	N. POPULAR	E.S.
SOLANACEAE	<i>Solanum inaequale</i> Vell.	peloteira	P
	<i>Solanum rufescens</i> Sendt.	fruta-de-porco	P
	<i>Solanum swartzianum</i> Roem. & Shult.	cinzeiro	P
	<i>Solanum variabile</i> Mart.	jurubeba	P
	<i>Solanum verbascifolium</i> Kunth.	cuvitinga	P
SYMPLOCACEAE	<i>Symplocos celastrinea</i> Mart.	pau-de-cangalha	St
THYMELAEACEAE	<i>Daphnopsis fasciculata</i> (Meissn.) Nevl.	embira	St
	<i>Daphnopsis gemniflora</i> (Mier.) Domke	embira-branca	St
URTICACEAE	<i>Boehmeria caudata</i> Sw.	urtigão	P
VERBENACEAE	<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.	tamanqueira	P
VOCHYSIACEAE	<i>Vochysia magnifica</i> Warm.	pau-de-vinho	St
	<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	pau-de-tucano	Si
WINTERACEAE	<i>Drimys brasiliensis</i> Miers	casca-d'anta	St

TABELA 2 - Número de espécies das famílias mais abundantes e percentual de participação no total das espécies amostradas do Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Cunha.

Família	nº de espécies	% espécies
Lauraceae	22	13,09
Melastomataceae	16	9,52
Myrtaceae	15	8,93
Solanaceae	13	7,74
Asteraceae	11	6,55
Euphorbiaceae	6	3,57
Mimosaceae	6	3,57
Celastraceae	4	2,38
Fabaceae	4	2,38
Myrsinaceae	4	2,38
Rubiaceae	4	2,38
<b>T O T A L</b>	<b>105</b>	<b>62,49</b>

TABELA 3 - Distribuição percentual das espécies por categoria sucessional, do Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Cunha.

Categoria Sucessional	Quantidade de espécies	%
Pioneiras	41	24,41
Secundárias Iniciais	39	23,21
Secundárias Tardias	66	39,28
Clímaces	22	13,10
<b>T O T A L</b>	<b>168</b>	<b>100</b>

Quando analisado o número de espécies por família, discriminados por grupos ecológicos (TABELA 4), nota-se que as espécies dos estádios iniciais de sucessão pertencem às famílias: Melastomataceae, Solanaceae, Asteraceae, Euphorbiaceae, Mimosaceae e Myrsinaceae. Nos estádios mais avançados predominam espécies das famílias Lauraceae, Myrtaceae, Celastraceae e Rubiaceae. Segundo Mantovani (1993) em florestas alteradas ressaltam-se espécies de Asteraceae, Melastomataceae, Myrsinaceae e Solanaceae.

Comparando-se as espécies encontradas na área de estudo com outros 13 trabalhos realizados no complexo atlântico do Estado de São Paulo (TABELA 5), observa-se que 20% (34 espécies) não foram encontradas nos levantamentos referenciados. Os 64% restantes (108 espécies),

apareceram pelo menos uma vez. Apenas 26 espécies apareceram em mais de 50% das áreas comparadas e, destas, apenas 3 espécies apareceram em 12 (92%) dos trabalhos citados. Nenhuma das espécies apareceu em 100% dos locais amostrados. Isto só ocorreu a nível de família.

Estes resultados corroboram com Mantovani *et al.* (1990), pois, as formações vegetais, segundo relata, que ocorrem sobre a Serra do Mar, ao longo da costa atlântica, apresentam, no Estado de São Paulo, composição florística e estrutura bastante complexas, reflexo de vários fatores, entre os quais a influência de floras diversas e os estádios sucessionais em que se encontram.

Isso demonstra que, certamente estudos mais aprofundados, especialmente aqueles de cunho florístico, poderão alterar os dados aqui revelados.

TABELA 4 - Número de espécies por categoria sucessional, das 10 famílias mais representativas de um trecho de mata secundária do Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Cunha.

Família	Pioneiras	S. Iniciais	S. Tardias	Clímaces
Lauraceae	-	1	18	3
Melastomataceae	9	7	-	-
Myrtaceae	-	2	10	3
Solanaceae	13	-	-	-
Asteraceae	9	2	-	-
Euphorbiaceae	1	4	1	-
Mimosaceae	1	4	-	1
Celastraceae	-	-	4	-
Fabaceae	-	1	3	-
Myrsinaceae	-	4	-	-
Rubiaceae	-	-	1	3

TABELA 5 - Listagem das espécies encontradas em mata secundária do Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Cunha, comparando-se com outros treze trabalhos realizados no complexo Mata Atlântica. PE = Gomes (1992); CA = Baitello *et al.* (1992); SV = Tabarelli *et al.* (1994); SB = Pastore *et al.* (1992); JU = Mantovani (1993); CT = Leitão Filho *et al.* (1993); GU = Gandolfi *et al.* (1995); IC = Melo (1993); CB = Dias (1993); UB = Silva & Leitão Filho (1982); AT = Meira Neto (1989); IP = De Vuono (1985); PI = Assis (1999).

	NOME CIENTÍFICO	PE	CA	SV	SB	JU	CT	GU	IC	CB	UB	AT	IP	PI
ANACARDIACEAE	<i>Schinus terebinthifolius</i>	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	X	-	X
	<i>Tapirira guianensis</i>	X	X	-	-	X	X	X	-	X	X	X	X	X
ANNONACEAE	<i>Guatteria nigrescens</i>	-	X	X	X	-	X	X	-	-	X	X	X	-
	<i>Rollinia sericea</i>	-	X	-	-	X	-	X	X	X	-	X	-	X
	<i>Rollinia silvatica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-
APOCYNACEAE	<i>Aspidosperma parvifolium</i>	X	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	X
	<i>Tabernaemontana hystrix</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
AQUIFOLIACEAE	<i>Ilex paraguariensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-
	<i>Ilex theaezans</i>	-	-	-	-	X	-	-	X	-	X	-	-	X
ARALIACEAE	<i>Didimopanax angustissimum</i>	-	X	-	-	-	-	-	-	X	-	X	X	X
ARECACEAE	<i>Euterpe edulis</i>	-	X	-	-	X	X	-	X	X	X	-	X	-
ASTERACEAE	<i>Baccharis semiserrata</i>	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	X
	<i>Gochnatia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Piptocarpha axilaris</i>	-	-	-	X	-	-	X	-	X	-	-	X	-
	<i>Piptocarpha macropoda</i>	X	-	-	-	-	-	-	-	X	-	X	X	-
	<i>Piptocarpha sellowii</i>	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
	<i>Senecio glaziovii</i>	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
	<i>Symphypappus polystachius</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Vernonia diffusa</i>	-	X	-	X	-	X	X	-	-	-	-	-	X
	<i>Vernonia discolor</i>	-	-	X	X	-	-	-	-	X	X	-	-	X
	<i>Vernonia polyanthes</i>	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	X
<i>Vernonia puberula</i>	-	X	-	-	-	X	-	-	X	-	-	-	X	
BIGNONIACEAE	<i>Tabebuia chrysotricha</i>	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	X	-	X
BOMBACACEAE	<i>Spirotheca rivieri</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BORAGINACEAE	<i>Cordia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Cordia salicifolia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CAESALPINACEAE	<i>Sclerolobium demudatum</i>	X	X	X	X	-	-	-	-	X	X	-	X	X
	<i>Senna macranthera</i>	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
	<i>Senna multijuga</i>	-	-	X	X	-	-	-	-	X	-	-	-	X
CECROPIACEAE	<i>Cecropia glaziovii</i>	-	-	X	-	X	X	-	X	-	X	-	-	X
	<i>Coussapoa microcarpa</i>	-	-	-	-	X	-	-	X	-	-	X	-	X
CELASTRACEAE	<i>Maytenus alaternoides</i>	X	X	-	X	-	-	-	-	X	-	X	-	-
	<i>Maytenus glaucescens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Maytenus cestrifolia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Maytenus evonymoides</i>	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-
CHLORANTHACEAE	<i>Hedyosmum brasiliensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CLETHRACEAE	<i>Clethra scabra</i> var. <i>laevigata</i>	X	-	X	X	-	X	X	-	X	X	-	X	X
CUNONIACEAE	<i>Weinmannia discolor</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Weinmannia paulinaefolia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Weinmannia pinnata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-
ELAEOCARPACEAE	<i>Sloanea monosperma</i>	-	X	-	X	-	-	-	-	X	-	X	X	X

continua

AGUIAR, O. T. de *et al.* Flora fanerogâmica de um trecho da Floresta Densa Secundária no Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo Cunha/Indaia - Cunha (SP).

continuação - TABELA 5

	NOME CIENTÍFICO	PE	CA	SV	SB	JU	CT	GU	IC	CB	UB	AT	IP	PI
EUPHORBIACEAE	<i>Alchornea glandulosa</i>	-	-	-	-	X	X	-	X	-	-	-	-	X
	<i>Alchornea sidaefolia</i>	X	-	X	X	-	-	X	-	-	-	-	X	-
	<i>Alchornea triplinervea</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X
	<i>Croton organensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Sapium glandulatum</i>	-	X	X	X	-	-	X	X	X	-	-	-	X
	<i>Sebastiania brasiliensis</i>	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	X
FABACEAE	<i>Dalbergia frutescens</i>	X	-	-	-	X	X	-	-	X	-	-	-	X
	<i>Lonchocarpus neuroscapha</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Machaerium nictitans</i>	-	-	-	-	X	-	X	X	X	-	X	X	X
	<i>Machaerium scleroxylon</i>	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	X
FLACOURTIACEAE	<i>Casearia decandra</i>	X	-	X	-	-	-	X	-	X	-	X	X	X
	<i>Casearia obliqua</i>	X	X	-	-	X	X	X	X	-	-	X	-	-
	<i>Casearia sylvestris</i>	X	X	X	-	X	-	X	X	X	-	X	X	X
GUTTIFERAE	<i>Clusia parviflora</i>	X	-	-	X	-	-	-	-	X	-	-	-	-
	<i>Vismia micrantha</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HUMIRIACEAE	<i>Vantanea sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ICACINACEAE	<i>Citronella megaphylla</i>	-	X	-	X	X	X	-	X	X	-	-	-	-
LAURACEAE	<i>Aniba firmula</i>	X	X	X	-	-	X	-	-	X	X	X	-	X
	<i>Cinnamomum hirsutum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Cryptocarya ascheroniana</i>	-	-	-	-	-	X	-	-	X	-	X	-	X
	<i>Cryptocarya moschata</i>	-	X	X	-	X	-	-	X	X	X	-	-	X
	<i>Nectandra grandiflora</i>	-	-	X	-	-	-	-	X	-	-	-	-	X
	<i>Nectandra lanceolata</i>	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
	<i>Nectandra oppositifolia</i>	X	X	-	X	-	-	-	X	-	X	-	X	X
	<i>Nectandra puberula</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Nectandra reticulata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Ocotea acyphylla</i>	X	X	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	X
	<i>Ocotea brachybotrya</i>	-	-	-	-	-	X	-	-	-	X	X	-	X
	<i>Ocotea bicolor</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	X
	<i>Ocotea catharinensis</i>	-	X	-	-	X	-	-	-	-	X	-	-	-
	<i>Ocotea dispersa</i>	-	-	X	-	X	X	-	-	-	X	-	-	X
	<i>Ocotea lancifolia</i>	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
	<i>Ocotea teleiandra</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	X
	<i>Ocotea paranapiacabensis</i>	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Ocotea puberula</i>	X	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-
	<i>Ocotea pulchella</i>	X	X	-	X	-	-	-	X	-	-	-	X	-
	<i>Ocotea pulchra</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-
<i>Persea alba</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Persea pyriformis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	
MALVACEAE	<i>Abutilon rufinerve</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MELASTOMATACEAE	<i>Leandra multiplinervia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Leandra purpurascens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Meriania clausenii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Miconia biglomerata</i>	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Miconia cabucu</i>	X	-	X	-	-	X	-	X	X	-	-	X	X
	<i>Miconia fasciculata</i>	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Miconia inaequidens</i>	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Miconia latecrenata</i>	X	-	X	-	-	X	-	-	-	-	-	X	X
	<i>Miconia rigidiuscula</i>	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	X	-	X
	<i>Miconia sellowiana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-
	<i>Tibouchina arborea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Tibouchina pulchra</i>	-	-	-	X	-	X	-	-	-	X	-	X	X
	<i>Tibouchina sebastianopolitana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

continua

## continuação - TABELA 5

	NOME CIENTÍFICO	PE	CA	SV	SB	JU	CT	GU	IC	CB	UB	AT	IP	PI
MELASTOMATACEAE	<i>Tibouchina sellowiana</i>	*	*	*	X	*	*	*	*	*	*	*	X	*
	<i>Tibouchina stenocarpa</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Tibouchina weddellii</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
MELIACEAE	<i>Cabralea canjerana</i> ssp. <i>canjerana</i>	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	<i>Cedrela fissilis</i>	*	X	X	*	*	*	X	*	X	*	X	X	*
	<i>Guarea macrophylla</i> ssp. <i>tuberculata</i>	*	X	X	X	X	X	X	X	*	*	X	X	X
MIMOSACEAE	<i>Inga barbata</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Inga lenticeolata</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Inga marginata</i>	*	*	*	*	X	*	*	*	X	*	*	*	*
	<i>Inga sellowiana</i>	*	*	*	X	*	*	*	*	X	*	*	*	*
	<i>Inga sessilis</i>	*	X	*	*	X	*	*	*	X	*	X	X	X
	<i>Mimosa scabrela</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
MONIMIACEAE	<i>Mollinedia argyrogyne</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	X	*	X
	<i>Mollinedia schottiana</i>	*	X	X	*	X	X	X	X	X	*	*	*	X
	<i>Siparuna brasiliensis</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
MORACEAE	<i>Ficus enormis</i>	*	*	*	X	X	*	*	*	X	*	X	X	X
	<i>Sorocea bonplandii</i>	*	X	*	*	X	*	*	X	X	X	*	*	X
MYRSINACEAE	<i>Rapanea ferruginea</i>	*	*	X	X	*	X	X	X	X	*	*	X	X
	<i>Rapanea gardneriana</i>	*	X	*	X	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Rapanea umbellata</i>	X	X	X	X	*	X	X	X	X	*	*	X	X
	<i>Rapanea venosa</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	X
MYRTACEAE	<i>Campomanesia guaviroba</i>	X	*	X	*	X	*	*	X	X	*	*	*	X
	<i>Campomanesia guazumifolia</i>	*	*	*	*	*	*	X	*	*	*	X	*	*
	<i>Eugenia kleinii</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	X
	<i>Eugenia prasina</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	X
	<i>Eugenia involucrata</i>	X	*	*	*	*	*	*	*	*	*	X	*	X
	<i>Eugenia oblongata</i>	*	*	X	*	X	*	*	X	*	*	*	*	X
	<i>Eugenia</i> sp.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Gomidesia sellowiana</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	X
	<i>Marlierea obscura</i>	*	*	*	*	X	*	*	X	X	X	*	*	X
	<i>Marlierea tomentosa</i>	*	*	X	*	X	X	*	X	*	X	*	*	X
	<i>Myrceugenia campestris</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	X
	<i>Myrcia rostrata</i>	X	*	*	*	*	X	X	*	X	*	X	X	*
	<i>Myrcia</i> sp.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Neomithrantes glomerata</i>	*	*	X	*	X	*	*	X	*	*	*	*	X
	<i>Psidium cattleianum</i>	X	*	*	X	*	*	X	*	*	*	*	*	X
NYCTAGINACEAE	<i>Guapira opposita</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	*	X	X	X
RIIAMNACEAE	<i>Rhamnus sphaerosperma</i> var. <i>pubescens</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	X
ROSACEAE	<i>Prunus myrtifolius</i>	X	X	*	X	*	*	X	*	X	X	X	X	X
RUBIACEAE	<i>Bathysa meridionalis</i>	*	X	X	*	X	X	*	*	X	X	X	*	X
	<i>Psychotria suterella</i>	X	X	X	X	X	*	*	X	X	*	X	*	X
	<i>Psychotria velloziana</i>	*	*	X	*	*	*	*	*	X	*	*	*	X
	<i>Posoqueria acutifolia</i>	X	X	*	X	*	*	*	*	X	*	X	*	X
RUTACEAE	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	*	X	*	X	*	*	X	X	X	*	X	*	X
	<i>Zanthoxylum obscurum</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
SAPINDACEAE	<i>Allophylus edulis</i>	*	*	*	*	*	*	X	*	*	*	X	X	X
	<i>Allophylus membranifolius</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Matayba cristae</i>	*	*	*	*	*	X	*	*	*	*	*	*	X

continua

## continuação - TABELA 5

	NOME CIENTÍFICO	PE	CA	SV	SB	JU	CT	GU	IC	CB	UB	AT	IP	PI
SAPOTACEAE	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	-	X	-	-	-	-	-	-	X	-	X	-	-
	<i>Micropholis crassipedicellata</i>	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	X
	<i>Pouteria laurifolia</i>	-	-	-	-	X	X	-	X	-	-	X	X	-
	<i>Pouteria psammophila</i>	-	-	-	-	X	-	-	X	-	-	-	-	X
SIMAROUBACEAE	<i>Picramnia cf. glazioviana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
SOLANACEAE	<i>Capsicum flexuosum</i>	-	-	-	X	-	-	X	-	-	-	X	-	X
	<i>Capsicum lucidum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Solanum americanum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
	<i>Solanum bullatum</i>	X	-	X	-	-	-	X	-	-	-	X	X	-
	<i>Solanum caevurana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
	<i>Solanum erianthum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-
	<i>Solanum excelsum</i>	-	-	-	X	-	-	-	-	X	-	-	-	-
	<i>Solanum granuloso-leprosum</i>	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
	<i>Solanum inaequale</i>	-	X	-	-	-	-	X	X	X	-	X	X	X
	<i>Solanum refescens</i>	X	-	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-
	<i>Solanum swartzianum</i>	X	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	X	X
	<i>Solanum variable</i>	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	X	-	-
<i>Solanum verbascifolium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
SYMPLOCACEAE	<i>Symplocos celastrinea</i>	X	X	-	-	-	-	X	-	X	X	X	-	-
THYMELAEACEAE	<i>Daphnopsis fasciculata</i>	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Daphnopsis geminiflora</i>	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
URTICACEAE	<i>Boehmeria caudata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
VERBENACEAE	<i>Aegiphila sellowiana</i>	-	X	-	X	-	-	X	X	X	-	-	X	X
VOCHYSIACEAE	<i>Vochysia magnifica</i>	-	X	-	-	-	-	X	-	-	-	X	X	-
	<i>Vochysia tucanorum</i>	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	X	X	-
WINTERACEAE	<i>Drimys brasiliensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	X

## 4 CONCLUSÕES

- Duas espécies, *Guapira opposita* e *Tapirira guianensis* estão entre as mais frequentes da Mata Atlântica brasileira.
- Foram amostrados indivíduos representantes de 47 famílias, 89 gêneros e 168 espécies.
- As dez principais famílias representam 60,12% das espécies amostradas. Dentre estas, as mais representativas são: Lauraceae, Melastomataceae, Myrtaceae, Solanaceae e Asteraceae, que juntas, representam 45,83% das espécies amostradas.
- As famílias Melastomataceae, Solanaceae, Asteraceae, Euphorbiaceae e Myrsinaceae foram as que mais contribuíram com espécies nos grupos ecológicos que atuam no início do processo de sucessão, enquanto para as espécies de Lauraceae, Myrtaceae, Mimosaceae, Celastraceae e Rubiaceae, esta tendência é para os grupos ecológicos dos processos de sucessão mais avançados.
- Apesar de ser uma área bastante recente com apenas 45 anos de regeneração natural, a diversidade ali encontrada, equipara-se, com pequenas diferenças, a outras áreas de Mata Atlântica estudadas, mostrando a existência de características de florestas secundárias e primitivas.
- O conhecimento da estrutura das comunidades florestais da Mata Atlântica é apenas parcial pois os estudos fitossociológicos priorizam apenas os estratos dominantes.
- Os dados revelam ainda a alta diversidade, não apenas no nível da comunidade e dos respectivos habitats, como também, entre habitats.
- Das espécies encontradas, 27,98% são pioneiras, 20,24% são secundárias iniciais, 39,28% secundárias tardias e 12,50% clímax, o que revela que a área está em franco processo de recuperação.
- Os dados do presente trabalho quando confrontados com a literatura disponível, corroboram a grande heterogeneidade florística da Floresta Ombrófila Densa, fruto das diferentes condições fisiográficas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V. & LIMA, W. P. Balanço dos nutrientes Ca, Mg, Na, K, e NO<sub>3</sub> em bacia hidrográfica experimental com vegetação natural no Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo Cunha, SP. IPEF, Piracicaba, n. 31, p. 61-67, 1985.
- ASSIS, M. A. **Florística e caracterização das comunidades vegetais da planície costeira de Picinguaba, Ubatuba - SP.** 1999. 246 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- BAITELLO, J. B. *et al.* Florística e fitossociologia do estrato arbóreo de um trecho da Serra da Cantareira (Núcleo Pinheirinho) - SP. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. Anais... São Paulo: Unipress, 1992. p. 291-297. (Rev. Inst. Flor., São Paulo, v. 4, n. único, pt. 1, Edição especial).
- BAITELLO, J. B. *et al.* Estrutura fitossociológica da vegetação arbórea da Serra da Cantareira (SP) - Núcleo Pinheirinho. Rev. Inst. Flor., São Paulo, v. 5, n. 2, p. 133-161, 1993.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. L. **Conservação do solo.** São Paulo: Ícone, 1990. 335 p.
- BORGES FLORSHEIM, S. M.; ROCHA, F. T. Anatomia da madeira de essências florestais da Reserva Estadual da Cantareira (São Paulo). In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 2., 1986, São Carlos. Anais... São Carlos: EBRAMEM, 1986. p. 1-39.
- \_\_\_\_\_; AGUIAR, O. T.; ROCHA, F. T. Anatomia comparada do lenho, lâmina foliar e pecíolo de *Vochysia tucanorum* Mart. e *Vochysia magnifica* Warm. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BOTÂNICA DE SÃO PAULO, IV, 1986, Campinas. Anais... Campinas: UNICAMP, 1986. p. 117-125.
- CARPANEZZI, A. A. *et al.* Espécies pioneiras para recuperação de áreas degradadas: a observação de laboratório naturais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. Anais... São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1990. v. 3, p. 216-221.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira.** Brasília: EMBRAPA - CNPF/SP, 1994. 639 p.
- CARVALHO, W. A. *et al.* Levantamento de reconhecimento detalhado dos solos do Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo Cunha, SP (Bacia D). Rev. Inst. Flor., São Paulo, v. 2, n. 2, p. 127-155, 1990.
- CICCIO, V. de *et al.* Projeto de pesquisas hidrológicas em floresta natural na Reserva Estadual de Cunha; determinação do balanço hídrico. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS; A INFLUÊNCIA DAS FLORESTAS NO MANEJO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS, 11., 1984, Curitiba. Anais... Curitiba: EMBRAPA-CNPF, 1985a. p. 135-142. (Documentos, 16).
- CICCIO, V. de *et al.* Determinação do balanço hídrico com emprego de bacia hidrográfica experimental em mata natural secundária. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS E SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS EM REGIÕES METROPOLITANAS, 6., 1985, São Paulo. Anais... São Paulo: Associação Brasileira de Hidrologia e Recursos Hídricos, 1985b. p. 234-246.
- CICCIO, V.; EMMERICH, W.; FUJIEDA, M. Determinação da curva-chave do vertedouro da Bacia Hidrográfica D no Parque Estadual da Serra do Mar-Núcleo Cunha, SP. Bol. Técn. IF, São Paulo, v. 41, n. 1, p. 79-96, 1987.
- \_\_\_\_\_; ARCOVA, F. C. S.; SHIMOMICHI, P. Y. Estimativa da evapotranspiração em bacia hidrográfica com floresta natural secundária de Mata Atlântica-SP. Rev. Inst. Flor., São Paulo, v. 1, n. 2, p. 43-54, 1989.
- \_\_\_\_\_; FUJIEDA, M. Pesquisa de manejo de bacias hidrográficas em São Paulo. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. Anais... São Paulo: Unipress, 1992. p. 808-816. (Rev. Inst. Flor., São Paulo, v. 4, n. único, pt. 1, Edição especial).
- CICCIO, V. de *et al.* Relações entre a precipitação e os escoamentos total, direto e de base em uma bacia hidrográfica experimental, na região da Serra do Mar, Cunha, SP. Rev. Inst. Flor., São Paulo, v. 7, n. 1, p. 57-96, 1995.

AGUIAR, O. T. de *et al.* Flora fanerogâmica de um trecho da Floresta Densa Secundária no Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo Cunha/Indaiaí - Cunha (SP).

CUSTODIO FILHO, A. Flora da Estação Biológica de Boracéia - listagem das espécies. *Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 161-199, 1989.

CUSTODIO FILHO, A. *et al.* Composição florística do estrato arbóreo do Parque Estadual de Carlos Botelho, SP. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. *Anais...* São Paulo: Unipress, 1992. p. 184-191. (*Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, v. 4, n. único, pt. 1, Edição especial).

DE VUONO, Y. S. *Fitossociologia do estrato arbóreo da Reserva do Instituto de Botânica (São Paulo)*. 1985. 213 f. Tese (Doutorado em Botânica) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

DIAS, A. C. *Composição florística, fitossociologia e diversidade em espécies do componente arbóreo de um trecho de mata secundária. Parque Estadual de Carlos Botelho, SP*. 1993. 120 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

DURIGAN, G. Análise comparativa do modo de dispersão das sementes das espécies de cerradão e de mata ciliar no município de Assis, SP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 2., 1989, Atibaia. *Anais...* São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, Instituto Florestal, 1991. p. 278. (Série Documentos).

EMMERICH, W.; MARCONDES, M. A. P. Algumas características do manejo de bacias hidrográficas. *Bol. Técn. IF*, São Paulo, n. 18, p. 1-29, 1975.

FERRETTI, A. R. *et al.* Classificação das espécies arbóreas em grupos ecológicos para revegetação com nativas no Estado de São Paulo. *Florestar Estatístico*, São Paulo, v. 3, 1995.

FUJIEDA, M.; KUDOH, T.; MASHIMA, Y. Hydrological process in the Serra do Mar, São Paulo, Brazil. In: HYDROLOGY OF WARM HUMID REGIONS. PROCEEDINGS OF THE YOKOHAMA SYMPOSIUM, 1993, Yokohama. *Anais...* Yokohama: IAHS, 1993. p. 43-51.

FURIAN, S. M.; PFEIFER, R. M. Levantamento de reconhecimento do meio físico do Núcleo Cunha, SP. *Bol. Técn. IF*, São Paulo, v. 40, n. 2, p. 183-193, 1986.

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

GOMES, E. P. C. *Fitossociologia do componente arbóreo de um trecho da mata em São Paulo*, São Paulo. 1992. 143 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

KRONKA, F. J. do N. *et al.* *Inventário Florestal do Estado de São Paulo*. São Paulo: Instituto Florestal, 1993. 199 p.

LEITÃO FILHO, H. de F. Aspectos taxonômicos das florestas do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 1982, Campos do Jordão. *Anais...* São Paulo: Unipress, 1982. p. 197-206. (*Silvic. S. Paulo*, São Paulo, v. 16A, pt. 1, Edição especial).

\_\_\_\_\_. Mata Atlântica: da intocabilidade à extinção, In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. *Anais...* São Paulo: Unipress, 1992. p. 98-100. (*Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, v. 4, n. único, pt. 1, Edição especial).

LEITÃO FILHO, H. de F. *et al.* *Ecologia da Mata Atlântica em Cubatão*. Campinas: Editora UNESP e Editora UNICAMP, 1993. 184 p.

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

MANTOVANI, W. *et al.* A vegetação da Serra do Mar em Salesópolis, SP. In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS DA COSTA SUL E SUDESTE BRASILEIRA: ESTRUTURA, FUNÇÃO E MANEJO, 2., 1990, Águas de Lindóia. *Anais...* São Paulo: Academia de Ciências do Estado de São Paulo, 1990. p. 348-384.

MANTOVANI, W. *Estrutura e dinâmica da floresta atlântica na Juréia, Iguape - SP*. 1993. 126 f. Tese (Livro Docência) - Instituto de Biociências, Universidade São Paulo, São Paulo.

MEIRA NETO, J. A. A. *et al.* Composição florística da floresta semidecídua de altitude do Parque Municipal da Grota Funda (Atibaia - Estado de São Paulo). *Acta Bot. Bras.*, v. 3, n. 2, p. 51-74, 1989.

- AGUIAR, O. T. de *et al.* Flora fanerogâmica de um trecho da Floresta Densa Secundária no Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo Cunha/Indaiá - Cunha (SP).
- MELO, M. M. R. F. **Composição florística e estrutura de trecho de Mata Atlântica de encosta, na Ilha do Cardoso (Cananéia, SP, Brasil).** 1993. 155 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- NEGREIROS, O. C. de *et al.* **Plano de Manejo para o Parque Estadual da Cantareira.** São Paulo: Instituto Florestal, 1974. 70 p. (Bol. Técn. IF, 10).
- PASTORE, J. A. *et al.* Flora arbóreo-arbustiva do Parque Chico Mendes, município de São Bernardo do Campo (SP). In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Unipress, 1992. p. 269-273. (Rev. Inst. Flor., São Paulo, v. 4, n. único, pt. 1, Edição especial).
- PRANDINI, F. L.; IWASA, O. Y.; OLIVEIRA, A. M. S. A cobertura vegetal nos processos de evolução do relevo: o papel da floresta. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 1992, Campos do Jordão. **Anais...** São Paulo: Unipress. p. 1568-1582. (Silvic. S. Paulo, São Paulo, v. 16A, pt. 1, Edição especial).
- REIS, A. *et al.* Aspectos sobre a conservação da biodiversidade e o manejo da Floresta Tropical Atlântica. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Unipress, 1992. p. 169-173. (Rev. Inst. Flor., São Paulo, v. 4., n. único, pt. 1, Edição especial).
- REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS A. Projeto Madeira de Santa Catarina. *Sellowia*, Itajaí, v. 30, n. 28-30, p. 1-320, 1978.
- \_\_\_\_\_. Projeto Madeira do Rio Grande do Sul. *Sellowia*, Itajaí, v. 34-35, n. 34-35, p. 1-525, 1983.
- RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Recomposição de florestas nativas: princípios gerais e subsídios para uma definição metodológica. *Rev. Bras. Hort. Orn.*, Campinas, v. 2, n. 1, p. 4-15, 1996.
- SANCHEZ, M. **Florística e fitossociologia da vegetação arbórea nas margens do Rio da Fazenda - Parque estadual da Serra do Mar - Núcleo de Picinguaba - Ubatuba, SP.** 1994. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- SERRA FILHO, R. *et al.* **Levantamento da cobertura vegetal natural e reflorestamento no Estado de São Paulo.** São Paulo: Instituto Florestal, 1974. 53 p. (Bol. Técn. IF, 11).
- SHIMOMICHI, P. Y. *et al.* Correlações entre métodos de cálculo de precipitação média mensal em bacia hidrográfica experimental. *Bol. Técn. IF.*, São Paulo, v. 41, n. 1, p. 1-26, 1987.
- SILVA, A. F.; LEITÃO FILHO, H. de F. Composição florística e estrutura de um trecho de Mata Atlântica de encosta no município de Ubatuba (São Paulo, Brasil). *Rev. bras. Bot.*, São Paulo, v. 5, n. 1/2, p. 43-52, 1982.
- SIQUEIRA, M. F. **Análise florística e ordenação de espécies arbóreas da Mata Atlântica através de dados binários.** 1994. 143 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- STRANG, H. E.; SOBRINHO, J. P. L.; TOSETTI, L. D. Parques Estaduais do Brasil, sua caracterização e essências nativas mais importantes. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 1982, Campos do Jordão. **Anais...** São Paulo: Unipress, 1982. p. 1588-1712. (Silvic. S. Paulo, São Paulo, 16A, pt. 3, Edição especial).
- TABARELLI, M.; VILLANI, J. P.; MANTOVANI, W. Aspectos da sucessão secundária em trecho da floresta atlântica no Parque Estadual da Serra do Mar, SP. *Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, v. 5, n. 1, p. 99-112, 1993.
- \_\_\_\_\_. Estudo comparativo da vegetação de dois trechos de floresta secundária no Núcleo Santa Virgínia, Parque Estadual da Serra do Mar, SP. *Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, v. 6, n. único, p. 1-11, 1994.
- VELOSO, H. D. *et al.* **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal.** Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1991. 124 p.
- VILAS BOAS, S.; CARVALHO, W. A.; PFEIFER, R. M. Relações entre parâmetros dimensionais de bacias hidrográficas e solos do Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo Cunha, SP. *Silvic. S. Paulo*, São Paulo, v. 20/22, p. 57-67, 1986/88.

# SISTEMA DE REPRODUÇÃO EM POPULAÇÕES DE *Esenbeckia leiocarpa* Engl.<sup>1</sup>

Carlos Eduardo Sicoli SEOANE<sup>2</sup>

Alexandre Magno SEBBENN<sup>3</sup>

Paulo Yoshio KAGEYAMA<sup>4</sup>

## RESUMO

O sistema de reprodução de duas populações naturais de *Esenbeckia leiocarpa* (guarantã) foi estudado em dois fragmentos florestais do Estado de São Paulo, a partir da análise de eletroforese de isoenzimas. A análise da taxa de cruzamento mostrou a espécie como alógama, porém o teste de homogeneidade nas frequências do conjunto gênico do pólen e dos óvulos e a correlação de paternidade ( $\hat{r}_p$ ) revelaram que os cruzamentos nas populações naturais de *E. leiocarpa* não foram aleatórios, gerando uma pequena quantidade de indivíduos por cruzamentos entre aparentados e preferenciais. A correlação da taxa de autofecundação ( $\hat{r}_s$ ) revelou que os indivíduos de autofecundação encontram-se aleatoriamente distribuídos dentro das progênies e a correlação de paternidade ( $\hat{r}_p$ ) indicou a existência de uma alta proporção de irmãos completos dentro das progênies de polinização livre. Por sua vez, comparando os parâmetros do sistema de reprodução entre os fragmentos, verificou-se a ausência de diferenças entre o maior (Caetetus) e o menor (Ibicatu) fragmento.

**Palavras-chave:** sistema de reprodução; *Esenbeckia leiocarpa*; eletroforese de isoenzimas; genética de populações; fragmentação florestal.

## 1 INTRODUÇÃO

Estudos da estrutura genética das populações naturais buscam descrever os níveis e a distribuição da variabilidade genética entre e dentro de populações. Esta distribuição é decorrente do sistema de reprodução, da forma de cruzamento e da síndrome de dispersão de pólen e sementes. Tais fatores permitem explicar o comportamento dos alelos nas populações (Wright, 1943).

A fragmentação florestal, além de isolar reprodutivamente indivíduos que contêm apenas uma pequena amostra do conjunto gênico da população original (gargalo genético), pode causar

## ABSTRACT

The mating system of two natural populations of *Esenbeckia leiocarpa* (guarantã) was studied in two forests fragments in São Paulo State, by isoenzymes. The mating system showed that the species is allogamous, but the homogeneity of pollen and ovules allele frequencies and the paternity correlation ( $\hat{r}_p$ ) showed that outcrossing in natural populations of *E. leiocarpa* was not random, generating a small number of individuals by outcrossing among relatives and preferentials. The selfing correlation ( $\hat{r}_s$ ) demonstrated that self-fertilization individuals are found randomly distributed within progenies and the paternity correlation ( $\hat{r}_p$ ) indicated the existence of high proportions of full-sibs within outcrossing progenies. In comparing the mating system parameters between fragments, differences were not observed between the larger (Caetetus) and smaller (Ibicatu) fragments.

**Key words:** mating system; *Esenbeckia leiocarpa*; electrophoresis isozymes; population genetics; forest fragmentation.

continua perda de alelos por deriva genética, caso a população remanescente permaneça isolada por várias gerações (Hamrick, 1989). As predições teóricas indicam que quando se tem poucas gerações, os resultados observados se devem ao efeito de gargalo genético (Young *et al.*, 1996) e quanto menor for o remanescente populacional, maior será a perda da variabilidade genética.

A curto prazo, a perda de variabilidade genética pode reduzir a aptidão individual da espécie, inviabilizando o remanescente populacional. A longo prazo, a redução da riqueza alélica deve limitar a habilidade das espécies a responderem às mudanças devidas à ação de forças seletivas (Ellstrand & Ellan, 1993).

(1) Aceito para publicação em março de 2001.

(2) R. Carlos de Campos, 271, Alemães, 13418-240, Piracicaba, SP, Brasil. E-mail: amsebben@carpa.ciagri.usp.br

(3) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01050-970, São Paulo, SP, Brasil.

(4) ESALQ/USP, Av. Pádua Dias, 11, 13418-900, Piracicaba, SP, Brasil. E-mail: kageyama@carpa.ciagri.usp.br

*E. leiocarpa*, ou guarantã, é espécie da família Rutaceae, semidecídua e esciófita, característica da floresta latifoliada primária, onde apresenta distribuição espacial agregada, na forma de reboleiras, consideradas neste trabalho como subpopulações, que podem se estender por centenas de metros. A polinização é miofilica, com fecundação cruzada obrigatória (Crestana *et al.*, 1982). O fruto é autocórico, podendo ser lançado até cinco metros de distância da planta mãe. As sementes são uma recompensa em potencial para dispersores. Como a miofilia e a autocoria são pouco eficientes em termos de distância de dispersão, os indivíduos dentro das subpopulações, provavelmente apresentam um maior grau de parentesco entre si do que indivíduos de diferentes subpopulações, ou seja, as subpopulações devem consistir de estruturas de famílias. Assim sendo, importante fração da variabilidade genética das populações seria dada pelo grande número de subpopulações que constituem a população em ambientes naturais ou em fragmentos maiores. Contudo, em fragmentos de tamanho reduzido, o fluxo gênico ficará restrito entre as subpopulações remanescentes, o que poderá acarretar em erosão genética por efeito de deriva genética, a longo prazo.

A deriva genética acarreta em endogamia, podendo ser detectada na análise do sistema de reprodução, pelos cruzamentos entre aparentados. Considerando ainda, que o sistema de cruzamento determina como os genes são transmitidos de uma geração para outra e como estes são organizado nos indivíduos, ele tem um papel fundamental na determinação da estrutura genética das populações, juntamente com os mecanismos de dispersão de pólen e sementes (Hamrick & Loveless, 1986; Hamrick & Schnabel, 1985).

Este estudo objetivou estimar o sistema de cruzamento de duas populações de *E. leiocarpa* em dois fragmentos de diferentes tamanhos, a fim de verificar os efeitos da fragmentação sobre o sistema de reprodução da espécie.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em dois fragmentos de Floresta Mesófila Semidecídua, Caetetus e Ibicatu.

Estação Ecológica de Caetetus, que ocupa uma área de 2.178 hectares e localiza-se entre as Latitudes 22°22' e 22°27'S e Longitudes de 49°40' a 49°43'W, entre os municípios de Gália e Alvinlândia-SP; Estação Ecológica de Ibicatu, que ocupa uma área de 76 hectares, e localiza-se entre as Latitudes 22°47' e 22°48' S e Longitudes de 47°49' a 47°50'W, no município de Piracicaba-SP. Ambas as estações são patrimônios do Instituto Florestal de São Paulo. A distância entre os dois fragmentos é de aproximadamente 250 km. A espécie apresenta distribuição agregada em reboleiras compostas por até 100 plantas. Para a caracterização do sistema de reprodução foram coletadas sementes de 10 matrizes de cada população. Também foram amostrados 20 indivíduos adultos em duas subpopulações de cada fragmento, totalizando 40 indivíduos por população, a fim de comparar-se os níveis de endogamia entre a geração adulta que deu origem às sementes e a geração das sementes. As sementes foram germinadas e 20 plantas de cada matriz (progênies) foram genotipadas para seis sistemas isoenzimáticos. A eletroforese de isoenzimas foi realizada no Laboratório de Reprodução e Genética de Espécies Arbóreas (LARGEA/ESALQ/USP), em Piracicaba, SP, com tecidos foliares segundo a metodologia proposta por Kephart (1990) e Alfenas (1998). A eletroforese foi a horizontal, conduzida em meio suporte de gel de amido de milho (penetrose 30) a 13%. O tampão de cuba e gel utilizado foi o Citrato Morfolina (CM, pH 6.1 - Clayton & Tretiak, 1972). As enzimas foram extraídas de tecidos foliares, empregando-se aproximadamente 20 mg de tecido de limbo foliar, 10 mg de areia lavada, 7 mg de Polivinil Pirrolidona (PVP 40), 7 mg de Polivinil Pirrolidona (PVP-60) e 200 microlitros da solução de extração número 1 de Alfenas (1998), alterada pela ausência de Mercaptoetanol. As isoenzimas reveladas foram: Alfa-Esterase ( $\alpha$ -EST-E.C. 3.1.1.1), 6-Fosfogluconato Desidrogenase (6PGDH-E.C. 1.1.1.44), Fosfoglucoose Isomerase (PGI-E.C. 5.3.1.9), Malato Desidrogenase (MDH-E.C. 1.1.1.37), Peroxidase (PRX-E.C. 1.11.1.7) e Xiquimato Desidrogenase (SKDH-E.C. 1.1.1.25). As receitas de revelação das isoenzimas encontram-se em Alfenas (1998).

A partir dos genótipos individuais estimou-se as frequências alélicas que por sua vez permitiram os cálculos dos índices de diversidade genética como: heterozigosidade média observada ( $\hat{H}_o$ ), heterozigosidade média esperada segundo expectativas do equilíbrio de Hardy-Weinberg ( $\hat{H}_e$ ) e índice de fixação de Wright ( $\hat{f}$ ). Estes índices foram obtidos a partir do programa BIOSYS1 de Swofford & Selander (1989).

O sistema de reprodução das populações de *E. leiocarpa* foi analisado com base no modelo de cruzamento misto de Ritland & Jain (1981), com o auxílio do programa "Multilocus MLTR" de Ritland (1997). Foi estimado: 1) a taxa de cruzamento multilocus da população ( $\hat{t}_m$ ), pelo método de máxima verossimilhança (Expectation-Maximization - EM); 2) a taxa de cruzamento média unilocus da população ( $\hat{t}_s$ ); 3) a taxa de cruzamento entre aparentados ( $\hat{t}_p = \hat{t}_m - \hat{t}_s$ ); 4) as frequências alélicas dos óvulos e do pólen ( $o$  e  $p$ ), também pelo método de máxima verossimilhança; 5) a correlação de autofecundação ( $\hat{r}_s$ ), e 6) a correlação de cruzamento paterno ( $\hat{r}_p$ ). O modelo de cruzamento misto assume que as progênies resultam de uma mistura de cruzamentos aleatórios e autofecundação, cujas pressuposições básicas são: a) que o conjunto de pólen é homogêneo para o cruzamento de todos os genótipos maternos; b) que os alelos de diferentes locos segregam independentemente, e c) que os locos avaliados não sofreram seleção ou mutação entre o evento reprodutivo e a análise dos indivíduos (Ritland & Jain, 1981; Ritland, 1990; Ritland, 1997). Para estimar o erro padrão da média de  $\hat{t}_m$ ,  $\hat{t}_s$ ,  $\hat{t}_p$ ,  $\hat{r}_s$ ,  $\hat{r}_p$ ,  $o$  e  $p$ , utilizou-se o procedimento de reamostragem do tipo *bootstrap*, com 1000 reamostragens, onde as unidades de amostragem foram as plantas dentro das progênies. O teste de cruzamentos aleatórios foi realizado pelo teste de homogeneidade das frequências alélicas dos óvulos e do pólen, pela estimativa  $\hat{F}_{ST}$  (Wright, 1965), utilizando-a apenas como uma medida de divergência genética entre frequências alélicas de

grupos distintos. Para testar a significância de  $\hat{F}_{ST}$ , para cada loco, aplicou-se o teste de qui-quadrado [ $\chi^2 = 2n\hat{F}_{ST}(k-1)$ ; GL =  $(k-1)(s-1)$ ], proposto por Workman & Niswander (1970), onde:  $n$  = número de gametas nos dois grupos (pólen e óvulos),  $k$  = número de alelos e  $s$  = número de grupos (2 - pólen e óvulo). O índice de fixação em nível de progênies ( $\hat{f}$ ) e de indivíduos adultos ( $\hat{f}_p$ ) foi obtido por análise de variância das frequências gênicas para cada população e seus respectivos intervalos de confiança por 10.000 reamostragens *bootstrap*, estimativas obtidas pelo programa GDA (Lewis & Zaykin, 1999).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A taxa de cruzamento multilocus ( $\hat{t}_m$ ) foi alta ( $> 0,925$ ) nas duas populações, indicando que a espécie é de reprodução mista, predominantemente alógama (TABELA 1). Contudo, considerando o intervalo de confiança da estimativa de  $\hat{t}_m$  verifica-se que estas estimativas não são diferentes de 1,0, logo existe 50% de probabilidade da espécie ser totalmente alógama. Crestana *et al.* (1982) estudaram o sistema de reprodução de *E. leiocarpa* por polinização controlada, concluindo que a espécie é alógama e auto-incompatível. A taxa de cruzamento média inferior a 1,0 e a probabilidade de 50% deste valor ser ainda menor que a média estimada, pode ser erro de amostragem. Uma das maiores fontes de erros nas estimativas da taxa de cruzamento, pelo modelo misto de reprodução de Ritland & Jain (1981) é a violação da pressuposição de homogeneidade nas frequências alélicas dos óvulos e do pólen. Na TABELA 2, observa-se que dos sete locos avaliados no fragmento Cactetus, dois apresentaram desvios do modelo de homogeneidade nas frequências alélicas dos óvulos e do pólen e no fragmento Ibicatu três dos seis locos. Este resultado pode ter contribuído para erros nas estimativas da taxa de cruzamento. Ainda, a falta de homogeneidade indica que os cruzamentos não foram aleatórios, tendo ocorrido também cruzamentos preferenciais.

TABELA 1 - Taxa de cruzamento multilocos da planta materna ( $\hat{t}$ ), parâmetros do sistema de reprodução e índices de diversidade genética nas populações de *E. leiocarpa* em dois fragmentos (Caetetus e Ibicatu).

	Caetetus	Ibicatu
Progênie 1 ( $\hat{t}$ )	1,00 (0,00)	0,72 (0,30)
Progênie 2 ( $\hat{t}$ )	0,90 (0,11)	1,00 (0,00)
Progênie 3 ( $\hat{t}$ )	1,00 (0,00)	0,60 (0,14)
Progênie 4 ( $\hat{t}$ )	1,00 (0,00)	0,51 (0,16)
Progênie 5 ( $\hat{t}$ )	0,99 (0,01)	1,00 (0,01)
Progênie 6 ( $\hat{t}$ )	0,92 (0,20)	0,95 (0,10)
Progênie 7 ( $\hat{t}$ )	0,29 (0,13)	1,00 (0,00)
Progênie 8 ( $\hat{t}$ )	0,98 (0,11)	1,00 (0,00)
Progênie 9 ( $\hat{t}$ )	1,00 (0,00)	0,76 (0,18)
Progênie 10 ( $\hat{t}$ )	0,39 (0,12)	0,74 (0,15)
Taxa de cruzamento multilocos ( $\hat{t}_m$ )	0,925 (0,081)	0,997 (0,017)
Taxa de cruzamento unilocos ( $\hat{t}_s$ )	0,859 (0,065)	0,937 (0,020)
Taxa de cruz. entre aparentados ( $\hat{t}_p = \hat{t}_m - \hat{t}_s$ )	0,066 (0,032)	0,061 (0,018)
Correlação de autofecundação ( $\hat{r}_s$ )	0,099 (0,033)	0,104 (0,004)
Correlação de paternidade ( $\hat{r}_p$ )	0,986 (0,037)	0,749 (0,080)
Heterozigosidade observada ( $\hat{H}_o$ )	0,183 (0,075)	0,168 (0,084)
Heterozigosidade esperada ( $\hat{H}_e$ )	0,168 (0,072)	0,172 (0,079)
Índice de fixação nas progênies ( $\hat{f}$ )	-0,068 [-0,243 a 0,245]	-0,001 [-0,091 a 0,091]
Índice de fixação nos adultos ( $\hat{f}_p$ )	-0,187 [-0,367 a 0,246]	-0,040 [-0,095 a 0,199]

( ): erro padrão da média; [ ]: intervalo de confiança, obtido por 10.000 reamostragens *bootstrap*.

TABELA 2 - Divergência genética entre frequências alélicas dos óvulos e do pólen ( $\hat{F}_{ST}$ ) e teste de qui-quadrado ( $\chi^2$ ) em duas populações de *E. leiocarpa*.

Loco	Al.	Pop. Caetetus				Pop. Ibicatu			
		Pólen	Óvulo	$\hat{F}_{ST}$	$\chi^2$	Pólen	Óvulo	$\hat{F}_{ST}$	$\chi^2$
6Pgd1	1	---	---	---	---	0,982 (0,012)	0,952 (0,002)		[1]
	2	---	---	---	---	0,018 (0,012)	0,048 (0,002)	0,007	1,41
Skdh 1	1	0,995 (0,003)	0,952 (0,002)		[1]	---	---		---
	2	0,005 (0,003)	0,048 (0,002)	0,018	3,58*	---	---	---	---
Mdh 1	1	0,994 (0,004)	0,950 (0,034)		[1]	---	---		---
	2	0,006 (0,004)	0,050 (0,034)	0,018	2,19	---	---	---	---
Mdh 3	1	0,950 (0,019)	0,950 (0,031)		[1]	0,720 (0,078)	0,619 (0,072)		
	2	0,050 (0,019)	0,050 (0,031)	0,0	0,0	0,245 (0,085)	0,333 (0,072)		[2]
	3	---	---			0,034 (0,027)	0,048 (0,002)	0,010	3,65
Mdh 4	1	0,967 (0,011)	0,850 (0,058)			0,942 (0,023)	0,810 (0,063)		
	2	0,027 (0,011)	0,050 (0,030)		[2]	0,039 (0,018)	0,143 (0,065)		[2]
	3	0,005 (0,000)	0,100 (0,055)	0,034	12,38**	0,019 (0,009)	0,048 (0,002)	0,033	12,22**
Pgi 1	1	0,702 (0,045)	0,700 (0,072)		[1]	0,815 (0,097)	0,600 (0,089)		[1]
	2	0,298 (0,045)	0,300 (0,072)	0,0	0,0	0,185 (0,097)	0,400 (0,089)	0,056	9,10**
Est 1	1	0,465 (0,112)	0,350 (0,073)			0,184 (0,069)	0,048 (0,033)		
	2	0,250 (0,079)	0,250 (0,104)		[2]	0,564 (0,097)	0,524 (0,052)		
	3	0,285 (0,070)	0,400 (0,100)	0,010	3,80	0,238 (0,082)	0,381 (0,063)		[3]
	4	---	---			0,014 (0,008)	0,048 (0,002)	0,016	6,34
Prx 1	1	0,179 (0,046)	0,190 (0,071)			0,646 (0,165)	0,700 (0,096)		
	2	0,342 (0,059)	0,333 (0,085)			0,158 (0,067)	0,250 (0,082)		[2]
	3	0,474 (0,072)	0,429 (0,043)		[3]	0,196 (0,128)	0,050 (0,029)	0,017	6,27*
	4	0,006 (0,003)	0,048 (0,002)	0,002	0,57	---	---		

( ): erro padrão da média; [ ] graus de liberdade; \*\* e \*: significativo em nível de 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

Vale ressaltar, ainda, que a auto-incompatibilidade é um mecanismo que atua em diferentes etapas do processo de florescimento das plantas, podendo existir fases em que a autofecundação seja possível. Esta poderia ser uma das explicações para os resultados observados. De qualquer forma, a estimativa de  $\hat{t}_m$  foi alta (mínimo de 0,925), sugerindo que a espécie apresenta populações com altos níveis de heterozigose, fato confirmado pelas altas estimativas da heterozigosidade observada ( $\hat{H}_o$ ) e esperada ( $\hat{H}_e$ ). As heterozigosidades foram no mínimo 0,168, valor similar ao estimado para espécies polinizadas por animais (0,167) e superior a espécies de dispersão das sementes do tipo explosiva (0,097) e arbóreas tropicais (0,142), segundo estudos de Hamrick & Godt (1989).

Entretanto, apesar das altas taxas de cruzamentos obtidas, a taxa de cruzamento unilocos ( $\hat{t}_s$ ) foi inferior à taxa de cruzamento multilocos ( $\hat{t}_m$ ), demonstrando que ocorreram cruzamentos entre aparentados,  $\hat{t}_p$  (Shaw & Allard, 1982; Ritland & El-Kassaby, 1985; Ritland, 1990). Ambas as populações apresentaram aproximadamente 6% de cruzamentos entre aparentados, sendo estas estimativas significativas, de acordo com seus intervalos de confiança. O cruzamento entre aparentados gera endogamia dentro das populações, apesar de ser menos drástico do que a autofecundação efetiva (Allard, 1971). As estimativas significativas de  $\hat{t}_p$  também sugerem que as populações apresentam subpopulações estruturadas em famílias, colaborando para a hipótese de que as espécies que apresentam distribuição agregada, apresentam estrutura genética intrapopulacional. Este resultado é de grande importância para o caso de submeter-se *E. leiocarpa* a programas de melhoramento genético. Em tal situação, o parentesco deve ser considerado nas estimativas dos parâmetros genéticos, caso contrário corre-se o risco de obter-se estimativas errôneas da variância genética aditiva e parâmetros afins (Squillace, 1974; Surles *et al.*, 1990).

As estimativas da correlação de autofecundação ( $\hat{r}_s$ ) foram baixas (máximo de 0,104), mas significativas, sugerindo que em ambos os fragmentos os indivíduos de autofecundação

encontram-se aleatoriamente distribuídos nas progênies, não existindo a tendência de algumas progênies apresentarem mais indivíduos de autofecundação do que outras. Por sua vez, a correlação de paternidade ( $\hat{r}_p$ ) foi alta (mínimo de 0,749) e significativa em ambas as populações, confirmando o resultado anterior revelado pela heterogeneidade entre as frequências alélicas dos óvulos e do pólen, isto é, ocorreram cruzamentos preferenciais nas populações. Já a magnitude de  $\hat{r}_p$  evidencia que as progênies originadas por cruzamentos são compostas em grande parte por irmãos completos, tendo uma menor proporção de meios irmãos. Assim, a partir destes resultados, pode-se esperar que na média das populações, a progênie de uma planta materna seja composta, principalmente, por indivíduos de cruzamento, sendo que estes, por sua vez, são na maioria irmãos completos. Este resultado também deve ser considerado em programas de melhoramento, caso contrário, as estimativas de parâmetros genéticos terão pouco valor na caracterização das populações.

A taxa de cruzamento a nível de plantas maternas variou consideravelmente dentro das populações (TABELA 1). Nas duas populações, seis das dez plantas maternas apresentaram taxas de cruzamento inferior a 1,0, sendo contudo, apenas duas significativamente diferentes de 1,0 na população Caetetus (progênies 7 e 10) e quatro na população Ibicatu (progênies 3, 4, 9 e 10), a julgar pelo erro padrão da média. As taxas inferiores a 1,0 podem ter duas explicações: primeiro, o mecanismo de auto-incompatibilidade não atua durante todo o processo de florescimento ou varia entre plantas, sendo que a autofecundação detectada teria ocorrido durante o período em que este não estava atuando, ou apenas em plantas que não apresentam auto-incompatibilidade; segundo, a taxa de autofecundação detectada, a nível de plantas maternas, seria na verdade cruzamento entre aparentados e como a estimativa multilocos da taxa de cruzamento individual não separa a taxa de autofecundação da taxa de cruzamento entre aparentados, como no caso das estimativas médias populacionais, a taxa de cruzamento entre aparentados teria sido confundida com a taxa de autofecundação. As duas hipóteses são plausíveis e um estudo detalhado da herança e expressão da auto-incompatibilidade pode evidenciar melhor este resultado.

Comparando-se os níveis de fixação de alelos entre a geração de progênies ( $f$ ) e a adulta ( $f_p$ ), verifica-se que em todos os casos existe um pequeno excesso de heterozigotos, em relação ao modelo de EHW, porém estes índices não foram diferentes de zero, de acordo com o intervalo de confiança, podendo-se assim afirmar que as populações encontram-se em EHW. Todavia, observa-se em ambas as populações que o índice de fixação na geração de adultos (-0,187 e -0,040) tende a conter maior excesso de heterozigotos, relativamente às progênies (-0,068 e -0,001), sugerindo seleção para heterozigotos entre a fase de plântula e a fase adulta. Por sua vez, considerando as isoenzimas como marcador neutro, a seleção para heterozigotos poderia ser atribuída ao efeito de ligação entre locos isoenzimáticos e de efeito adaptativo.

Finalmente, verifica-se que, de modo geral, os resultados não mostraram diferenças marcantes na taxa de cruzamento entre o maior fragmento (Caetetus) e o menor (Ibicatu). A maior diferença detectada foi o dobro do número de plantas maternas com taxa de cruzamento baixa e significativa no fragmento Ibicatu em relação à população Caetetus.

#### 4 CONCLUSÕES

1. A análise da taxa de cruzamento de *E. leiocarpa* mostrou a espécie como alógama.
2. O teste de homogeneidade nas frequências do conjunto gênico do pólen e dos óvulos e a correlação de paternidade ( $\hat{r}_p$ ) revelaram que os cruzamentos nas populações naturais de *E. leiocarpa* não foram alcatórios, gerando uma pequena quantidade de indivíduos por cruzamentos entre aparentados e preferenciais.
3. A correlação de autofecundação ( $\hat{r}_s$ ) revelou que os indivíduos de autofecundação encontram-se aleatoriamente distribuídos dentro das progênies e a correlação de paternidade ( $\hat{r}_p$ ) indicou a existência de uma alta proporção de irmãos completos entre indivíduos de cruzamento, dentro das progênies.
4. Não foram detectadas diferenças na taxa de cruzamento entre o maior (Caetetus) e o menor (Ibicatu) fragmento.

#### 5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Florestal de São Paulo pela permissão para a amostragem na Estação Ecológica de Ibicatu-SP e Estação Ecológica de Caetetus-SP. Os autores também são gratos à FAPESP pelo suporte financeiro ao trabalho e pela concessão da bolsa de mestrado para o primeiro autor.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFENAS, S. A. **Eletroforese de isoenzimas e proteínas afins: fundamentos e aplicações em plantas e microrganismos.** Viçosa: UFV, 1998. 574 p.
- ALLARD, R. W. **Princípios do melhoramento genético das plantas.** São Paulo: Edgard Blucher, 1971. 381 p.
- CLAYTON, J.; TRETIAK, D. Amine-citrate buffers for pH control in starch gel electrophoresis. **Journal Fisheries Research Board Canadian, Canada**, v. 29, p. 1169-72, 1972.
- CRESTANA, C. S. M.; DIAS, I. S.; KAGEYAMA, P. Y. **Biologia floral do guarantã (*Esenbeckia leiocarpa* Engl.).** In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 4., 1982, Belo Horizonte. **Anais...** São Paulo: SBS, 1982. (Silvicultura, São Paulo, v. 28, p. 35-38, 1982).
- ELLSTRAND, N. C.; ELLAN, D. R. Population genetic consequences of small population sizes: implication for plant conservation. **Annual Review on Ecological Systematics, Davis**, v. 24, p. 217-242, 1993.
- HAMRICK, J. L. Isozymes and analysis of genetic structure in plant populations. In: SOLTIS, D. E.; SOLTIS, P. (Ed.). **Isozymes and the analysis of genetic structure in plant populations.** London: Chapman and Hall Ltd., 1989. p. 87-105.
- \_\_\_\_\_; GODT, M. J. W. Allozyme diversity in plant species. In: BROWN, A. H. D. *et al.* (Ed.). **Plant population genetics, breeding and genetic resources.** Massachusetts: Sinauer, Sunderland, 1989. p. 43-63.

- HAMRICK, J. L.; LOVELESS, M. D. The influence of seed dispersal mechanisms on the genetic structure of plant populations. In: ESTRADA, A.; FLEMING, T. H. (Ed.). *Frugivores and seed dispersal*. New York: Junk Publishers, 1986. cap. 17. 392 p.
- \_\_\_\_\_.; SCHNABEL, A. Understanding the genetic structure of plant populations: some old problems and a new approach. In: GREGORIOUS, H. R. (Ed.). *Lecture notes in biomathematic; population genetics in forestry*. Berlin: Springer Verlag, 1985. p. 50-70.
- KEPHART, S. R. Starch gel electrophoresis of plant isozymes: a comparative analysis of techniques. *American Journal of Botany*, Oklahoma, v. 77, n. 5, p. 693-712, 1990.
- LEWIS, P. O.; ZAYKIN, D. **Genetic date analysis**. Versão 1.0 para Windows 3.1. 1999. (Não publicado).
- RITLAND, K. Series of FORTRAN computer programs for estimating plant mating systems. *Journal of Heredity*, Cary, v. 81, p. 235-237, 1990.
- \_\_\_\_\_. **Multilocus mating system program MLTR: version 1.1**. Canada: University of Toronto, 1997. (Não publicado).
- \_\_\_\_\_.; EL-KASSABY, Y. A. The nature of inbreeding in a seed orchard of Douglas-Fir as shown by an efficient multilocus model. *Theoretical Applied Genetics*, Berlin, v. 71, p. 375-384, 1985.
- \_\_\_\_\_.; JAIN, S. A model for the estimation of outcrossing rate and gene frequencies using independent loci. *Heredity*, Lund, v. 47, p. 35-52, 1981.
- SHAW, D. V.; ALLARD, R. W. Estimation of outcrossing rates in Douglas-Fir using isozyme markers. *Theoretical Applied Genetics*, Berlin, v. 62, p. 113-120, 1982.
- SQUILLACE, A. E. Average genetic correlations among offspring from open-pollinated forest trees. *Silvae Genetica*, Frankfurt, v. 23, p. 149-156, 1974.
- SURLES, S. E. *et al.* Genetic relatedness in open-pollinated families of two leguminous tree species, *Robinia pseudoacacia* L. and *Gleditsia triacanthos* L. *Theoretical Applied Genetics*, Berlin, v. 80, p. 49-56, 1990.
- SWOFFORD, D. L.; SELANDER, R. B. BIOSYS-1. A FORTRAN computer program for the analysis of allelic variation in population genetics and biochemical systematics. *Journal of Heredity*, Cary, v. 72, p. 282-283, 1989.
- WORKMAN, P.; NISWANDER, J.L. Population studies on southwestern Indian tribes. II. Local genetic differentiation in the Papago. *American Journal Human Genetic*, Chicago, v. 22, p. 24-49, 1970.
- WRIGHT, S. Isolation by distance. *Genetics*, Washington, v. 28, p. 114-138, 1943.
- \_\_\_\_\_. The interpretation of population structure by *F*-statistics with special regard to systems of mating. *Evolution*, San Francisco, v. 19, p. 395-420, 1965.
- YOUNG, A.; BOYLE, T.; BROWN, A. H. D. The population genetic consequences of habitat fragmentation for plants. *Tree*, Victoria, v. 11, n. 10, p. 413-418, 1996.

# PLANTIO DE ESPÉCIES NATIVAS CONSORCIADAS COM LEGUMINOSAS EM SOLO DE CERRADO\*

Demétrio Vasco de TOLEDO FILHO\*\*  
José Eduardo de Arruda BERTONI\*\*\*

## RESUMO

Em área degradada, originalmente ocupada por cerrado, localizada na Estação Experimental de Mogi Mirim-SP, instalou-se uma pesquisa para observar o comportamento silvicultural de 35 espécies arbóreas nativas consorciadas com 6 espécies de leguminosas arbustivas e herbáceas, utilizadas como adubação verde. Foi aplicado calcário no solo e adubo orgânico nas covas, adotando o espaçamento de 3,0 m x 3,0 m. Após 4 anos observou-se que as condições físico-químicas e biológicas do solo melhoraram e que as leguminosas arbustivas tiveram um melhor desempenho que as herbáceas. Entre as espécies nativas, destacaram-se em crescimento: *Dalbergia nigra*, *Sterculia chicha*, *Parkia multijuga* e *Maclura tinctoria*. Outras espécies não se adaptaram por problemas de solo, clima e grupo ecológico. Concluiu-se que o sistema adotado favoreceu a regeneração natural do cerrado e que pode ser recomendado para a recuperação de florestas naturais.

Palavras-chave: recomposição florestal; regeneração de cerrado; adubação verde.

## 1 INTRODUÇÃO

O interesse em programas de recuperação de áreas degradadas com espécies nativas vem aumentando nos últimos anos, incentivados por órgãos estatais, municipais e empresariais, motivados por espírito conservacionista ou pela pressão da sociedade e da legislação florestal.

Baseados em estudos realizados por universidades e institutos de pesquisa, os sistemas de restauração de ecossistemas alterados sofreram uma grande evolução na última década. Segundo Gandolfi & Rodrigues (1996), o método a ser empregado será definido conforme o grau de ações antrópicas que o ambiente sofreu, objetivos que se quer alcançar na recuperação e a proximidade de fontes de sementes e propágulos.

## ABSTRACT

At a degraded area originally taken up by "cerrado" vegetation, localized into the Mogi Mirim Experimental Station, State of São Paulo, an investigation was installed to look at the silvicultural behavior of 35 native forest species associated with six species of shrubby and herbaceous leguminous plants used like vegetable manuring. Limestone has been applied on the soil and organic fertilizer has put into the hollow, by profiting 3.0 m x 3.0 m like spacing. Four years later it was observed that soil physicochemistry and biological conditions turn better and shrubby leguminous plants had better performance than herbaceous leguminous plants. Among native species the following were detached on growth: *Dalbergia nigra*, *Sterculia chicha*, *Parkia multijuga* and *Maclura tinctoria*. Another species did not adapt themselves due to problems from soil, climate and ecological cluster of trees. It has followed that the accepted system did a favor to the natural regeneration of "cerrado" vegetation and it may be commended for natural forests recuperation.

Key words: forest recuperation; "cerrado" regeneration; vegetable manuring.

Para Carpanezzi (1998), ecossistema perturbado é aquele que sofreu distúrbio, mas dispõe de meios de regeneração biótica; ecossistema degradado é aquele que, após a ação antrópica, sua regeneração natural é muito difícil ou lenta, apresentando baixa resiliência ou capacidade de se auto-regenerar. Considera-se restauração de uma floresta o retorno das suas condições originais, e reabilitação a volta de algumas características desejáveis.

Em áreas degradadas, com a intervenção de tecnologia apropriada, pode-se acelerar a recuperação de parte do ecossistema primitivo, melhorando inicialmente as condições do sítio edáfico, com a formação de um talhão inicial de floresta, que irá propiciar um processo de sucessão vegetal (Corrêa & Cardoso, 1998 e Ferretti, 1998).

(\*) Aceito para publicação em abril de 2001.

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

(\*\*\*) Instituto Agrônomo, Caixa Postal 28, 13801-970, Campinas, SP, Brasil.

Na composição de florestas do Sudeste brasileiro, existem centenas de espécies que podem ser recomendadas para a recuperação de áreas degradadas, citadas por Reitz *et al.* (1978), Inoue *et al.* (1984), Lorenzi (1992), Crestana *et al.* (1993) e Carvalho (1994). Muitas já são conhecidas, pela divulgação em publicações, de suas características silviculturais. Outras, por não serem ainda testadas, não são utilizadas nos programas de recomposição.

A utilização de adubação verde com espécies de leguminosas, há décadas vem sendo empregada na agricultura, com grande sucesso na recuperação das propriedades físicas e químicas do solo. Na área florestal, esta prática é pouco difundida, sendo um importante recurso natural para diminuir os custos de implantação de florestas naturais e acelerar a sua regeneração.

O objetivo da presente pesquisa foi estudar o comportamento silvicultural de 35 espécies florestais nativas, analisar a consorciação com 6 espécies de leguminosas recomendadas para adubação verde, os benefícios causados para o sítio edáfico e a regeneração natural em área degradada ocupada primitivamente por vegetação de cerrado.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na Estação Experimental de Mogi Mirim, pertencente ao Instituto Florestal, localizada a 22°27'S e 46°57'W. O tipo climático da região é Cwa, segundo Koeppen, mesotérmico de inverno seco, a altitude é de 640 m, precipitação média anual de 1.355 mm, temperatura média anual de 20,3°C e com déficit hídrico em torno de 19 mm (Veiga, 1975).

O solo local pertence a unidade LVa, Latossol Vermelho-amarelo, fase arenosa, ácido e pobre em nutrientes minerais, coberto primitivamente com vegetação de cerradão (Toledo Filho *et al.*, 1984).

Foram retiradas duas amostras de solo, na profundidade de 0-20 cm, antes da instalação da pesquisa e duas no terceiro ano, para acompanhar as mudanças químicas do local.

A área onde foi implantado o experimento sofreu ações antrópicas com cultura de *Pinus* sp, seguida da ocorrência de fogo, destoca e retirada de terra da superfície, além de compactação e invasão de gramíneas, principalmente *Brachiaria decumbens*, apresentando baixa resiliência.

Antes do plantio, houve o controle de formigas cortadeiras e cupins, aplicação de calcário, sendo o solo gradeado mecanicamente. A dosagem do calcário dolomítico, para correção da acidez do solo, foi de 2,0 ton/ha, segundo recomendações de Gonçalves (1995).

As características e indicações das leguminosas para adubação verde foram obtidas com base em Pedro Junior *et al.* (1986) e Trani *et al.* (1991), conforme TABELA 1. A semeadura foi realizada em janeiro de 1996, intercalando-se duas linhas de 1,0 m de distância entre as mudas das árvores, as quais foram plantadas no espaçamento de 3,0 m x 3,0 m.

A área da pesquisa foi dividida em 12 parcelas de igual tamanho de 262,5 m<sup>2</sup>, onde foram semeadas as 6 leguminosas, com 2 repetições, aleatoriamente. Na avaliação da consorciação com as leguminosas foram considerados os efeitos do sombreamento, cobertura morta, controle de plantas daninhas, efeito de trepadeira sobre as árvores e capacidade de auto-regeneração.

TABELA 1 - Espécies de leguminosas, de hábito arbustivo (A) e herbáceo (H), utilizadas como adubo verde, com informações do nome popular, porte, ciclo e produção de matéria seca.

Espécie	Hábito	Nome Popular	Ciclo anos	Fitomassa seca Ton/ha/ano
<i>Cajanus cajan</i>	A	guandu	Semi-perene	8 - 12
<i>Crotalaria juncea</i>	A	crotalária	Anual	10 - 15
<i>Tefrosia candida</i>	A	tefrósia	Semi-perene	10 - 12
<i>Canavalia ensiformis</i>	H	feijão-de-porco	Anual	5 - 8
<i>Dolichus lab-lab</i>	H	lab-lab	Anual	5 - 7
<i>Mucuna aterrima</i>	H	mucuna preta	Anual	6 - 8

Foram utilizadas 35 espécies nativas arbóreas, com vasta distribuição nas matas e cerrados brasileiros (TABELA 2) com informações da região de ocorrência e grupo ecológico. Algumas espécies, embora estivessem fora do seu habitat natural, foram incluídas para efeito de pesquisa, sendo que estavam se adaptando em coleções plantadas anteriormente em Mogi Mirim.

Utilizaram-se 10 mudas por espécie, totalizando 350 mudas, as quais foram distribuídas ao acaso no talhão em março de 1996, no compasso foi de 3,0 m x 3,0 m, ocupando uma área de 3.150 m<sup>2</sup>. As mudas estavam embaladas em sacos plásticos de 10,0 litros, com alturas variando de 1,0 a 1,5 m, sendo empregado 10,0 litros de esterco de curral na cova.

Como a área da pesquisa estava dominada por *Brachiaria decumbens*, foram feitas várias capinas após a semeadura das leguminosas, até o ponto do pleno estabelecimento das mesmas, no 1º ano. Foram realizadas medições de altura a partir dos dois anos, altura e DAP aos 3 e 4 anos.

No estudo da regeneração natural, foram analisados os sistemas de reprodução através de dispersão de sementes e vegetativo, com base nos critérios de Seitz (1996) e Ferretti (1998). Foram feitas observações de campo anotando-se as espécies que surgiram espontaneamente e qual o sistema mais provável de dispersão.

TABELA 2 - Espécies arbóreas plantadas na Estação Experimental de Mogi Mirim, com nome popular, região de ocorrência e grupo ecológico a que pertencem.

Espécie Botânica	Nome Popular	Região de Ocorrência	Grupo Ecológico
<i>Aspidosperma parvifolium</i>	guatambu-oliva	BA, MG e GO até RS, flor. est. semid. e pluv. atlânt.	Tardia
<i>Aspidosperma polyneuron</i>	peroba-rosa	BA, MG até o PR, flor. est. semid. e pluv. atlânt.	Tardia
<i>Aspidosperma ramiflorum</i>	guatambu-grande	RJ e MG até SC, flor. pluv. atlânt.	Tardia
<i>Astronium graveolens</i>	guaritá	Sul da BA, ES, MG até RS, flor. est. semid.	Tardia
<i>Balfourodendron riedelianum</i>	pau-marfim	MG e MS até RS, flor. est. semid.	Tardia
<i>Buchenavia tomentosa</i>	tarumarana	TO, GO, BA, MG e MS flor. est. semid.	Climax
<i>Caesalpinia echinata</i>	pau-brasil	CE ao RJ, flor. pluv. atlânt.	Tardia
<i>Calycorectes</i> sp	batinga	MG até PR, flor. pluv. atlânt.	Tardia
<i>Cariniana estrellensis</i>	jequitibá branco	Sul da BA até RS, flor. pluv. atlânt. e est. semid.	Tardia
<i>Cariniana legalis</i>	jequitibá rosa	ES, MG, RJ, SP e MS flor. pluv. atlânt. e est. semid.	Tardia
<i>Casearia sylvestris</i>	guaçatonga	Em todo territ. brasileiro e form. vegetais	Pioneira
<i>Cecropia glaziovii</i>	embaúva	BA até o PR na flor. pluv. atlânt.	Pioneira
<i>Centrolobium tomentosum</i>	araribá	GO, MG até norte do PR, flor. estac. semid.	Tardia
<i>Cordia superba</i>	babosa-branca	MG, SP e Estados adjacentes, na flor. est. semid.	Tardia
<i>Croton priscus</i>	caixeta	SP, MG, MS e norte PR flor. est. semid.	Pioneira
<i>Dalbergia nigra</i>	jacarandá-da-bahia	BA, ES, MG até SP flor. pluv. atlânt.	Inicial
<i>Ficus</i> sp	figueira	Espécie indeterminada, ocorre no Est. de SP	Tardia
<i>Genipa americana</i>	jenipapo	Todo o Brasil em florestas de várzeas	Climax
<i>Gustavia augusta</i>	jeniparana	Reg. Amazônica, de terra firme	Tardia
<i>Jacaranda micrantha</i>	caroba	MG até RS flor. est. semid.	Tardia
<i>Luehea divaricata</i>	açoita-cavalo	Sul da BA, MG, MS até o RS, flor. atlânt. e est. semid.	Inicial
<i>Luetzelburgia auriculata</i>	guaíçara	MG, SP e PR na flor. est. semid.	Tardia
<i>Machaerium scleroxylon</i>	caviúna	GO, MS, MG, até norte do PR flor. est. semid.	Tardia
<i>Maclura tinctoria</i>	taiúva	Nas principais form. flor. do Brasil	Inicial
<i>Nectandra megapotamica</i>	canelinha	MG, RJ até RS na flor. pluv. atlânt.	Climax
<i>Ormosia arborea</i>	olho-de-cabra	BA, MG, MS até SC flor. pluv. atlânt. e est. semid.	Tardia
<i>Parapiptadenia rigida</i>	angico-da-mata	MG e MS até o RS flor. atlânt. e est. semid.	Inicial
<i>Parkia multijuga</i>	benguê	Reg. Amazônica de terra firme	Inicial
<i>Patagonula americana</i>	guajuvira	SP até RS flor. est. semid.	Inicial
<i>Pera obovata</i>	pau-de-tamanco	MG e RJ até SC, flor. est. semid. e cerrado	Tardia
<i>Poecilanthe parviflora</i>	coração-de-negro	MT, MS, SP até RS flor. est. semid.	Tardia
<i>Senna sylvestris</i>	cássia-amarela	MG, SP flor. est. semid. e cerrado	Inicial
<i>Sterculia chicha</i>	chichá	Sul BA, ES até SP flor. pluv. atlânt.	Climax
<i>Tabebuia vellosi</i>	ipê amarelo	MG, GO, MS, RJ e SP flor. pluv. atlânt. e est. semid.	Tardia
<i>Trema micrantha</i>	pau pólvora	GO, MG, RJ até RS várias form. florestais	Pioneira

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Alterações do Solo

Os resultados das análises químicas do solo indicam que os valores de pH, teores de bases trocáveis (CTC) e porcentagem de bases trocáveis (V%) continuam baixos (TABELA 3), havendo a necessidade de calagem e fertilização complementares, para elevar o V% para 60%, de acordo com recomendações para espécies ornamentais arbóreas (Raij *et al.*, 1985).

TABELA 3 - Resultados das análises químicas do solo antes do plantio (amostras 1 e 2) e aos três anos após o plantio (amostras 3 e 4).

Amostra	MO g/dm <sup>3</sup>	pH mg/dm <sup>3</sup>	P mg/dm <sup>3</sup>	K	Ca	Mg mmole/dm <sup>3</sup>	SB	H + Al	CTC	V (%)
1	13	3,6	3	0,3	6	2	8,3	64	72,3	11
2	12	3,8	10	0,4	7	3	11,0	61	71,4	15
3	13	5,6	4	0,3	15	5	20,3	22	42,3	48
4	14	4,5	12	0,4	11	4	15,4	40	55,4	28

#### 3.2 Avaliação das Leguminosas como Adubação Verde

Segundo os critérios analisados, de modo geral as três espécies arbustivas suplantaram as herbáceas para os objetivos desejados.

Quanto ao efeito de sombreamento das leguminosas nas mudas das espécies nativas, sobressaiu o guandu, seguido pela crotalária e tefrósia, devido ao hábito de crescimento ereto das arbustivas. As espécies herbáceas não tiveram nenhum efeito sobre o sombreamento.

Quanto à cobertura morta, pelas informações de Pedro Junior *et al.* (1986), as espécies arbustivas são mais produtivas. O comportamento das herbáceas e a crotalária, quanto a este aspecto, é menor por serem de ciclo anual, enquanto as outras duas arbustivas, se não forem roçadas, permanecem vivas por 2 a 3 anos produzindo matéria seca.

Para o controle de plantas daninhas, as herbáceas e a crotalária, somente são eficazes no primeiro ano, dando condições, a partir do segundo ano, das pragas invasoras retornarem.

Como era de se esperar, para efeito de trepadeiras e lianas, as arbustivas e o feijão-de-porco não encobriram as mudas, ao contrário do lab-lab e principalmente da mucuna-preta, o que as tornam inviáveis como adubação verde consorciada com as árvores nativas.

Visualmente, as condições físicas do solo melhoraram, tornando-se mais poroso, sem sinais de erosão laminar e sem manchas de compactação e existência de termitários. Também houve uma melhora das condições biológicas do solo, com o surgimento de outras formigas sem ser cortadeiras, besouros, grilos e outros insetos. Para Sautter (1996), existe uma sucessão primária de meso e macrofauna nos solos, que é importante na reabilitação de áreas degradadas.

Quanto à capacidade de auto-regeneração, somente a tefrósia e a mucuna-preta conseguiram se regenerar em pequena escala, de um ano para o outro.

Concluiu-se que, entre as espécies de leguminosas estudadas para adubação verde, a que melhor se comportou foi o guandu, seguido da tefrósia e crotalária, atingindo até 6 m de altura. As herbáceas, com exceção do feijão-de-porco, não devem ser recomendadas para os fins propostos.

Estas observações preliminares da utilização de leguminosas em consorciação com espécies nativas poderão ser aprofundadas e, futuramente, ser adotada como prática usual em silvicultura.

#### 3.3 Comportamento das Espécies Nativas

Das 35 espécies inicialmente plantadas, 4 deixaram de ser avaliadas, devido a taxa de mortalidade ter ultrapassado 50% no quarto ano. *Cecropia glaziovii*, provavelmente não suportou as condições desfavoráveis do solo, sendo que alguns indivíduos remanescentes sobressaíram em altura. *Gustavia augusta*, *Machaerium scleroxylon* e *Nectandra megapotamica*, apresentaram baixa sobrevivência, talvez devido a um ou mais dos fatores de solo, clima e grupo ecológico.

Para as demais 31 espécies, são apresentados os dados de altura, DAP e sobrevivência na TABELA 4. Verificou-se que as 6 espécies que apresentaram as maiores alturas aproximadas de 7 a 10 m foram *Dalbergia nigra*, *Sterculia chicha*, *Parkia multijuga*, *Trema micrantha*, *Pera glabrata* e *Maclura tinctoria*. Neste grupo, somente *Trema micrantha* é pioneira, sendo as demais, secundárias iniciais e tardias, como *Sterculia chicha* e *Pera glabrata*.

A seguir, um grupo de 11 espécies apresentou crescimento intermediário, com alturas que variaram de 4,0 a 5,5 m aos quatro anos de idade. Neste grupo, espécies iniciais como *Croton priscus*, *Parapiptadenia rigida* e *Senna sylvestris* apresentaram os índices dendrométricos que foram aquém do esperado. *Patagonula americana*, apesar de ser uma espécie de mata e exigente em solo fértil, apresentou um bom crescimento. *Buchenavia tomentosa*, espécie clímax e de ocorrência fora do Estado de São Paulo, se destacou até aos 4 anos.

Um terceiro grupo de espécies, apresentando alturas entre 3,0 e 4,0 m, teve como destaque *Poecilanthe parviflora* e *Cariniana estrellensis*. Estas duas espécies são de natureza tardia, que superaram *Luehea divaricata* e *Casearia sylvestris*, consideradas secundária inicial e pioneira, respectivamente. As demais do grupo, todas tardias e de mata, devem ter sofrido os rigores da luminosidade e pobreza do solo.

Finalmente, a TABELA 4 apresenta o quarto grupo das espécies menos desenvolvidas, com alturas inferiores a 3,0 m como *Cordia superba*, *Calycorectes* sp, *Aspidosperma ramiflora* e *Tabebuia vellosi* não se adaptaram às condições do plantio e permaneceram dominadas no talhão.

Entre as 31 espécies até os 4 anos, houve alguns resultados inesperados, como *Dalbergia nigra*, *Parkia multijuga* e *Patagonula americana*, que poderão ser recomendadas para programas de recuperação de floresta estacional semidecidual. *Buchenavia tomentosa*, por apresentar 50% de sobrevivência, só poderá ser recomendada para locais de sítio edáfico menos adverso. Segundo observações de Guimarães (1998), espécies oriundas de outras regiões do Brasil se adaptaram bem no cerrado de Brasília, como *Dalbergia nigra* e *Swietenia macrophylla*.

Para Gonçalves (1995), as essências florestais típicas da Mata Atlântica são muito mais exigentes em fertilidade do solo do que as da região dos cerrados.

Entre as espécies mais frequentes do cerrado, *Pera glabrata* teve um bom desempenho, *Senna sylvestris* foi regular e *Casearia sylvestris*, por ser de porte arbustivo, cresceu relativamente bem.

Quanto à sobrevivência (TABELA 4), *Parkia multijuga* e *Poecilanthe parviflora* não apresentaram nenhuma falha. *Senna sylvestris*, *Cariniana legalis*, *Astronium graveolens*, *Casearia sylvestris*, *Caesalpinia echinata*, *Luetzelburgia auriculata* e *Calycorectes* sp apresentaram 80% de sobrevivência. Estas espécies de mata, com exceção de *Casearia sylvestris* e *Senna sylvestris* que ocorrem nos cerrados da região, demonstraram alguma adaptação neste ambiente, principalmente *Caesalpinia echinata*, que ocorre somente na Mata Atlântica.

Estudando a recuperação de áreas degradadas por mineração, Correa & Cardoso (1998) constataram que é comum a mortalidade de 40 a 60% das mudas, causadas pelo estresse hídrico do período seco, compactação do solo, baixa retenção de umidade do substrato e erosão do solo desprotegido. Para aqueles autores, a adubação química ajuda nos primeiros estádios e o emprego de esgoto orgânico nas covas favoreceu o crescimento das mudas.

Este quadro de posições das espécies, quanto aos índices dendrométricos, poderá se modificar, com algumas espécies sobrepunhando outras em posição melhor, considerando que pertencem a grupos ecológicos diferentes e a sucessão é um processo dinâmico.

Para Campello (1996), o uso de leguminosas arbóreas que nodulam e fixam o N<sub>2</sub> auxiliam na recuperação de solos degradados, recomendando entre outras, espécies do gênero *Acacia*, *Albizia*, *Calliandra*, *Enterolobium*, *Inga*, *Mimosa* e *Piptadenia*. Outros gêneros de importância florestal, como *Cassia*, *Delonix*, *Parkia* e *Schizolobium*, não nodulam.

Em pesquisa de competição de 9 espécies arbóreas de cerrado, Toledo Filho (1988) selecionou como as mais viáveis, com os incrementos médios anuais de altura (m) aos 8 anos, *Anadenanthera macrocarpa* (0,86), *Dipteryx alata* (0,79), *Pterodon pubescens* (0,57) e *Platymenia reticulata* (0,55). Estes valores são bem inferiores aos do presente estudo, embora tenha de considerar que, com o passar dos anos, os incrementos anuais diminuem.

TABELA 4 - Dados de sobrevivência, DAP e altura das espécies arbóreas aos 2, 3 e 4 anos, por ordem decrescente das alturas aos 4 anos, com análise estatística (teste Duncan) de DAP e altura aos 3 e 4 anos.

Espécie Arbórea	2 anos		3 anos		4 anos			
	Sobrev. (%)	Alt. (m)	Sobrev. (%)	DAP (cm)	Alt. (m)	Sobrev. (%)	DAP (cm)	Alt. (m)
<i>Dalbergia nigra</i>	70	5,5	70	8,28 ab	7,11 abc	60	12,25 ab	9,50 a
<i>Sterculia chicha</i>	100	4,9	80	7,50 abc	7,52 ab	50	11,00 bc	9,40 ab
<i>Parkia multijuga</i>	100	5,0	100	9,80 a	8,40 a	100	10,25 c	8,61 abc
<i>Trema micrantha</i>	70	6,4	50	10,6 a	7,84 ab	50	13,50 a	7,90 bcde
<i>Pera glabrata</i>	80	3,6	60	5,11 cdefg	5,96 bcde	50	7,50 d	6,80 cd
<i>Maclura tinctoria</i>	100	4,0	80	5,93 bcd	6,12 bcd	60	7,33 d	6,75 cd
<i>Croton priscus</i>	60	3,4	60	4,75 cdefg	4,73 cdef	60	5,91 def	5,53 de
<i>Parapiptadenia rigida</i>	90	3,2	60	4,41 cdefgh	4,75 cdef	60	5,50 def	5,45 de
<i>Ormosia arborea</i>	80	3,0	70	5,21 cdef	4,31 def	60	6,00 de	5,05 ef
<i>Buchenavia tomentosa</i>	80	3,0	80	3,93 defgh	3,77 efg	50	6,00 def	5,04 ef
<i>Senna sylvestris</i>	90	3,7	90	5,05 cdefg	4,34 def	80	5,87 def	4,90 ef
<i>Patagonula americana</i>	60	2,6	60	3,10 defgh	4,68 def	60	4,03 fghi	4,90 efg
<i>Cariniana legalis</i>	100	3,0	90	3,33 defgh	4,13 defg	80	4,68 fghi	4,73 efg
<i>Centrolobium tomentosum</i>	80	2,8	60	3,66 defgh	3,96 defg	60	4,66 efghi	4,70 efghi
<i>Ficus sp</i>	60	3,3	60	3,91 bcde	4,20 defg	60	5,58 def	4,58 efghij
<i>Balfourodendron riedelienum</i>	90	1,8	70	2,33 fgh	2,67 fg	50	4,64 efghi	4,32 efghijk
<i>Astronium graveolens</i>	90	2,4	80	3,12 defgh	3,57 fg	80	5,18 efg	4,17 efghijk
<i>Poecilanthe parviflora</i>	100	2,5	100	2,86 efgh	3,53 fg	100	3,82 efghi	3,89 fghijk
<i>Cariniana estrellensis</i>	80	2,1	70	2,23 gh	3,20 fg	60	5,95 efgh	3,76 fghijk
<i>Luehea divaricata</i>	50	2,3	50	4,40 cdefgh	3,14 fg	50	4,94 hi	3,70 fghijk
<i>Casearia sylvestris</i>	90	2,1	80	2,50 fgh	2,81 fg	80	3,12 hi	3,45 ghijk
<i>Aspidosperma parvifolium</i>	80	2,0	70	2,11 gh	2,56 fg	70	2,62 hi	3,34 ghijk
<i>Caesalpinia echinata</i>	80	2,5	80	2,84 efgh	3,18 fg	80	3,08 fghi	3,33 ghijk
<i>Jacaranda micrantha</i>	70	2,1	50	1,90 gh	2,60 fg	50	2,70 hi	3,30 ghijk
<i>Luetzelburgia auriculata</i>	100	2,2	90	2,72 fgh	2,68 fg	80	3,68 efghi	3,27 hijk
<i>Genipa americana</i>	100	2,0	90	2,10 gh	2,53 fg	60	2,86 efghi	3,26 hijk
<i>Aspidosperma polyneuron</i>	80	2,0	70	2,78 fgh	2,68 fg	70	3,86 hi	3,26 ijk
<i>Cordia superba</i>	100	2,5	70	3,41 defgh	3,10 fg	50	3,70 efghi	2,96 jk
<i>Calycorectes sp</i>	100	1,4	80	1,60 h	1,80 g	80	2,68 hi	2,87 k
<i>Aspidosperma ramiflorum</i>	100	1,6	90	2,26 gh	1,85 g	70	2,38 i	2,78 k
<i>Tabebuia vellosi</i>	60	1,3	60	2,13 gh	1,78 g	60	3,16 fghi	2,66 k

CV 3 anos (DAP) = 35,54% e (Alt.) = 27,53%

CV 4 anos (DAP) = 32,33% e (Alt.) = 24,23%

Médias seguidas de letras distintas, diferem entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste Duncan.

### 3.4 Regeneração Natural na Área

No período de 4 anos houve regeneração natural de 34 espécies arbustivas-arbóreas, através do processo vegetativo de cepas e raízes que permaneceram no solo e por dispersão de sementes de um fragmento de cerrado existente nas proximidades.

Conforme TABELA 5, os sistemas prováveis de dispersão foram: anemocoria, omitocoria,

zoocoria e autocoria. Para algumas espécies como *Anadenanthera falcata*, *Caryocar brasiliense*, *Copaiba langsdorffii*, *Dimorphandra mollis*, *Machaerium acutifolium*, *Qualea grandiflora*, *Q. multiflora* e *Tabebuia ochraceae*, a regeneração talvez tenha sido feita por dois sistemas. Estas espécies de porte arbóreo, além de dispersarem muitas sementes, possuem um sistema radicular vigoroso, e depois de abatidas emitem brotações pelas cepas e raízes.

TABELA 5 - Relação de espécies de cerrado que se regeneraram no local, família a que pertencem e provável sistema de reprodução/dispersão: autocoria, anemocoria, omitocoria e zoocoria.

Espécie	Família	Reprod./Disp.
<i>Aegiphila lhotzkyana</i>	Verbenaceae	Omitoc.
<i>Anadenanthera falcata</i>	Mimosaceae	Veget./Autoc.
<i>Andira inermis</i>	Fabaceae	Veget./Zooc.
<i>Annona coriacea</i>	Annonaceae	Veget./Zooc.
<i>Annona speciosa</i>	Annonaceae	Veget./Zooc.
<i>Baccharis</i> sp	Asteraceae	Anemoc.
<i>Bauhinia holophylla</i>	Caesalpiniaceae	Veget./Autoc.
<i>Brosimum gaudichaudii</i>	Moraceae	Zooc.
<i>Byrsonima intermedia</i>	Malpighiaceae	Zooc.
<i>Campomanesia guazumifolia</i>	Myrtaceae	Zooc.
<i>Caryocar brasiliense</i>	Caryocaraceae	Veget./Zooc.
<i>Casearia sylvestris</i>	Flacourtiaceae	Omitoc.
<i>Connarus suberosus</i>	Connaraceae	Veget./Zooc.
<i>Copaifera langsdorffii</i>	Caesalpiniaceae	Veget./Zooc.
<i>Coussarea hidrangeaefolia</i>	Rubiaceae	Omitoc.
<i>Davilla elliptica</i>	Dilleniaceae	Veget./Anemoc.
<i>Dydimopanax vinosum</i>	Araliaceae	Omitoc.
<i>Dimorphandra mollis</i>	Caesalpiniaceae	Veget./Autoc.
<i>Jacaranda caroba</i>	Bignoniaceae	Anemoc.
<i>Lithraea molleoides</i>	Anacardiaceae	Anemoc.
<i>Mabea fistulifera</i>	Euphorbiaceae	Anemoc.
<i>Machaerium acutifolium</i>	Fabaceae	Veget./Anemoc.
<i>Myrcia</i> sp	Myrtaceae	Omitoc.
<i>Ouratea spectabilis</i>	Fabaceae	Omitoc.
<i>Piptocarpha</i> sp	Asteraceae	Anemoc.
<i>Pouteria torta</i>	Sapotaceae	Omitoc.
<i>Qualea grandiflora</i>	Vochysiaceae	Veget./Anemoc.
<i>Qualea multiflora</i>	Vochysiaceae	Veget./Anemoc.
<i>Roupala montana</i>	Proteaceae	Anemoc.
<i>Senna macranthera</i>	Caesalpiniaceae	Omitoc.
<i>Solanum</i> sp	Solanaceae	Omitoc.
<i>Tabebuia ochraceae</i>	Bignoniaceae	Veget./Anemoc.
<i>Syagrus flexuosa</i>	Arecaceae	Zooc.
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	Rutaceae	Omitoc.

Outras espécies, de porte arbustivo e pioneiras, a regeneração se dá somente por sementes, como *Aegiphila lhotzkyana*, *Baccharis* sp, *Casearia sylvestris*, *Piptocarpha* sp, *Senna macranthera* e *Solanum* sp.

Para Reis *et al.* (1996), há uma grande interação planta-animal no processo de sucessão secundária, através da polinização, dispersão e herbivoria, sendo este consórcio importante na recuperação de áreas florestais.

Estudando a dinâmica de uma plantação de espécies nativas e exóticas, com espaçamento amplo e próximo de um fragmento florestal, Mariano *et al.* (1998) observaram que, das 22 espécies plantadas inicialmente, passados 20 anos, foram recrutadas mais 55 espécies, sendo que o sistema predominante de dispersão foi a anemocoria.

Bertoni (1992) realizou a recomposição de uma área de canal abandonada, cuja vegetação original era cerrado, e concluiu que o reflorestamento com espécies nativas possibilitou, após quatro anos, o recobrimento do local, e foi um importante fator para acelerar a recomposição de áreas alteradas e fornecer condições à regeneração do cerrado.

A técnica implantada no povoamento estudado, com uma diversidade de 35 espécies, com aplicação de calcário, adubação verde e orgânica na cova, incrementou o processo de regeneração da área. Em áreas próximas ao local de estudo, que permaneceram sem intervenção, observou-se que a regeneração estava ocorrendo lentamente. Isto se deve, sobretudo, à degradação do solo e à infestação de *Brachiaria decumbens*, que impede o estabelecimento de sementes dispersadas, bem como dificulta a reprodução vegetativa de espécies de cerrado. No entanto, a área manejada através do controle de gramíneas, reflorestamento e o plantio de leguminosas favorecem e aceleram a regeneração natural.

Carvalho (2000) recomenda, entre os diversos modelos de plantio de florestas naturais, o estabelecimento de povoamento com leguminosas arbóreas, com o objetivo de cobrir rapidamente o terreno, fixar nitrogênio, produzir biomassa no solo e facilitar a regeneração natural rica e diversificada.

Segundo Gandolfi & Rodrigues (1996), após garantir uma diversidade mínima de espécies, haverá uma auto-sustentabilidade da área, podendo prever-se que no povoamento formado artificialmente, haverá uma dinâmica de sucessão, com a morte de algumas espécies que não irão se adaptar, dando espaço e condições para o surgimento de novas espécies.

Como o estudo envolveu dois sistemas distintos, um de recuperação de floresta estacional semidecidual e outro de regeneração natural do cerrado, recomenda-se continuar as observações apresentadas novamente passados alguns anos, para acompanhar a dinâmica e competição das espécies, bem como o processo de reprodução vegetativa do cerrado.

#### 4 CONCLUSÕES

Após 4 anos de observações, verificou-se que algumas espécies apresentaram um crescimento além do esperado, como *Dalbergia nigra*, *Sterculia chicha*, *Parkia multijuga* e *Maclura tinctoria*.

Muitas espécies não se adaptaram, provavelmente pela pobreza do solo, estresse hídrico e excesso de luminosidade.

As técnicas de aplicação de calcário, adubação verde e conservação da área melhoraram as condições físicas, químicas e biológicas do sítio edáfico.

O uso de adubo orgânico na cova ajudou a acelerar o crescimento das mudas nos primeiros anos, sendo uma prática recomendada para solos pobres e alterados.

Entre as espécies de leguminosas para adubação verde, o desempenho das arbustivas guandu, crotalária e tefrósia e da herbácea feijão-de-porco foram superiores aos das outras espécies utilizadas para os fins de implantação e regeneração florestal.

O sistema utilizado, facilitou a regeneração do cerrado e poderá ser recomendado também para recuperação de florestas do Estado de São Paulo.

Recomenda-se a continuação deste estudo por mais alguns anos, tendo em vista a dinâmica da regeneração natural do cerrado em conjunto com as espécies plantadas.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERTONI, J. E. A. Reflorestamento com essências nativas e a regeneração natural do cerrado. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. Anais... São Paulo: Unipress, 1992. p. 706-709. (Rev. Inst. Flor., São Paulo, v. 4, n. único, pt. 3, Edição especial).

- CAMPELLO, E. F. C. O papel de leguminosas arbóreas noduladas e micorrizadas na recuperação de áreas degradadas. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, III, 1996, Curitiba. Curitiba: UFPR, 1996. p. 9-16.
- CARPANEZZI, A. A. Espécies para recuperação ambiental. In: SEMINÁRIO ESPÉCIES NÃO TRADICIONAIS PARA PLANTIOS COM FINALIDADES PRODUTIVAS E AMBIENTAIS, 1998, Curitiba. Anais... Colombo: EMBRAPA - CNEF, 1998. p. 43-53.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira.** Brasília: EMBRAPA - CNPF/SP, 1994. 639 p.
- \_\_\_\_\_. Técnicas de recuperação e manejo de áreas degradadas. In: GALVÃO, A. P. M. (Org.). **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais.** Brasília: EMBRAPA, 2000. p. 251.
- CORRÊA, R. S.; CARDOSO, E. S. Espécies testadas na revegetação de áreas degradadas. In: CORRÊA, R. S.; MELO FILHO, (Org.). **Ecologia e recuperação de áreas florestais degradadas no cerrado.** Brasília: Paralelo 15 Editores, 1998. p. 101-147.
- CRESTANA, M. S. M.; TOLEDO FILHO, D. V. de; CAMPOS, J. B. **Florestas: sistemas de recuperação com essências nativas.** Campinas: CATI, Secretaria de Agricultura e Abastecimento, 1993. 60 p.
- FERRETTI, A. R. **Recomposição florestal com espécies nativas de floresta tropical: bases teóricas e aplicações práticas.** Campinas: CETATE (CATI), 1998. 18 p. (Apostila).
- GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. **Recomposição de florestas nativas: algumas perspectivas metodológicas para o Estado de São Paulo.** In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS FLORESTAIS DEGRADADAS, III, 1996, Curitiba. Curitiba: UFPR, 1996. p. 83-100.
- GONÇALVES, J. L. M. **Recomendações de adubação para *Eucalyptus*, *Pinus* e espécies típicas da Mata Atlântica.** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Departamento de Ciências Florestais, Universidade de São Paulo, 1995. 23 p. (Documentos Florestais, 15).
- GUIMARÃES, D. P. Espécies não tradicionais para reflorestamento no cerrado. In: SEMINÁRIO ESPÉCIES NÃO TRADICIONAIS PARA PLANTIOS COM FINALIDADES PRODUTIVAS E AMBIENTAIS, 1998, Curitiba. Anais... Colombo: EMBRAPA - CNEF, 1998. p. 23.
- INOUE, M. T.; RODERJAN, C. V.; KUNYOSHI, S. Y. **Projeto madeira do Paraná.** Curitiba: FUFEP, 1984. 260 p.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** Nova Odessa: Plantarum, 1992. 352 p.
- MARIANO, G. *et al.* Regeneração natural em área à margem de represa, no município de Piracicaba, SP. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 81-93, 1998.
- PEDRO JUNIOR, M. J. *et al.* (Org.). **Instruções agrícolas para o Estado de São Paulo.** 3. ed. rev. e atual. Campinas: Instituto Agrônomo, 1986. 229 p. (Boletim, 200).
- RAIJ, B. V. *et al.* **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** Campinas: Instituto Agrônomo, 1985. 107 p. (Boletim Técnico, 100).
- REIS, A.; NAKAZONO, E. M.; MATOS, J. Z. Utilização de sucessão e das interações planta-animal na recuperação de áreas florestais degradadas. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS FLORESTAIS DEGRADADAS, III, 1996, Curitiba. Curitiba: UFPR, 1996. p. 29-43.
- REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. Projeto madeira de Santa Catarina. **Sellowia**, Itajaí, v. 30, n. 28/30, p. 1-320, 1978.
- SAUTTER, K. D. Meso e macrofauna na recuperação de áreas (solos) degradadas(os). In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS FLORESTAIS DEGRADADAS, III, 1996, Curitiba. Curitiba: UFPR, 1996. p. 125-128.
- SEITZ, R. A. As potencialidades da regeneração natural na recuperação de áreas degradadas. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS FLORESTAIS DEGRADADAS, III, 1996, Curitiba. Curitiba: UFPR, 1996. p. 45-51.

TOLEDO FILHO, D. V. de & BERTONI, J. E. de A. Plantio de espécies nativas consorciadas com leguminosas em solo de cerrado.

TOLEDO FILHO, D. V. de. Competição de espécies arbóreas de cerrado. **Bol. Técn. IF**, São Paulo, v. 42, p. 61-70, 1988.

\_\_\_\_\_, LEITÃO FILHO, H. de F.; RODRIGUES, T. S. Composição florística da área do cerrado em Mogi Mirim (SP). **Bol. Técn. IF**, São Paulo, v. 38, n. 2, p. 165-175, 1984.

TRANI, P. E. *et al.* Adubação verde. Campinas: CATI, Secretaria da Agricultura, 1991. 13 p. (Bol. Técn., 197).

VEIGA, A. de A. **Balances hídricos das dependências da Divisão de Florestas e Estações Experimentais.** São Paulo: Instituto Florestal, 1975. 34 p. (mimeog.).

# FOTOINTERPRETAÇÃO DE AMOSTRAS CIRCULARES NO ESTUDO DA DISTRIBUIÇÃO DOS SOLOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO GUARATUBA, SP-BRASIL\*

Marcio ROSSI\*\*

José Pereira de QUEIROZ NETO\*\*\*

## RESUMO

Objetivou-se testar a técnica da interpretação de amostras circulares da rede de drenagem na identificação de unidades de solo utilizando-a para precisar a caracterização e o mapeamento, em áreas do complexo Serra do Mar, escarpadas, com farta rede de drenagem natural, densamente florestadas e de difícil acesso. A rede de drenagem foi levantada por fotointerpretação na escala aproximada de 1:25.000, confeccionando o mapa de drenagem, e elaboradas 48 amostras de 50 ha, distribuídas pelo planalto, escarpa e planície litorânea na bacia do rio Guaratuba. Verificou-se que a rede de drenagem só é suficiente para definir grandes associações de solos, se forem observadas condições semelhantes de geologia e morfologia da área, definindo melhor subcompartimentos morfológicos e indicando de maneira generalizada, as formações geológicas. O número de rios e os índices correlatos refletem melhor as características de profundidade e textura do solo, individualizando agrupamentos de solos, enquanto os índices baseados no comprimento não separam categorias distintas. A aplicação da análise estatística de agrupamento nos índices número e comprimento de rios, formas de relevo, declive e geologia, permitiu agrupar amostras circulares que representam unidades de mapeamento de solos nos diferentes subcompartimentos, tornando-se um procedimento para confirmação desses mapeamentos. A técnica aplicada mostrou-se menos precisa do que na bacia sedimentar do rio Paraná, possivelmente devido ao material de origem associado ao relevo mais movimentado e pelas condições de umidade mais elevadas, persistentes na região pelo menos durante o Pleistoceno Superior: esses fatos são responsáveis por um desequilíbrio hídrico permanente nos solos, causando uma indistinção dos perfis em relação à classificação, e suas variações parecem acompanhar de perto, as variações litológicas. Considerando-se as condições locais, amostras de 0,5 km<sup>2</sup> da rede de drenagem foram interessantes para reconhecimento de agrupamentos de solos, porém, a inclusão dos outros elementos como índices para o agrupamento melhoram sensivelmente os resultados.

Palavras-chave: fotointerpretação; pedologia; amostra circular; rede de drenagem.

## ABSTRACT

The study aims to test the technique of circular sampling the drainage network for identifying soil mapping units in the Serra do Mar complex, which corresponds to very steep areas, with dense drainage, and heavily forested areas, with difficult access. It was used the drainage system photo interpretation, scale 1:25,000, produced drainage map, and elaborated 48 circular samples of 50 ha each, distributed in the highlands, mountains and coastal plan compartments in the Guaratuba watershed. The circular sampling study concluded that the drainage pattern indicates the great soil association if geological and morphological conditions were observed and indicates better morphological subcompartments than predominant geological formations, in general. Whereas the number of rivers and its associated indexes indicate the deep and texture soils discriminating the soil groups than length of rivers index do not discriminated. The statistics of the number of river, river length, relief and geology indexes were more efficient in discriminating the soil groups in the subcompartments, grouping samples with the same soil associations, easing therefore the mapping work. The technique of circular samples in these conditions showed lesser precision than Paraná river watershed owing constant humid conditions of soils in the time that present permanent hydric unbalance. These conditions cause uncertain soil classification. Thus the soil variations showed lithologic variations. In the local conditions, circular samples of 0.5 km<sup>2</sup> are interesting to recognize soil groups, but the result with insertion of the others elements is better to group soil units and mapping.

Key words: photo interpretation; pedology; circular sample; drainage net.

(\*) Parte de tese de doutorado do primeiro autor, apresentada à FFLCH-USP-Departamento de Geografia, em 07/06/99; apresentado em parte no XIII Congresso Latino Americano de Ciência do Solo, realizado em Águas de Lindóia, SP, no período de 04 a 08 de agosto de 1996. Aceito para publicação em maio de 2001.

(\*\*) Instituto Agronômico, Caixa Postal 28, 13001-970, Campinas, SP, Brasil.

(\*\*\*) FFLCH-USP, Caixa Postal 8105, 05508-000, São Paulo, SP, Brasil.

## 1 INTRODUÇÃO

A bacia do rio Guaratuba, situa-se na porção da Serra do Mar denominada Serra de Guaratuba no Estado de São Paulo. Localiza-se no litoral santista, entre as coordenadas 45°47'43" e 45°55'56" de Longitude Oeste e 23°38'37" e 23°46'12" de Latitude Sul (FIGURA 1). Compõe parte do Parque Estadual da Serra do Mar, área de preservação permanente que, por suas características do meio físico, oferece difícil acesso.

Trata-se de bacia hidrográfica cujas nascentes estão no reverso da Serra, sobre formações gnáissicas. Seu curso médio atravessa a escarpa, grande acidente topográfico com um desnível de 900 - 1000 m, declividades superiores a 12°, em saltos e cachoeiras sobre granitos. O baixo curso desenvolve-se na planície litorânea, composta por feixes de restinga, depósitos arenosos de origem marinha, depósitos fluviais, mistos e manguezais (Rossi, 1999).

A vegetação dominante é a Floresta Tropical Densa, sempre verde, conhecida por Mata Atlântica, que ocupa a totalidade do planalto e escarpa, sendo que a planície litorânea foi ocupada por associações florestais de portes diversos, mata de restinga, e vegetação de mangue, parcialmente destruída e degradada, principalmente ao longo das praias e da estrada BR 101, único acesso a essa área.

A Serra do Mar, incluindo a bacia do Guaratuba é a região que apresenta os maiores índices pluviométricos do Estado de São Paulo, acima de 2000 mm/ano, sem estação seca definida, somente menos chuvosa, e temperatura média anual de 19° a 25°, com pequena variação sazonal.

Nessas condições de difícil acesso, com problemas de drenagem natural, relevo excessivamente íngreme e densamente florestadas objetivou-se testar a técnica de fotointerpretação da rede de drenagem por processos de amostragem circular para definir unidades ou sistemas pedológicos. Partiu-se da hipótese que as redes de drenagem refletem características dos materiais superficiais sobre os quais se desenvolvem (Pfeifer, 1984).

O uso de fotografias aéreas tem sido reconhecido como fundamental para a identificação e definição dos padrões de drenagem, além de ser freqüente seu uso em trabalhos de levantamentos e

utilização dos recursos naturais, dentre eles os solos, como mostra Pfeifer (1984 e 1995) em sua revisão. É vantajoso pela riqueza de detalhes que oferece, eliminando as dificuldades de acesso como as escarpas e regiões densamente florestadas, facultando uma visão tridimensional da paisagem como assinalado por Rossi *et al.* (1991a).

Vários estudos foram desenvolvidos com relação às técnicas fotointerpretativas, contribuindo para o entendimento desse procedimento. Desde Frost (1960), o emprego no estudo dos solos baseia-se na hipótese de que solos semelhantes possuem padrões de drenagem semelhantes. Essas técnicas permitem inferir graus de permeabilidade e profundidade, visto que uma rede de drenagem densa resulta de menor infiltração de água no solo e maior deflúvio; ao contrário, quanto mais profundo e permeável for o solo, menos densa será a rede de drenagem. Para Pfeifer (1984), as mudanças nas características qualitativas do padrão de drenagem refletem um controle geológico (litológico e/ou estrutural) e as modificações no padrão de drenagem ocorrem devido às características e profundidade do embasamento rochoso, do relevo e das propriedades pedogenéticas.

Segundo Pfeifer (1984), a descrição e a classificação de padrões de drenagem, podem ser correlacionadas à natureza dos solos e dos substratos rochosos e/ou à presença de estruturas geológicas. Rossi *et al.* (1991b) alcançaram resultados semelhantes aos de Pfeifer (1984), ao mostrarem a existência de diferenciação hidrológica entre unidades de solos, através da simples observação da rede de drenagem.

Aplicando metodologia de amostras circulares para o estudo de solos, França (1968), obteve resultados significativos para a densidade de drenagem, indicando como vantagens a eliminação da influência da área, que é constante, e a amostragem pode ser deslocada dentro da área de ocorrência de uma unidade de solo, buscando maior proporção e homogeneidade da unidade que é amostrada. Resultados similares foram obtidos por Marchetti (1969), Fadel (1972), Vasques Filho (1972), Leão (1972), Gevacrd (1974), Garcia (1975), Koffler (1976a), Freire (1977), Carvalho (1977), Politano (1980), Manechini (1981), Pfeifer (1984) e Rossi *et al.* (1991a, b).

ROSSI, M. & QUEIROZ NETO, J. P. de. Fotointerpretação de amostras circulares no estudo da distribuição dos solos da bacia hidrográfica do Guaratuba, SP-Brasil.

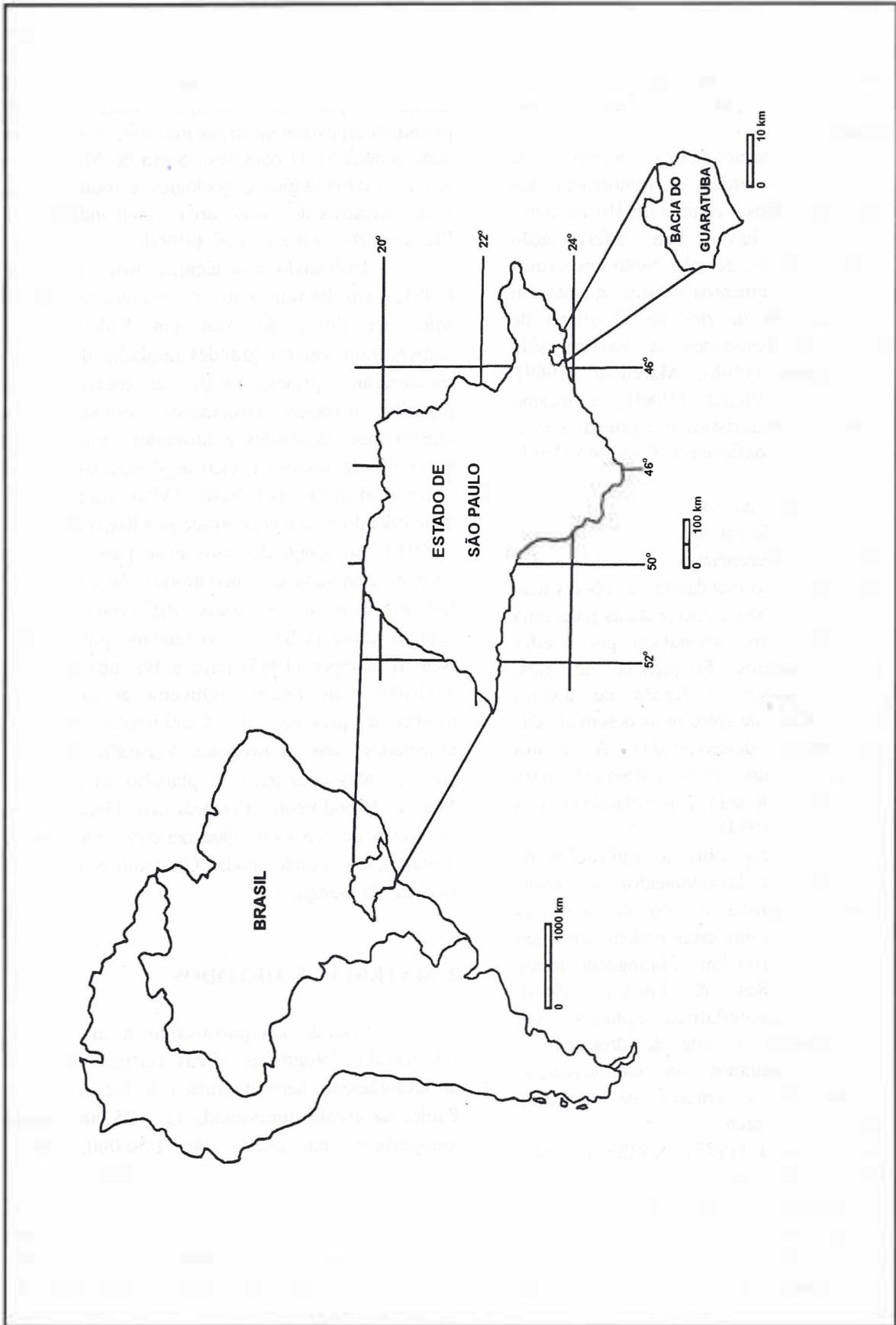


FIGURA 1- Mapa de localização da bacia hidrográfica do Guaratuba.

Utilizando amostras circulares na Serra do Mar, Rossi *et al.* (1991b) confirmam o estabelecimento de critérios quantitativos que permitem a separação de solos por fotointerpretação.

Para a característica número de segmentos de rios por ordem de ramificação nas amostras circulares, Rossi *et al.* (1991b) na Serra do Mar mostram haver boa diferenciação hidrológica das unidades de solo, tanto em termos de número total de segmentos de rios, quanto em número de segmentos de rios de 1<sup>o</sup> ordem de ramificação. Esses resultados já haviam sido obtidos por França (1968), Marchetti (1969), Carvalho (1977) e Pfeifer (1984), o mesmo ocorrendo com a característica comprimento total de segmentos de rios, confirmando Carvalho (1981) e Pfeifer (1995).

Com relação ao comprimento médio de segmentos de rios, Rossi *et al.* (1991b) não conseguiram uma diferenciação consistente das unidades de solo, recomendando a observação conjunta desta com outras características para uma boa diferenciação, como assinalado por Pfeifer (1984). Os parâmetros Freqüência de rios, Densidade de drenagem e Razão de textura distinguem as unidades de solos mais desenvolvidas das unidades menos desenvolvidas. A textura topográfica não é um bom parâmetro para distinguir as unidades de solo, concordando com as afirmações de Pfeifer (1984).

Em publicação sobre as aplicações de fotografias aéreas em levantamentos de solos, Buringh (1960) salientou o uso de amostras circulares considerando que estas podem variar em área de 10 km<sup>2</sup> a 100 km<sup>2</sup>, abrangendo locais mais homogêneos. Ray & Fischer (1960), utilizando análises quantitativas aplicadas em fotografias, estudaram a rede de drenagem e obtiveram bons resultados na caracterização litológica, adotando o critério de amostras circulares de 10 km<sup>2</sup> de área.

Porém, Souza (1975), Koffler (1976b), Freire (1977) e Politano (1980) propõem a utilização de amostras circulares de 5 km<sup>2</sup>, para permitir abranger áreas mais homogêneas com melhor representação dos solos, principalmente quando a conformação da área limita amostras de maior tamanho.

A maioria dos estudos de amostragem circular da rede de drenagem no Brasil, foi aplicada em regiões de material originário de arenito e por vezes basalto. Esses materiais permitem amostras de áreas maiores, devido à sua homogeneidade. O complexo Serra do Mar, onde a variação morfológica e geológica é muito grande, exige amostras de menor área, como indicado por Pfeifer (1984) e Rossi *et al.* (1991b).

Utilizando essa técnica, Rossi & Pfeifer (1991a) em levantamento de reconhecimento de solos na Serra do Mar em Cubatão, SP, conseguiram separar grandes unidades de solos e encontraram, principalmente na escarpa e no planalto, diversas associações compostas por cambissolos, latossolos e litossolos, normalmente apresentando textura franco argilo-arenosa, álicos e com saturação por bases (V%) muito baixa, concordando com o encontrado por Rossi & Pfeifer (1991b). Ao longo dos rios principais, na baixa vertente e baixada são encontrados solos aluviais e hidromórficos e os solos indiscriminados de mangue como já havia sido relatado por Queiroz Neto & Küpper (1965) para a Baixada Santista. Trabalho mais recente (Oliveira *et al.*, 1999) mostra a presença de Cambissolos Háplicos associados aos Latossolos Vermelho-Amarelos nas vertentes escarpadas e planalto da Serra do Mar e Espodossolo Ferrocárbico Hidromórfico associado ao Neossolo Quartzarênico na planície litorânea, apontando ainda, Gleissolo Sáfico para as áreas de mangue.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Visando compartimentar a área foram selecionadas fotografias aéreas verticais de 1962 do levantamento aerofotográfico do Estado de São Paulo, na escala aproximada de 1:25.000; cartas topográficas na escala de 1:50.000, folhas SF23YDV1 e SF23YDV3 de Salesópolis e publicadas pelo IGG-SP em 1971; e, cartas topográficas na escala de 1:10.000, abrangendo parte do município de Santos, publicadas pelo GEGAN Sistema Cartográfico Metropolitano da Grande São Paulo de 1975.

ROSSI, M. & QUEIROZ NETO, J. P. de. Fotointerpretação de amostras circulares no estudo da distribuição dos solos da bacia hidrográfica do Guaratuba, SP-Brasil.

A seqüência de trabalhos teve como técnica principal a fotointerpretação visual de fotografias aéreas, para a identificação dos elementos componentes da paisagem. Esse procedimento é essencial, tendo em vista as dificuldades de acesso à área, além de agilizar e facilitar o mapeamento dos elementos da paisagem, porém sem dispensar os trabalhos de campo, no detalhamento e comprovações dos elementos fotointerpretados. Assim, foram elaborados mapas de geologia, solos, formas de relevo, declive, altimetria, drenagem e vegetação, que permitiram uma subcompartimentação da área, sinteticamente, apresentados nas TABELAS 1, 2 e 3.

A interpretação e análise da rede de drenagem na tentativa de separar padrões de drenagem relacionados aos diferentes tipos de solos, seguiu os conceitos propostos por Parvis (1950), Frost (1960) e França (1968).

Inicia-se a análise e interpretação de fotografias aéreas pelo registro dos elementos prontamente visíveis, como a rede de drenagem, o relevo e a cobertura vegetal. O relevo e a vegetação compartimentaram a área e balizaram a escolha da localização das amostras circulares. A elaboração do mapa da rede de drenagem permitiu interpretar seus diferentes padrões e, junto com os outros elementos, obter uma compartimentação da área.

A fotoidentificação baseou-se em elementos observáveis nas fotografias aéreas como cor, textura, tonalidade, forma, dimensão e convergência de evidências, confirmados com verificação e análise de campo, como proposto por Lueder (1959) e Spurr (1960). O reconhecimento das unidades geológicas teve o auxílio bibliográfico e cartográfico.

As amostras circulares, ao contrário do usual, representam áreas de 50 ha ( $0,5 \text{ km}^2$ ), uma vez que anteriormente Rossi *et al.* (1991b) haviam encontrado dificuldade no ajuste de amostras de 500 ha ( $5 \text{ km}^2$ ) em estudos na Serra do Mar, devido à diversidade morfopedológica da área. A localização das amostras foi dirigida pela compartimentação preliminar e interpretação dos padrões de drenagem da área.

O controle dos resultados, foi efetuado por meio de reconhecimento dos solos em trabalhos de campo e por padrões que as próprias amostras representam, amparados pela caracterização clássica de laboratório.

## 2.1 Mapa da Rede de Drenagem

O mapa detalhado da rede de drenagem representa os cursos de água temporários e permanentes, como propõe Strahler (1957), além de depressões fechadas ou pequenas lagoas, elementos indicadores do grau de integração da rede de drenagem (Lueder, 1959). Este mapa serve de base para a definição das amostras circulares, que foram utilizadas para definir zonas homogêneas com sistemas ou associações de solos.

A partir das fotografias aéreas delineou-se os segmentos de rios e canais bem marcados traçando-os em papel transparente. Analisou-se as características descritivas do padrão de drenagem, avaliando a disposição dos traçados dos rios conforme Lueder (1959), incluindo o tipo segundo Parvis (1950). Desta forma, obteve-se um mapa na escala aproximada de 1:25.000, posteriormente ajustado e corrigido para a escala de 1:50.000 através de controle por carta topográfica e pontos referenciais.

## 2.2 Amostras Circulares

Como critérios para situar as amostras circulares utilizou-se o de similaridade de atributos, definidos nos compartimentos morfológicos, como o aspecto da drenagem (padrão, densidade, etc.) e do material de origem, buscando circunscrever áreas o mais homogêneas possível.

Os compartimentos planalto, escarpa e planície litorânea, foram subcompartimentados de acordo com o conjunto de formas de relevo. Em cada subcompartimento foram definidas três amostras circulares, com área de  $0,5 \text{ km}^2$  (50 ha), totalizando 48 amostras, ou seja, 23 no planalto, 12 na escarpa e 13 na planície litorânea.

Para isso, elaborou-se uma máscara com a amostra circular de área definida, que foi colocada sobre o mapa da rede de drenagem, possibilitando a transferência dos canais e rios para o gabarito (amostra). Com os segmentos de rios delineados, iniciou-se as medições. Elaboram-se quantas amostras se julgar necessárias, sendo suas localizações dirigidas no mapa de drenagem.

TABELA 1 - Planilha dos elementos estudados (planalto).

Compartimentos do relevo	Subcompartimentos do relevo	CARACTERÍSTICAS DO MEIO FÍSICO - BIÓTICO			SOLOS*	Tipo	VEGETAÇÃO Características
		MORFOMETRIA Declividade	Altitude	LITOLOGIA			
PLANALTO Relevo de degradação, dissecação baixa a média, drenagem densa, padrão treliça	1.1.1. Relevo de morros paralelos convexizados e alongados altos, fraturamento paralelo e densidade de drenagem média. Comprimento de rampa = 197 m. Incisão de drenagem = 100 m.	6-12% e 21-46%	min. = 790 m e máx. = 929 m	Gnaisse	LVA e CX	FLORESTA PLUVIAL TROPICAL DE PLANALTO	Mata arbórea (20-25 m) alta com copas emergentes.
	1.1.2. Relevo de morros paralelos baixos, topos convexos. Área com fraturamento e fálhamento paralelo e densidade de drenagem média. Comprimento de rampa = 197 m. Incisão de drenagem = 60 m.	6-12% e 12-21%	min. = 900 m e máx. = 1000 m	Gnaisses migmático	e CX + LV PVA + CX		Mata arbórea média (15-20 m) sem copas emergentes (topos e altas vertentes).
	1.1.3. Relevo de morros paralelos convexizados e planícies fluviais. Pouco fraturado e densidade de drenagem baixa. Comprimento de rampa = 213 m. Incisão de drenagem = 35/45 m.	6-12% e 0-3%	min. = 790 m e máx. = 942 m	Gnaisses	LVA + CX GX + ES		Mata arbórea (20-25 m), com copas emergentes na média e baixa vertentes. Porte mais baixo na alta vertente (15 m).
	1.1.4. Relevo de morros paralelos altos topos convexos alongados, com vertentes íngremes. Densidade de drenagem alta. Comprimento de rampa = 250/330 m. Incisão de drenagem = 88/145 m.	12-21%	min. = 860 m e máx. = 1088 m	Granítico gnaissico	CX + PVA		Mata arbórea (20-25 m) com copas emergentes.
	1.1.5. Relevo de morros paralelos com alto fraturamento e vertentes retilíneas a convexas, fraturamento paralelo e densidade de drenagem alta. Comprimento de rampa = 197 m. Incisão de drenagem = 80 a 100 m.	21-46%	min. = 800 m e máx. = 900 m	Gnaisse	PVA + CX e PVA + RL		Mata arbórea (15-20 m) porte médio com copas emergentes, heterogênea nos fundos dos vales e homogênea de porte mais baixo nos topos e altas vertentes.
	1.2. Relevo de morros alongados altos topos convexizados a angulosos. Vertentes retilíneas a convexas e densidade de drenagem alta. Verifica-se a ocorrência de grandes afloramentos rochosos.	> 46% e 21-46%	min. = 900 m e máx. = 1260 m	Granito Pegmatito	RL + AR PA + RR PVA + CX		Vegetação saxícola (musgos e líquens) e herbáceas. Vegetação de campo com pequenos arbustos. Mata arbórea média/alta (15-20 m) com copas emergentes nos fundos de vale.
	1.3.1. Relevo de morrotes convexas baixos, topos convexos pouco fraturados e densidade de drenagem baixa/média. Comprimento de rampa = 254 m. Incisão de drenagem = 43 m.	6-12%	min. = 800 m e máx. = 900 m	Gnaisse	CX + LVA		Mata arbórea alta (20-25 m) com copas emergentes na média e baixa vertentes.
	1.3.2. Relevo de morrotes convexas baixos, topos convexizados a aplainados pouco fraturados e densidade de drenagem baixa/média. Comprimento de rampa = 254 m. Incisão de drenagem = 43 m.	6-12% 3-12%	min. = 900 m e máx. = 1000 m	Gnaisses e migmático	CX + PVA PA + RR		Mata arbórea (20-25 m), com copas emergentes na média e baixa vertentes. Campo herbáceo com arbustos esparsos, nas altas vertentes e topos aplainados.

(\*) PA = Argissolo Amarelo; RL = Neossolo Litólico; PVA = Argissolo Vermelho-Amarelo; RR = Neossolo Regolítico; CX = Cambissolo Háplico; LVA = Latossolo Vermelho-Amarelo; GX = Gleissolo Háplico; ES = Espodossolo Ferrocárbico; AR = Aforamento de Rocha.

ROSSI, M. & QUEIROZ NETO, J. P. de. Fotointerpretação de amostras circulares no estudo da distribuição dos solos da bacia hidrográfica do Guaratuba, SP-Brasil.

TABELA 2 - Planilha dos elementos estudados (escarpa).

Compartimentos do relevo	Subcompartimentos do relevo	CARACTERÍSTICAS DO MEIO FÍSICO - BIÓTICO			SOLOS*	VEGETAÇÃO
		MORFOMETRIA Declividade	Altitude	LITOLOGIA		
ESCARPA Relevo de degradação, apresenta exposição rochosa nas altas vertentes e cicatrices de escarpamento. Relevo de agradação, com formação de coluviões, ocorrendo no fundo dos principais vales nas baixas e médias vertentes.	2.1. Relevo escarpado altas vertentes com desníveis altimétricos acentuados e paredões abruptos que caem do planalto sobre a planície litorânea. Densidade de drenagem alta a média, padrão dendrítico com vales entalhados em forma de "V" e vertentes retíneas a convexas.	> 46%	máx = 1260 m e mín = 500 m	Granitos	RL + CX	Mata arbórea média/baixa (10-15 m) nas cristas e altas vertentes sem copas emergentes.
	2.2. Relevo escarpado altas e médias vertentes com padrão de drenagem dendrítico - subparalelo.	21-46%	máx = 1260 m e mín = 20 m	Granitos	CX + PV	Mata arbórea média a alta (15-20 m) nas médias e altas vertentes com copas emergentes.
	médias e baixas vertentes com patamares	21-46%	máx = 300 m e mín = 20 m		LVA	Mata arbórea alta (> 25 m) com indivíduos emergentes.
	2.3. Relevo com vertentes longas e fundos de vale de deposição coluvionar.	6-21%	máx = 400 m e mín = 20 m	Sedimentos de depósitos coluviais	CX + PVA	Mata arbórea média (15 m), sem copas emergentes nas baixas e médias vertentes.

FLORESTA PLUVIAL TROPICAL DE ENCOSTA

(\*) RL = Neossolo Litólico; PVA = Argissolo Vermelho-Amarelo; CX = Cambissolo Háptico; LVA = Latossolo Vermelho-Amarelo.

ROSSI, M. & QUEIROZ NETO, J. P. de. Fotointerpretação de amostras circulares no estudo da distribuição dos solos da bacia hidrográfica do Guaratuba, SP-Brasil.

TABELA 3 - Planilha dos elementos estudados (planície litorânea).

CARACTERÍSTICAS DO MEIO FÍSICO - BIÓTICO						
Compartimentos do relevo	Subcompartimentos do relevo	MORFOMETRIA		LITOLOGIA	SOLOS*	VEGETAÇÃO
		Declividade	Altitude			
PLANÍCIE LITORÂNEA Relevo plano de agradação densidade de drenagem subparalela a difusa	Praiais	0%	Nível do mar	Sedimentos arenosos marinhos atuais		
	Bancos de areia	0%	Nível do mar	Sedimentos arenosos fluviais atuais.		
	Terraços marinhos altos	0-3%	5-7 m	Sedimentos marinhos.	ES	Mata higrófila (15-20 m), com copas emergentes.
	Planície fluvial (Aluvio-coluvião)	0-3%	3-4 m	Sedimentos fluviais arenosiltico-argilosos.	GX + CX RU + GX	Mata higrófila de várzea (15-20 m). Mata hidrófila de várzea (15-20 m).
	Terraços marinhos baixos (planície marinha)	0-3%	2-5 m	Sedimentos arenosos marinhos e continentais.	ES	Mata higrófila (15-20 m), com copas emergentes, adensadas.
	Depressão na planície	0%	-1 m	Material orgânico.	OY	Mata hidrófila (15 m), sem copas emergentes especializada (Paludosas).
	Cordões marinhos arenosos	0-3%	0-2 m	Sedimentos arenosos marinhos recentes.	ES + RQ	Mata higrófila (15-10 m) com copas emergentes.
	Mangue	0%	Nível do mar	Sedimento fluvio marinho recente.	RQsal	Vegetação especializada de ambiente salino e encharcado.
Morros isolados litorâneos de degradação	Vertentes convexas e retilíneas	21-46%	100 a 300 m	Granito/gnaise.	CX + PVA	Mata arbórea (15 m) com copas emergentes.

(\*) PVA = Argissolo Vermelho-Amarelo; CX = Cambissolo Háplico; GX = Gleissolo Háplico; ES = Espodosolo Ferrocárbico; RU = Neossolo Flúvico; RQ = Neossolo Quartzarênico; RQsal = Neossolo Quartzarênico salino; OY = Organossolo Mésico; FTPE = floresta pluvial tropical de encosta.

Nessas amostras circulares determinaram-se apenas o número de rios e o comprimento total da rede, uma vez que a área e o perímetro são conhecidos e constantes. Com isso, definem-se os seguintes índices:

- densidade de drenagem (Dd): calculada de acordo com Horton (1945) e adaptada por Ray & Fischer (1960), [comprimento de rios (km)/área (km<sup>2</sup>)];
- frequência de rios (F): também proposto por Horton (1945) e adaptada à amostra circular por Souza (1975), [número de rios/área (km<sup>2</sup>)];
- comprimento médio de rios (Lm): calculado conforme Koffler (1976a, b), [comprimento total de rios (km)/número de rios];
- razão de textura (T): calculada segundo Smith (1950), modificada por França (1968) para trabalhos com solos e adaptada por Souza (1975) para as amostras circulares, [número de rios/perímetro (km)], e
- classe de textura topográfica: determinada pela classificação de Smith (1950), adaptada por França (1968) ao sistema métrico, [razão de textura / perímetro (km), onde: classe grosseira < 2,5; média entre 2,5 e 6,2; e fina > 6,2].

### 2.3 Análises Estatísticas

As análises estatísticas desenvolveram-se conforme Gomes (1987) e seguiram os procedimentos de agrupamento ou cluster (Hartigan, 1975a, b) em cada compartimento individualmente, com coeficiente de variação de 25% e amostragens dirigidas em função dos tipos de solo. Os agrupamentos ou clusters são métodos matemáticos utilizados para definir os dados que são similares dentro de um conjunto de dados.

Em uma primeira etapa, foram selecionadas amostras de 1 a 36 e aplicadas análises de agrupamento através dos dados brutos, porém isoladamente, de número, comprimento de rios, comprimento médio de rios, frequência, densidade e razão de textura, sendo as classes de agrupamento identificadas através da variação da média.

As características frequência de rios, densidade de drenagem e razão de textura, são dados calculados dividindo-se os elementos número de rios e comprimento de rios, por uma constante, não alterando a relação dos índices obtidos por esses elementos.

Em uma segunda etapa, além de aumentar o número de amostras estudadas, passando para 48, os dados foram transformados em índices e estudados em conjunto: número, comprimento, comprimento médio, formas de relevo, declive, geologia e vegetação, aplicando-se a análise de agrupamento com 14 classes, pelo método da variância mínima. Foram excluídos do teste os índices derivados do número e comprimento de rios, pois estes são função de divisões por constantes, o que daria um peso maior àqueles elementos. Esta segunda etapa buscou melhorar os resultados de agrupamento encontrados na primeira, tornando os delineamentos de solos mais homogêneos.

Na transformação em índices, foram utilizados além dos índices da drenagem (número de rios, comprimento e comprimento médio de rios), subcompartimentos do relevo dentro dos compartimentos planalto (morros paralelos altos, morros paralelos baixos, morros paralelos com várzeas restritas, colinoso com morros altos alongados, morros paralelos com alto fraturamento e morros alongados altos), escarpa (escarpa com densidade de drenagem alta, escarpa densidade de drenagem média e escarpa densidade de drenagem baixa) e planície litorânea (terraços marinhos altos, terraços marinhos baixos, mangue e planície fluvial). Esses subcompartimentos foram caracterizados pela geologia (granitos, gnaisses, gnaisses com foliação, gnaisses e quartzitos, sedimentos de mangue, sedimentos continentais, sedimentos marinhos, sedimentos aluviais, sedimentos coluviais, e pegmatitos e granitos); e pelas classes de declividade > 46%, 21 - 46%, 12 - 46%, 6 - 12%, 0 - 6%, 6 - 21% e 0 - 3%.

### 2.4 Solos

Os trabalhos de coleta e análise de amostras de solo, seguiram procedimentos e metodologias utilizadas pelo Instituto Agrônomo (IAC) e Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, descrevendo-se as características morfológicas dos horizontes e perfis de solo segundo Lemos & Santos (1996) e EMBRAPA (1979) e as análises laboratoriais por Camargo *et al.* (1986), observando-se os atributos físicos, químicos e mineralógicos de solo. A classificação seguiu a adotada em trabalhos nacionais (Camargo *et al.*, 1987), com posterior adequação ao sistema brasileiro de classificação de solos, (EMBRAPA, 1999) colocada entre parêntesis e/ou em itálico.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O mapa da rede de drenagem obtido primeiramente na escala aproximada de 1:25.000 foi posteriormente ajustado e corrigido para a escala de 1:50.000, apresentado na FIGURA 2.

A aplicação do método de amostragem circular permitiu quantificar e qualificar a rede hidrográfica por meio de medição e análise de rios da FIGURA 3. Os resultados da análise quantitativa são observados nas TABELAS 4 a 9.

A identificação das formas de relevo e da vegetação e a interpretação da geologia possibilitou distinguir os compartimentos planalto, escarpa e planície litorânea e, posteriormente, subcompartimentá-los, dirigindo as amostragens para esses subcompartimentos. A partir dessa compartimentação, a drenagem foi desenhada e as amostras escolhidas, em função do aspecto da drenagem (padrão, densidade, etc.) e dos compartimentos. O padrão da rede de drenagem e as amostras circulares estudadas (FIGURA 3) são bem visualizados nos três grandes compartimentos:

- 1) planalto ou reverso da escarpa, com rede hidrográfica em treliça orientada NE-SW e subordinadamente N-S (dado o intenso fraturamento da área e a natureza bandada da rocha), com inserção de rios em ângulos agudos a retos, demonstrando controle geológico/estrutural alto; número elevado de rios de primeira ordem de ramificação (em média 31) e de comprimento da rampa curto;
- 2) escarpas, com rede de drenagem subparalela a dendrítica, orientada (NE-SW e NW-SE), ângulos de junção agudos localmente retos, também demonstrando controle geológico/estrutural; número de rios de primeira ordem médio (média de 16) com comprimento de rampa também médio, e
- 3) planície litorânea, com rede hidrográfica centripeta, pouco densa meandrante e difusa, onde se pode notar que a maioria dos rios, quando entram na planície e percorrem os sedimentos fluviais, aparentemente estão condicionados como na escarpa, à linhas de fraturas ou falhas de direção NW-SE e NE-SW. A partir dos sedimentos marinhos, os rios apresentam-se de forma meandrante e difuso, com padrão centripeto, sem orientação preferencial e pequeno número de rios, sem demonstrar controle de sua rede de drenagem, ou percorrem encaixados entre os cordões marinhos arenosos recentes.

#### 3.1 Primeira Etapa: Análise das Características da Rede de Drenagem

Na primeira etapa, os valores brutos classificados pelo método de Cluster, permitiram separar o planalto da planície litorânea, enquanto a escarpa mistura-se sobretudo com o planalto. É interessante notar que determinadas amostras saem muito da classificação para todos os itens analisados: 36, 19, 20, 21, 27, 6 e 18. A amostra 36, situada no sopé da escarpa já na planície fluvial, confunde-se com a amostra 27 que representa o material coluvionar da escarpa. De certa forma, isso é de se esperar, pois esses materiais estão no contato entre baixa vertente e planície litorânea. Podemos deduzir que algumas amostras do planalto estariam localizadas provavelmente sobre material originário semelhante ao da escarpa e, por isso, os dados se assemelham, o que definiria sistemas pedológicos também semelhantes.

Analisando os índices isolados, obtidos por compartimento (planalto, escarpa e planície litorânea - FIGURA 3 e TABELA 4), observa-se que apenas o número de rios e os índices correspondentes individualizam certos agrupamentos de formas de relevo e de solos, através de sua média, e distinguem áreas dentro de cada compartimento (unidades).

As unidades que ocupam o planalto apresentam elevado número de rios de 1ª ordem de ramificação, semelhantes apenas a uma série de amostras das altas vertentes da escarpa; isto se deve, em grande parte, aos intensos fraturamentos observados nesses compartimentos.

O número de rios na planície litorânea é bem menor que nos outros compartimentos, com exceção da planície fluvial, amostras 34, 35 e 36, bem separadas das demais em função do maior número apresentado (10,67 em média). As amostras de terraços marinhos (amostras 28, 29 e 30) apresentam média de 5 rios, em geral de 1ª e 2ª ordens; as amostras localizadas no mangue (31, 32 e 33) apresentam média de 3,67 rios, em geral, de ordem mais elevada (4ª, 5ª e 7ª). Nesses casos, o número de rios e a ordem de ramificação estão agrupando formas de relevo e associações de solos, exceção feita às planícies fluviais, que se apresentaram não uniformes como na escarpa.

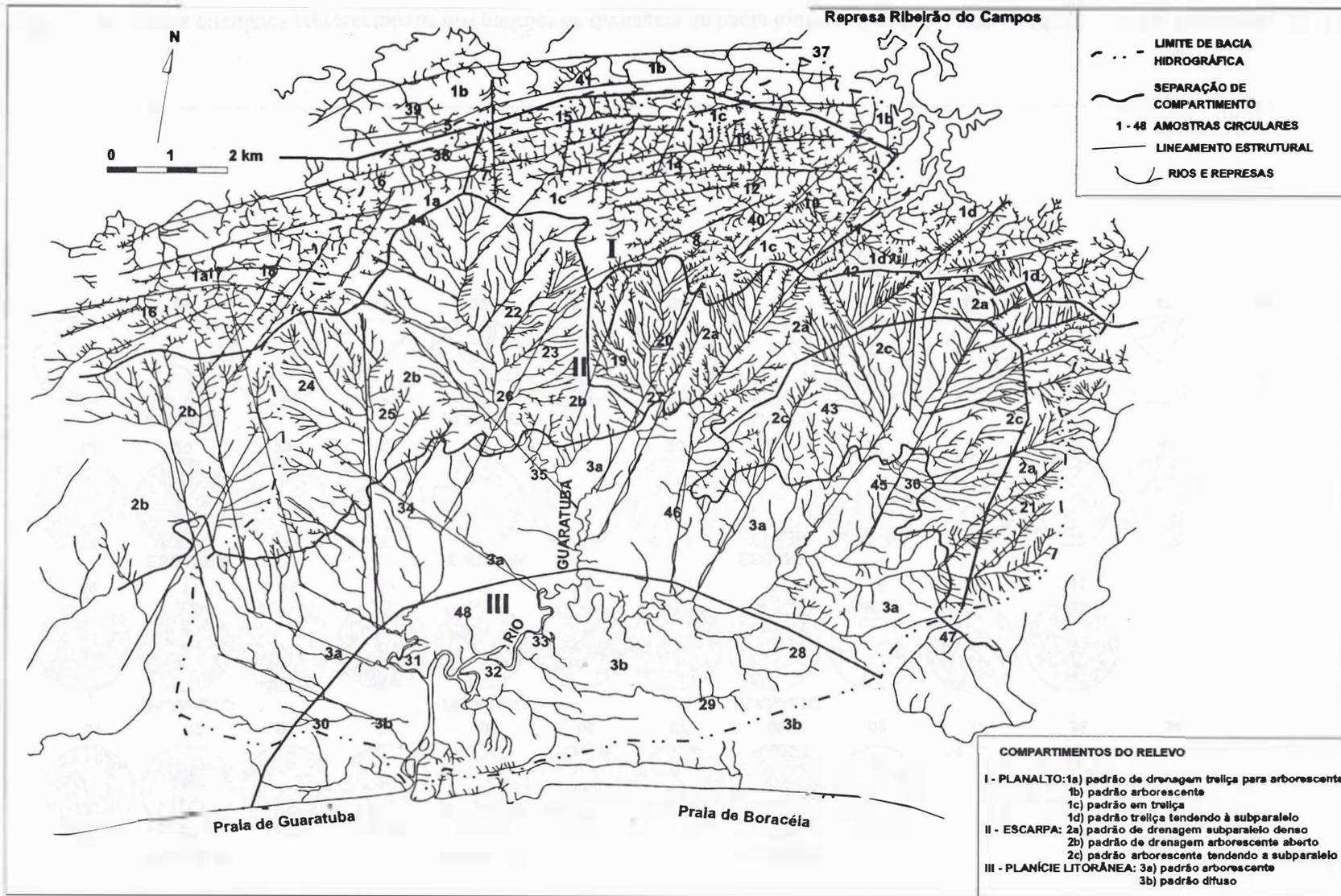


FIGURA 2 - Mapa detalhado da rede de drenagem da bacia hidrográfica do Guaratuba, com indicação da posição das amostras circulares.

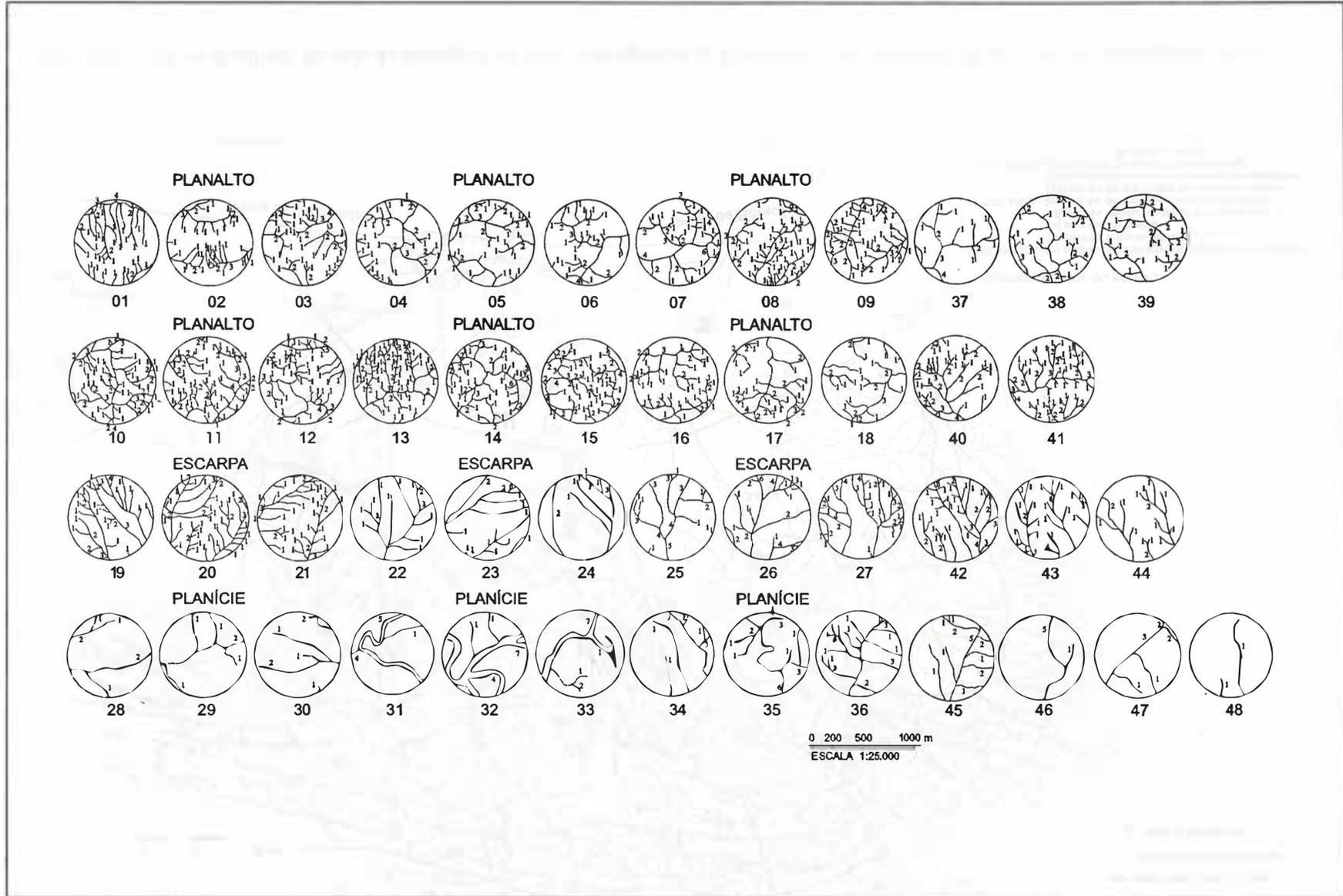


FIGURA 3 - Amostras circulares representativas dos padrões de drenagem da bacia hidrográfica do Guaratuba (Área = 50 ha; Perímetro = 2,513 km).

ROSSI, M. & QUEIROZ NETO, J. P. de. Fotointerpretação de amostras circulares no estudo da distribuição dos solos da bacia hidrográfica do Guaratuba, SP-Brasil.

TABELA 4 - Número de rios das amostras circulares, por ordem de ramificação.

		ORDEM/NÚMERO DE RIOS							
	AMOSTRA	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	TOTAL
PLANALTO	1	30	7	2	1				40
	2	28	5	2	0				35
	3	33	8	2	1				44
	4	25	5	1	0				31
	5	24	7	1	0				32
	6	18	5	1	1				25
	7	23	6	2	1	0		1	33
	8	46	10	2					58
	9	32	10	3	1				46
	10	38	12	5	1				56
	11	42	8	3	1				54
	12	36	7	2	1	1			47
	13	61	7	1	0	1			70
	14	33	7	1	1	2		1	45
	15	34	16	3	2				55
	16	30	7	2					39
	17	20	9	1	1				31
	18	16	6	1					23
	37*	9	2	1	1				13
	38*	17	6	1	1				25
39*	18	7	1					26	
40*	29	10	2	1				42	
41*	34	10	3	1				48	
	Média								40
ESCARPA	AMOSTRA	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	TOTAL
	19	21	5	3	1				30
	20	32	6	2	1				41
	21	31	4	2					37
	22	10	2	1					13
	23	12	3						15
	24	5	2	1					8
	25	7	1	4	2	1			15
	26	8	4	3	2	0	1		18
	27	17	5	4	2				28
	42*	20	5	3	2				30
43*	20	5	1					26	
44*	12	3						15	
	Média								23
PLANÍCIE LITORÂNEA	AMOSTRA	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	TOTAL
	28	3	2						5
	29	4	1						5
	30	3	2						5
	31	1	0	0	1	1			3
	32	2	1	0	0	0	0	1	4
	33	2	0	0	1	0	0	1	4
	34	3	1	1	0	1			6
	35	5	1	2	0	0	1		9
	36	11	3	2	0	1			17
	45*	6	3	0	0	1			10
	46*	1	0	0	0	1			2
47*	2	2	1					5	
48*	2							2	
	Média								6

(\*) Amostras que entraram na análise apenas na segunda etapa.

TABELA 5 - Comprimento total de rios das amostras circulares, por ordem de ramificação.

		ORDEM/COMPRIMENTO DE RIOS (km)							
	AMOSTRA	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	TOTAL
PLANALTO	1	3,5	1,00	0,13	0,13				4,75
	2	2,25	0,93	0,30					3,48
	3	2,20	0,95	0,20	0,15				3,50
	4	1,60	0,75	0,77					3,12
	5	1,50	1,75	0,25					3,50
	6	1,67	0,70	0,33	0,75				3,45
	7	1,32	0,77	1,05	0,75	0,00	0,27		4,16
	8	2,25	1,25	0,50					4,00
	9	2,05	1,00	0,65	0,30				4,00
	10	2,25	0,75	1,05	0,87				4,92
	11	2,70	1,42	0,52	0,30				4,94
	12	2,20	0,75	0,37	0,95	0,45			4,72
	13	2,45	2,02	0,05	0,00	0,77			5,29
	14	2,20	0,80	0,25	0,52	0,27	0,80		4,84
	15	1,50	1,25	0,30	1,30				4,35
	16	2,10	1,50	0,50					4,10
	17	1,30	1,25	0,27	0,77				3,59
	18	1,95	0,50	0,55					3,00
	37*	1,60	1,00	0,30	0,25				3,15
	38*	1,65	1,45	0,50	0,70				4,30
	39*	1,70	1,70	0,50					3,90
40*	1,80	1,65	0,60	0,16				4,21	
41*	2,60	1,60	0,96	0,13				5,29	
	Média								4,11
ESCARPA	AMOSTRA	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	TOTAL
	19	2,47	1,20	0,30	0,60				4,57
	20	2,75	0,95	1,12	0,65				5,47
	21	3,20	1,27	0,25					4,72
	22	2,25	0,50	0,70					3,45
	23	2,05	1,50						3,55
	24	1,30	0,87	0,75					2,92
	25	0,75	0,25	1,50	0,37	0,15			3,02
	26	0,80	0,87	0,45	0,45	0,00	0,75		3,32
	27	0,87	0,95	1,00	1,50				4,32
	42*	2,60	1,60	0,60	1,05				5,85
	43*	2,65	1,60	0,12					3,97
	44*	1,85	1,30						3,15
		Média							
PLANÍCIE LITORÂNEA	AMOSTRA	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	TOTAL
	28	0,75	0,95						1,70
	29	1,25	0,80						2,05
	30	0,80	1,00						1,80
	31	0,30	0,00	0,00	0,10	1,45			1,85
	32	0,50	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,92	1,74
	33	0,65	0,00	0,00	0,62	0,00	0,00	1,25	2,52
	34	1,20	0,70	0,15	0,00	0,75			2,80
	35	0,95	0,07	0,42	0,00	0,00	1,25		2,69
	36	1,50	0,77	0,37	0,00	0,75			3,39
	45*	1,60	0,75	0,00	0,00	0,84			3,19
	46*	0,25	0,00	0,00	0,00	0,95			1,20
	47*	0,80	0,25	0,90					1,95
48*	0,90							0,90	
	Média								2,14

(\*) Amostras que entraram nas análises apenas na segunda etapa.

ROSSI, M. & QUEIROZ NETO, J. P. de. Fotointerpretação de amostras circulares no estudo da distribuição dos solos da bacia hidrográfica do Guaratuba, SP-Brasil.

TABELA 6 - Comprimento médio de rios das amostras circulares, por ordem de ramificação.

		ORDEM/COMPRIMENTO MÉDIO DE RIOS (km)							
	AMOSTRA	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	TOTAL
PLANALTO	1	0,12	0,14	0,06	0,13				0,12
	2	0,08	0,19	0,15					0,10
	3	0,07	0,12	0,10	0,15				0,08
	4	0,06	0,15	0,77					0,10
	5	0,06	0,25	0,25					0,11
	6	0,09	0,14	0,33	0,75				0,11
	7	0,06	0,13	0,53	0,75	0,00	0,27		0,14
	8	0,05	0,13	0,25					0,13
	9	0,06	0,10	0,22	0,30				0,07
	10	0,06	0,06	0,21	0,87				0,09
	11	0,06	0,18	0,17	0,30				0,09
	12	0,06	0,11	0,19	0,95	0,45			0,09
	13	0,04	0,29	0,05	0,00	0,77			0,10
	14	0,07	0,11	0,25	0,52	0,14	0,80		0,11
	15	0,04	0,08	0,10	0,65				0,11
	16	0,07	0,21	0,25					0,08
	17	0,07	0,14	0,27	0,77				0,11
	18	0,12	0,08	0,55					0,12
	37*	0,18	0,50	0,30	0,25				0,24
	38*	0,10	0,24	0,50	0,70				0,17
	39*	0,09	0,42	0,50					0,15
40*	0,06	0,16	0,30	0,16				0,10	
41*	0,08	0,16	0,32	0,13				0,11	
	Média								0,10
ESCARPA	AMOSTRA	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	TOTAL
	19	0,12	0,24	0,10	0,60				0,15
	20	0,09	0,16	0,56	0,65				0,13
	21	0,10	0,32	0,13					0,13
	22	0,23	0,25	0,70					0,27
	23	0,17	0,50						0,24
	24	0,26	0,44	0,75					0,37
	25	0,11	0,25	0,38	0,19	0,15			0,20
	26	0,10	0,22	0,15	0,23	0,00	0,75		0,18
	27	0,05	0,19	0,25	0,75				0,15
	42*	0,13	0,32	0,20	0,52				0,19
	43*	0,13	0,24	0,12					0,15
	44*	0,15	0,43						0,21
	Média								0,17
PLANÍCIE LITORÂNEA	AMOSTRA	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	TOTAL
	28	0,25	0,48						0,54
	29	0,31	0,80						0,41
	30	0,27	0,50						0,36
	31	0,30	0,00	0,00	0,10	1,45			0,62
	32	0,25	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,92	0,44
	33	0,33	0,00	0,00	0,62	0,00	0,00	1,25	0,63
	34	0,40	0,70	0,15	0,00	0,75			0,47
	35	0,19	0,07	0,21	0,00	0,00	1,25		0,30
	36	0,14	0,26	0,19	0,00	0,75			0,20
	45*	0,27	0,25	0,00	0,00	0,84			0,32
46*	0,25	0,00	0,00	0,00	0,94			0,60	
47*	0,40	0,12	0,90					0,39	
48*	0,45							0,45	
	Média								0,36

(\*) Amostras que entraram nas análises apenas na segunda etapa.

TABELA 7 - Características quantitativas do padrão de drenagem e as classes de textura topográfica das amostras circulares.

CARACTERÍSTICAS OBSERVADAS/COMPARTIMENTO					
	AMOSTRA	FREQUENCIA	DENSIDADE	RAZÃO DE TEXTURA	CLASSE TEXTURAL
PLANALTO	1	80	9	16	FINA
	2	70	7	14	MÉDIA
	3	88	7	18	FINA
	4	62	6	12	MÉDIA
	5	64	7	13	MÉDIA
	6	50	7	10	MÉDIA
	7	66	8	13	MÉDIA
	8	116	8	23	FINA
	9	92	8	18	FINA
	10	112	10	22	FINA
	11	108	10	21	FINA
	12	94	9	19	FINA
	13	140	11	28	FINA
	14	90	10	18	FINA
	15	110	9	22	FINA
	16	78	8	16	MÉDIA
	17	62	7	12	MÉDIA
	18	46	6	9	MÉDIA
	37*	26	6	5	GROSSEIRA
	38*	50	9	10	MÉDIA
	39*	52	8	10	MÉDIA
40*	84	8	17	FINA	
41*	96	12	19	FINA	
ESCARPA	19	60	9	12	MÉDIA
	20	82	11	16	FINA
	21	74	9	15	MÉDIA
	22	26	7	5	GROSSEIRA
	23	30	7	6	GROSSEIRA
	24	16	6	3	GROSSEIRA
	25	30	6	6	GROSSEIRA
	26	36	7	7	MÉDIA
	27	56	9	11	MÉDIA
	42*	60	12	12	MÉDIA
	43*	52	8	10	MÉDIA
44*	30	6	6	GROSSEIRA	
PLANÍCIE LITORÂNEA	28	10	3	2	GROSSEIRA
	29	10	4	2	GROSSEIRA
	30	10	4	2	GROSSEIRA
	31	6	4	1	GROSSEIRA
	32	8	3	2	GROSSEIRA
	33	8	5	2	GROSSEIRA
	34	12	6	2	GROSSEIRA
	35	18	5	4	GROSSEIRA
	36	34	7	7	MÉDIA
	45*	20	6	4	GROSSEIRA
	46*	4	2	1	GROSSEIRA
	47*	10	4	2	GROSSEIRA
	48*	4	2	1	GROSSEIRA

(\*) Amostras que entraram na análise apenas na segunda etapa.

ROSSI, M. & QUEIROZ NETO, J. P. de. Fotointerpretação de amostras circulares no estudo da distribuição dos solos da bacia hidrográfica do Guaratuba, SP-Brasil.

TABELA 8 - Valores médios dos índices estudados, por compartimento.

MÉDIAS	PLANALTO	ESCARPA	PLANÍCIE
NÚMERO	40	23	6
COMPRIMENTO (km)	4,11	4,00	2,14
COMPRIMENTO MÉDIO (km)	0,10	0,17	0,36
DENSIDADE	8,26	8,08	4,23
FREQÜÊNCIA	80	46	12
RAZÃO DE TEXTURA	15,19	9,08	2,46

TABELA 9 - Índices das características estudadas e os agrupamentos.

	Grupo	Amostra	Número	Compr.*	C. Médio*	Relevo	Declive	Vegetação	Geol.*
PLANALTO	I	1	9	13	4	6	1	1	10
	I	2	8	10	4	6	1	1	10
	I	3	10	10	3	6	2	1	10
	I	9	11	11	3	6	2	2	10
	IV	4	8	9	4	1	3	3	2
	IV	16	9	10	3	2	3	2	2
	IV	17	8	10	4	2	3	2	2
	IV	18	6	9	4	2	3	2	2
	V	8	13	11	4	4	4	6	3
	V	10	13	13	3	4	4	6	3
	V	11	12	13	3	4	4	6	3
	V	12	11	13	3	4	4	8	3
	V	40	10	12	4	4	4	7	3
	X	5	8	10	4	3	6	5	2
	X	6	6	10	4	3	6	5	2
	X	7	8	11	5	3	6	5	2
	X	37	4	9	7	3	6	5	2
	X	38	6	12	5	3	6	5	2
	X	39	7	11	5	3	6	5	2
	XI	14	10	13	4	1	3	3	2
XI	15	12	12	4	1	5	3	2	
XI	41	11	14	4	1	5	4	2	
XIV	13	15	14	4	5	2	3	4	
ESCARPA	IX	20	10	15	4	9	7	10	9
	II	19	7	12	5	7	2	9	1
	II	21	9	13	4	7	2	9	1
	II	42	7	15	6	7	1	12	1
	II	43	7	11	5	7	2	9	1
	VI	22	4	10	7	8	4	11	1
	VI	23	4	10	7	7	2	12	1
	VI	24	3	8	10	8	2	13	1
	VI	44	4	9	6	8	2	13	1
	VII	25	4	9	6	9	7	12	9
	VII	26	5	9	5	9	7	14	9
	VII	27	7	12	5	9	7	14	9
PLANÍCIE LITORÂNEA	VII	36	5	10	6	9	7	18	9
	III	28	2	6	13	11	8	15	7
	III	29	2	6	11	11	8	15	7
	III	30	2	6	9	11	8	15	7
	III	32	2	6	11	12	8	16	5
	III	34	3	8	12	13	8	14	6
	III	47	2	6	10	10	8	15	6
	XIII	31	2	6	15	12	8	16	5
	XIII	33	2	7	15	12	8	16	5
	XII	45	3	9	9	13	8	18	6
	XII	35	3	8	8	13	8	17	6
	VIII	46	2	4	15	10	8	19	6
	VIII	48	2	2	11	10	8	20	6

(\*) Comp. = comprimento de rios; C. Médio = comprimento médio de rios; Geol. = geologia.

Os índices com base no comprimento (TABELA 5) agrupam amostras sem identificar compartimentos de relevo ou de solos, não separando categorias distintas, como por exemplo o comprimento de rios no planalto que agrupa as amostras 1, 2, 3, 4, 5, 6, 16, 17 e 18, 7, 8 e 9, e 10, 11, 12, 13, 14 e 15.

O comprimento médio de rios (TABELA 6) também não conduz à uma diferenciação de unidades de solos, sendo necessária a observação conjunta com outros parâmetros para melhor individualização.

A TABELA 7, apresenta os dados quantitativos do padrão de drenagem e as classes de textura topográfica para as amostras do planalto, escarpa e planície litorânea e a TABELA 8, as médias por compartimento.

No geral, para todas as amostras (TABELA 8), a frequência de rios diferencia e individualiza bem amostras de grandes compartimentos, com média de 80 para o planalto, 46 para a escarpa e 12 para a planície. Porém, analisando os dados para a individualização de subcompartimentos, algumas amostras da escarpa agrupam-se com as do planalto, com valores muito próximos, não sendo satisfatórios.

Da mesma forma, a razão de textura separa os compartimentos, indicando para o planalto o índice 15,9 para a escarpa 9,08; e, para a planície litorânea 2,46 mas, isoladamente, não diferencia subcompartimentos do relevo e unidades de mapeamento de solos.

### 3.1.1 Considerações sobre a primeira etapa

A média calculada dos índices (TABELA 8) mostra que é possível distinguir os compartimentos, à exceção da densidade de drenagem e do comprimento total, que separam menos nitidamente planalto da escarpa. Estes índices parecem refletir apenas as principais litologias, rochas ígneas e metamórficas no planalto e escarpa, das sedimentares e sedimentos na planície litorânea. As outras médias, frequência, razão de textura e número de rios das amostras do planalto são superiores aos índices da escarpa e destas maiores que as da planície litorânea, ao passo que, nas do comprimento médio essa relação se inverte. Assim, deve-se supor que tais índices reflitam outros fatores além dos litológicos, como será visto mais adiante.

Na TABELA 8 observa-se que o número médio de rios individualiza os compartimentos com valores de 40 para o planalto, 23 para a escarpa e 6 para a planície litorânea; a análise de agrupamento apresenta este índice como bom indicador na

separação das amostras do planalto e da planície. Porém, individualmente (TABELA 4), as amostras da escarpa ora agrupam-se com as do planalto (amostras 19, 20, 21 e 27), ora com as da planície (amostra 24), indicando uma provável homogeneidade de material de origem (granitos com relação ao planalto e depósitos de sopé para a planície). Esses materiais parecem estar ocorrendo de forma contínua entremeando os grandes compartimentos. As amostras do planalto que se agrupam com as da escarpa estão sobre sistemas pedológicos semelhantes, solos litólicos (*neossolo litólico*), cambissolos (*cambissolo háplico*) e podzólicos rasos (*argissolos*).

A classe de textura topográfica não individualiza os compartimentos, como observaram vários autores para outras regiões (França, 1968; Marchetti, 1969; Carvalho, 1977; Pfeifer, 1984 e Rossi *et al.*, 1991b). A densidade de drenagem também não separa os compartimentos com segurança, seja quanto aos solos ou às formas de relevo, ao contrário dos resultados encontrados por Pfeifer (1984) e Rossi *et al.* (1991b).

Com relação aos índices baseados no comprimento de rios, os resultados equiparam-se aos apresentados por Carvalho (1977 e 1981), Pfeifer (1984) e Rossi *et al.* (1991b), cujas amostras também se agrupam, sem diferenciar sistemas pedológicos. Essa pouca expressividade pode ser atribuída à semelhança litológica ao nível do reconhecimento efetuado, sendo eficiente a separação para material sedimentar em contraposição aos demais.

Esses resultados conduzem a concluir de um lado, que os materiais originários dos diferentes compartimentos são similares, e de outro, que os sistemas ou associações de solos são análogos e possuem relação infiltração/deflúvio muito semelhante, tornando aparentemente os dados extraídos da rede de drenagem, aproximados.

Com relação à individualização de subcompartimentos formados por associações do mesmo tipo de solo, estas amostras circulares não conseguem distingui-las. Isso pode ser explicado, pelo fato de tais áreas apresentarem proporções de tipos de solos que mascaram os dados estatísticos, não conseguindo boa individualização.

Assim, tal procedimento indica que apenas o número de rios e seus índices correspondentes conseguem agrupar amostras com associações de solos similares e mesmo assim, existem alguns agrupamentos não desejáveis entre amostras do planalto e escarpa e amostras da planície. Os demais índices, não se apresentaram satisfatórios.

Desta forma, a consistência dos agrupamentos ficou comprometida, tendo sido necessária a aplicação da segunda etapa, a seguir.

### 3.2. Segunda Etapa: Análise dos Elementos da Paisagem Conjugada à dos Rios

Objetivando-se melhorar os resultados obtidos por meio da aplicação da estatística nos atributos da rede de drenagem, os dados qualitativos

do relevo e geologia são transformados em valores numéricos e estabelecidos índices através de classes, que não representam seqüência, ou seja, servem apenas para a aplicação da estatística no agrupamento ("Cluster"), juntando amostras que apresentem índices ou grupos de índices semelhantes, conforme descrito abaixo. As classes de declividade aqui descritas, correspondem às declividades dominantes em cada subcompartimento morfológico nos quais as amostras foram situadas.

#### a) SUBCOMPARTIMENTOS DO RELEVO

- 1- Morros paralelos altos
- 2- Morros paralelos baixos
- 3- Morros paralelos com várzeas restritas
- 4- Colinoso com morros altos alongados
- 5- Morros paralelos com alto fraturamento
- 6- Morros alongados altos
- 7- Escarpa com densidade de drenagem alta

- 8- Escarpa densidade de drenagem média
- 9- Escarpa densidade de drenagem baixa
- 10- Terraços marinhos altos
- 11- Terraços marinhos baixos
- 12- Mangue
- 13- Planície fluvial

#### b) GEOLOGIA

- 1- PEgr (Proterozóico Superior-Granitos)
- 2- ACg (Arqueano-Gnaisses)
- 3- ACg (Arqueano-Gnaisses com foliação)
- 4- ACg (Qtz-Arqueano-Gnaisses e quartzitos)
- 5- Qmg (Quaternário-Mangue)
- 6- Qi (Quaternário-Sedimentos continentais)
- 7- Qm (Quaternário-Sedimentos marinhos)
- 8- Qa (Quaternário-Sedimentos aluviais)
- 9- Qc (Quaternário-Sedimentos coluviais)
- 10- ACp+PEgr (Pegmatitos + Granitos)

#### c) DECLIVIDADE

- 1- > 46%
- 2- 21 - 46%
- 3- 12 - 46% (+21-46%)
- 4- 12 - 46% (+12-21%)
- 5- 6 - 12% e 21 - 46%
- 6- 0 - 6%
- 7- 6 - 21%
- 8- 0 - 3%

#### d) NÚMERO DE RIOS

- 1- 0 - 5
- 2- 5 - 10
- 3- 10 - 15
- 4- 15 - 20
- 5- 20 - 25
- 6- 25 - 30
- 7- 30 - 35
- 8- 35 - 40
- 9- 40 - 45
- 10- 45 - 50
- 11- 50 - 55
- 12- 55 - 60
- 13- 60 - 65
- 14- 65 - 70

#### e) COMPRIMENTO DE RIOS (km)

- 1- 0 - 0,42
- 2- 0,42 - 0,84
- 3- 0,84 - 1,26
- 4- 1,26 - 1,68
- 5- 1,68 - 2,10
- 6- 2,10 - 2,52
- 7- 2,52 - 2,94
- 8- 2,94 - 3,36
- 9- 3,36 - 3,78
- 10- 3,78 - 4,20
- 11- 4,20 - 4,62
- 12- 4,62 - 5,04
- 13- 5,04 - 5,46
- 14- 5,46 - 5,88

#### f) COMPRIMENTO MÉDIO DE RIOS (km)

- 1- 0,000 - 0,045
- 2- 0,045 - 0,090
- 3- 0,090 - 0,135
- 4- 0,135 - 0,180
- 5- 0,180 - 0,225
- 6- 0,225 - 0,270
- 7- 0,270 - 0,315

- 8- 0,315 - 0,360
- 9- 0,360 - 0,405
- 10- 0,405 - 0,450
- 11- 0,450 - 0,495
- 12- 0,495 - 0,540
- 13- 0,540 - 0,585
- 14- 0,585 - 0,630

Com a aplicação da análise de agrupamento, utilizando-se os dados brutos transformados em índices para homogeneizá-los (TABELA 9), foi possível estabelecer melhor relação entre os diversos elementos, agrupando amostras representativas dos mesmos sistemas ou associações pedológicas e compartimentos morfológicos.

No compartimento planalto, as amostras 1, 2, 3 e 9 agruparam solos rasos como os solos litólicos de granito (*neossolo litólico*), pouco intemperizados, com grandes afloramentos rochosos e os podzólicos rasos (*argissolos*) e regossolos (*neossolo regolítico*), oriundos do pegmatito, todos dentro da unidade geomorfológica dos morros alongados com pouco fraturamento. As amostras 4, 16, 17 e 18 compreendem material gnáissico e possuem, em suas vertentes, uma seqüência alternada de cambissolos (*cambissolo háplico*) e latossolos (*latossolos*), e podzólicos rasos (*argissolos*) e cambissolos (*cambissolo háplico*) associados à unidade de relevo morros paralelos convexizados altos. As amostras 5, 6, 7, 37, 38 e 39 referem-se à unidade de morros paralelos com planícies fluviais sobre gnaisses e sedimentos fluviais, e obedece a uma seqüência pedológica de cambissolos (*cambissolo háplico*) e latossolos (*latossolos*) nas vertentes e gleissolo (*gleissolo háplico*) e podzol (*espodossolo ferrocárbico*) nas partes baixas. As amostras 8, 10, 11, 12 e 40 compreendem material de origem granítica e formações pedológicas rasas de podzólicos vermelho-amarelos (*argissolo vermelho-amarelo*) e cambissolos (*cambissolo háplico*); representam também o podzólico amarelo (*argissolo amarelo*) associado ao regossolo (*neossolo regolítico*) da unidade de relevo de morros paralelos convexizados altos. A amostra 13 isola-se das demais correspondendo a material granítico, da unidade relevo de morros paralelos com alto fraturamento formação pedológica de podzólicos rasos (*argissolos*) e litólicos (*neossolo litólico*). As amostras 14, 15 e 41 compreendem material gnáissico e possuem seqüência alternada de cambissolo (*cambissolo háplico*) com latossolo (*latossolo*), e quando a ruptura de declive é nítida, os solos apresentam-se mais rasos chegando à formação de litólicos (*neossolo litólico*), identificam a unidade denominada morros paralelos que apresentam os fraturamentos principais.

Das amostras situadas no compartimento escarpa pode-se separar três áreas, de acordo com a média do número de rios, que também se agrupam de forma a representar as associações de solos. As amostras 19, 21, 42 e 43 correspondem a material granítico e apresentam sistemas pedológicos representados por solos litólicos, (*neossolo litólico*) e cambissolos (*cambissolo háplico*), da unidade altas e médias vertentes com padrão de drenagem denso (arborescente). As amostras 22, 23, 24 e 44 correspondem a material de origem granítica com cambissolos (*cambissolo háplico*) e podzólicos (*argissolos*) alternando-se nas vertentes, na unidade de relevo vertentes com padrão de drenagem pouco densa (subparalelo - pinado).

Amostras 25, 26, 27 e 36 apresentam domínio de solos podzólicos (*argissolos*) em área em relação aos cambissolos (*cambissolo háplico*), sobre material de cones de dejeção, e a amostra 36, devido a sua localização (abrange parte do compartimento planície litorânea e parte da escarpa), foi agrupada com esta unidade. A amostra 20 não se agrupou, tornando-se a exceção do agrupamento 19, 21, 42 e 43 devido a compreender também, depósitos de colúvio e tálus, porém em porções mais elevadas da vertente. Assim, as amostras que ocupam os depósitos de cones de dejeção não se apresentam uniformes, em função da própria heterogeneidade do material.

Para o compartimento planície litorânea, as amostras 28, 29 e 30 correspondem a material de origem de sedimentos marinhos com desenvolvimento de solos podzol (*espodossolo ferrocárbico*) e podzol hidromórfico (*espodossolo ferrocárbico hidromórfico*). As amostras 31, 32 e 33 encontram-se sobre sedimentos de mangue e correspondem às areias quartzosas hidromórficas salinas (*neossolo quartzarênico hidromórfico salino*). As amostras 34, 35, 36 e 45 ocorrem sobre material de origem de depósitos alúvio-coluvionar, onde dominam os gleissolo (*gleissolo háplico*) e cambissolos (*cambissolo háplico*). As amostras 46, 47 e 48 compreendem os depósitos de sedimentos continentais com solos do tipo glei (*gleissolo háplico*).

### 3.2.1 Considerações sobre a segunda etapa

A aplicação da análise estatística de agrupamento nos índices número e comprimento de rios, formas de relevo, declive, geologia e vegetação permitiu agrupar amostras circulares que representam unidades pedológicas nos diferentes compartimentos, tornando-se assim, um mecanismo para confirmação de mapeamentos.

Para as amostras da planície litorânea verifica-se que a separação de tipos ou associações de solos não é muito eficiente por este procedimento; isto se deve ao fato da área ocupar um relevo muito aplainado e possuir características muito similares com relação à drenagem, relevo e declive; apenas a geologia e vegetação apresentam-se distintas, de forma a diferenciar associações de solos.

As amostras agrupam-se, de modo geral, principalmente as da planície litorânea, porém estudos mais detalhados são necessários para a diferenciação mais exata de sistemas pedológicos ou litológicos.

Assim, os resultados obtidos tiveram maior confiabilidade, agrupando elementos muito mais semelhantes com relação aos solos, formas de relevo, material de origem e características da rede de drenagem.

Desta forma, a aplicação deste procedimento de estudos para as áreas que compreendem o planalto e escarpas da Serra do Guaratuba, indica que as associações de solos podem ser individualizadas, facilitando a delimitação de unidades de mapeamento, haja visto, as dificuldades de acesso ao local, confirmando Pfeifer (1984), Rossi & Pfeifer (1991a, b) e Rossi *et al.* (1991a, b).

Há necessidade de aprofundamento de estudos com relação à profundidade efetiva do solo e da alteração de rocha, visando identificar agrupamentos mais precisos.

## 4 CONCLUSÕES

A técnica de amostras circulares, por meio da análise da rede hidrográfica, mostrou que a observação da rede de drenagem só é suficiente para definir grandes associações de solos, se forem observadas em condições semelhantes de geologia e morfologia da área, porém, definem melhor subcompartimentos morfológicos. Por seu lado, o padrão de drenagem indica de maneira mais generalizada, as formações geológicas predominantes (no padrão treliça, os gnaisses; no dendrítico, o granito; e, no meandrante, o material sedimentar).

Com relação aos índices baseados na rede de drenagem, o número de rios e seus índices correlatos refletem melhor as características de profundidade e textura do solo, comandados pela relação infiltração/deflúvio, indicando os solos e o material superficial. Assim, analisando-os por compartimento, observa-se que individualizam agrupamentos de solos.

Já os índices baseados no comprimento não diferenciam as unidades de mapeamento de solos, nem separam categorias distintas, ou seja, não têm representatividade. Essas informações indicam que a pouca expressividade desses índices, pode ser atribuída à semelhança litológica ao nível do reconhecimento efetuado ou às associações de solos similares nos diferentes subcompartimentos, tornando os dados aproximados. A separação é eficiente para material sedimentar em contraposição aos demais.

Quando as associações de solos são formadas pelas mesmas unidades porém em proporções diferentes, as amostras circulares não conseguem distingui-las.

A aplicação da análise estatística de agrupamento, nos índices número e comprimento de rios, formas de relevo, declive, geologia e vegetação, permitiu agrupar amostras circulares que representam as mesmas unidades de mapeamento de solos nos diferentes subcompartimentos, principalmente do planalto e escarpa, tomando-se assim, um dos mecanismos para confirmação de mapeamentos.

Considerando-se as condições locais, as amostras circulares apesar do tamanho de 0,5 km<sup>2</sup>, podem ser interessantes para reconhecimento de agrupamentos de solos e não de tipos de solos. Porém, a inclusão dos outros elementos como índices para o agrupamento melhoram sensivelmente os resultados de grupos de amostras com mesmas unidades de mapeamento de solos.

A técnica de amostras circulares nessa região da Serra do Mar mostrou-se menos precisa em relação à bacia sedimentar do rio Paraná podendo ser atribuída aos solos que apresentam condições de umidade persistente no tempo (zona mais úmida desde épocas pretéritas), que funcionam com desequilíbrio hídrico permanente, provocando uma indistinção pedológica com relação à classificação. Assim, as variações de solos parecem distinguir as variações litológicas.

As amostragens de solo mostraram a eficácia do procedimento nos agrupamentos. As amostras circulares permitem identificar alguns atributos dos solos (como profundidade e textura), porém para definir os tipos de solos, há necessidade de identificação de campo.

ROSSI, M. & QUEIROZ NETO, J. P. de. Fotointerpretação de amostras circulares no estudo da distribuição dos solos da bacia hidrográfica do Guaratuba, SP-Brasil.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BURINGH, P. The applications of aerial photographs in soil surveys. In: AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY. *Manual of photographic interpretation*. Washington, 1960. chap. 11, appendix A. p. 633-666.

CAMARGO, O. A. de *et al.* *Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agrônomo de Campinas*. Campinas: Instituto Agrônomo, 1986. 94 p. (Boletim Técnico, 106).

CARVALHO, W. A. *Fotointerpretação de bacias hidrográficas e amostras circulares de redes de drenagem de solos com horizonte B textural*. 1977. 126 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

\_\_\_\_\_. *Relações entre relevo e solos da bacia do rio Capivara - Município de Botucatu, SP*. 1981. 193 f. Tese (Livre-Docência) - Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. *Revisão técnica de levantamento de solos*. Rio de Janeiro: Serv. Nac. Lev. Cons. do Solo, 1979. 83 p. (Série Miscelânea, 1).

\_\_\_\_\_. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. (Rio de Janeiro, RJ). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília: EMBRAPA Produção de Informação; Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 1999. 412 p. il.

FADEL, H. *Fotointerpretação de bacias e de redes de drenagem de três séries de solos da Fazenda Ipanema, Município de Araçoiaba da Serra (SP)*. 1972. 92 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

FRANÇA, G. V. de. *Interpretação fotográfica de bacias e de redes de drenagem aplicada a solos de região de Piracicaba*. 1968. 151 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

FREIRE, J. C. *Fotointerpretação de redes de drenagem de três solos da região de Altinópolis, Minas Gerais*. 1977. 136 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

FROST, R. E. Photointerpretation of soil. In: AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY. *Manual of photographic interpretation*. Washington, 1960. chap. 5, p. 343-402.

GARCIA, G. J. *Fotointerpretação comparativa de fotografias pancromáticas, coloridas e infravermelhas coloridas (falsa cor)*. 1975. 111 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

GEVAERD, I. *Parâmetros fotoanalíticos de três unidades de solo da região nordeste paranaense*. 1974. 110 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

GOMES, P. F. *Curso de estatística experimental*. 12. ed. Piracicaba: ESALQ/USP, 1987. 467 p.

HARTIGAN, J. A. *Clustering algorithms*. New York: John Wiley & Sons, 1975a.

\_\_\_\_\_. Printer graphics for clustering. *Journal of Statistical Computation and Simulation*, Virginia, v. 4, n. 3, p. 187-213, 1975b.

HORTON, R. E. Erosional development streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. *Bul. Geol. Soc. Amer.*, Boulder, v. 56, p. 275-370, 1945.

KOFFLER, N. F. *Utilização de imagens aerofotográficas e orbitais no estudo do padrão de drenagem em solos originados de arenito Bauru*. 1976a. 150 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.

\_\_\_\_\_. *Análise aerofotográfica da influência da área de amostragem circular na caracterização quantitativa do padrão drenagem*. São José dos Campos: INPE, 1976b. 20 p.

- ROSSI, M. & QUEIROZ NETO, J. P. de. Fotointerpretação de amostras circulares no estudo da distribuição dos solos da bacia hidrográfica do Guaratuba, SP-Brasil.
- LEÃO, S. R. F. **Interpretação fotográfica dos padrões de drenagem desenvolvidos em dois solos do Distrito Federal.** 1972. 110 f. Tese (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- LEMOS, R. C.; SANTOS, R. D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo.** 3. ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, 1996. 83 p.
- LUEDER, D. R. **Aerial photographic interpretation: principles and applications.** New York: MacGraw-Hill Book, 1959. 462 p.
- MANECHINI, C. **Utilização de fotografias aéreas na comparação de sistemas de amostragem e estudo das redes de drenagem de três solos da região de Tambaú - SP.** 1981. 133 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- MARCHETTI, D. A. B. **Fotointerpretação de atributos de relevo aplicada a solos da região de Piracicaba.** 1969. 58 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- OLIVEIRA, J. B. *et al.* **Mapa pedológico do Estado de São Paulo: legenda expandida.** Campinas: Instituto Agrônomo; Rio de Janeiro: EMBRAPA-Solos, 1999. 64 p. (Inclui mapas).
- PARVIS, M. Drainage pattern significance in airphoto identification of soils and bedrocks. **Photogrammetric Engineering**, Bethesda, v. 16, n. 3, p. 387-408, 1950.
- PFEIFER, R. M. **Fotointerpretação de bacias hidrográficas e amostras circulares de redes de drenagem dos solos do Parque Estadual da Ilha do Cardoso (SP).** 1984. 90 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- \_\_\_\_\_. **Aplicabilidade de produtos sensores remotos na caracterização fisiográfica para mapeamento de solos.** 1995. 215 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- POLITANO, W. Estudo fotointerpretativo sobre a morfometria das áreas de dois solos Podzólicos Vermelho-Amarelos. 1980. 169 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- QUEIROZ NETO, J. P.; KÜPPER, A. Os solos. In: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Departamento de Geografia. **A baixada santista: aspectos geográficos.** São Paulo: USP, 1965. v. 1, p. 67-92.
- RAY, R. G.; FISCHER W. A. Quantitative photography: a geologic research tool. **Photogrammetric Engineering**, Bethesda, v. 26, p. 143-150, 1960.
- ROSSI, M. **Fatores formadores da paisagem litorânea: a bacia do Guaratuba, SP - Brasil.** 1999. 162 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Filosofia, Letras, Ciências Humanas, Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo.
- \_\_\_\_\_; PFEIFER, R. M. Pedologia do Parque Estadual da Serra do Mar. I: Levantamento de reconhecimento de solos. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 3, n. 1, p. 1-44, 1991a.
- \_\_\_\_\_. Pedologia do Parque Estadual da Serra do Mar. II: Levantamento detalhado de solos. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 3, n. 1, p. 45-65, 1991b.
- \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. Pedologia do Parque Estadual da Serra do Mar. III: Estudo de bacias hidrográficas. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 3, n. 1, p. 67-93, 1991a.
- \_\_\_\_\_. Pedologia do Parque Estadual da Serra do Mar. IV: Estudo de amostras circulares. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 3, n. 1, p. 95-114, 1991b.
- SMITH, K. G. Standards for grading texture of erosional topography. **Amerc. J. Sci.**, New Haven, v. 248, p. 655-668, 1950.
- SOUZA, M. L. P. **Fotointerpretação de redes de drenagem de três solos com horizonte b latossólico ocorrentes no município de Ponta Grossa - PR.** 1975. 135 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

ROSSI, M. & QUEIROZ NETO, J. P. de. Fotointerpretação de amostras circulares no estudo da distribuição dos solos da bacia hidrográfica do Guaratuba, SP-Brasil.

**SPURR, S. H. Photogrammetry and photointerpretation.** 2. ed. New York: Ronald Press Co., 1960. 465 p.

**STRAHLER, A. N.** Quantitative analyses of watershed geomorphology transaction. **American Geophysical Union**, Washington, v. 38, p. 913-920, 1957.

**VASQUES FILHO, J.** Critérios morfométricos aplicados à fotointerpretação de redes de drenagem em três unidades de solos no município de Piracicaba. 1972. 113 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

# DEPRESSÃO POR ENDOGAMIA EM POPULAÇÕES DE JEQUITIBÁ-ROSA<sup>1</sup>

Alexandre Magno SEBBENN<sup>2</sup>  
Alexandre Siqueira Guedes COELHO<sup>3</sup>  
Paulo Yoshio KAGEYAMA<sup>4</sup>  
Antonio Carlos Scatena ZANATTO<sup>2</sup>

## RESUMO

Este trabalho relata o estudo da depressão por endogamia em progênies de três populações de jequitibá-rosa - *Cariniana legalis* (Mart.) O. Ktze., aos 17 anos de experimentação, em dois locais do Estado de São Paulo. Os ensaios foram instalados no ano de 1982, a partir de progênies de polinização aberta, no delineamento de blocos de famílias compactas, objetivando a conservação *ex situ* da espécie. Um terço das plantas ensaiadas foram avaliadas para quatro caracteres quantitativos: forma do fuste, DAP, altura total e volume cilíndrico e por 14 locos isoenzimáticos. Os indivíduos de cada população foram agrupados em cinco classes de acordo com o crescimento em DAP e estimadas as respectivas médias fenotípicas dos caracteres, heterozigosidade média observada e o índice de fixação. A análise de regressão linear entre os caracteres e os índices de diversidade evidenciou a tendência do aumento do crescimento com o aumento da heterozigosidade e redução na endogamia, sugerindo seleção para heterozigotos. Todavia, a análise de divergência genética entre as frequências alélicas dos grupos indicou que a endogamia detectada é função do sistema reprodutivo e não de seleção, sugerindo, por sua vez, que os indivíduos de menor desempenho seriam o resultado da depressão por endogamia. A quantificação da depressão por endogamia revelou valores superiores a 20%, 68%, 63% e 90% para caracteres forma do fuste, DAP, altura e volume cilíndrico, respectivamente. São também avaliadas as implicações destes resultados para a conservação *ex situ* e para o melhoramento genético.

Palavras-chave: *Cariniana legalis*; eletroforese de isoenzimas; depressão por endogamia; conservação *ex situ*; melhoramento florestal.

## 1 INTRODUÇÃO

A endogamia é o aumento da homozigose em indivíduos originados de autofecundação, cruzamento entre aparentados ou mais raramente pela seleção para homozigotos dentro de uma população. Em populações naturais de espécies arbóreas, a endogamia pode ser gerada pelo comportamento dos polinizadores,

## ABSTRACT

This research studies the inbreeding effects on three populations of jequitibá-rosa - *Cariniana legalis* (Mart.) O. Ktze., with 17 years old of experimentation, planted in two localities of São Paulo State. The assay was implanted in 1982, in compact family block design with the purpose of *ex situ* conservation. One third of all individuals was measured for quantitative traits, stem shape, DBH, height and wood volume and using 14 polymorphic isozymes loci. The individuals of each population were grouped in five classes based on diameter and they were estimated by their respective phenotypic average of the traits, observed heterozygosity and fixation index. The analysis of linear regression among traits and index of diversity, showed the tendency in increasing in grown with increasing of heterozygosity and reduction of the inbreeding, suggesting that it is happening selection in favor to heterozygous. However, the analysis of genetic divergence among allelic frequencies of each group, has indicated with the detected inbreeding is function of the mating system and not of the selection, suggesting that the individuals of smaller performance should be the result of the inbreeding effects. The quantification of inbreeding effects showed 20%, 68%, 63% and 90% to stem shape, DBH, height and wood volume, respectively. They were also appraised the implications of those results for *ex situ* conservation and for the genetic improvement.

Key words: *Cariniana legalis*; isozymes; *ex situ* conservation; inbreeding; forest tree improvement.

visitando principalmente flores de uma mesma árvore (autofecundação), devido à estruturação interna das populações, em grupos de indivíduos aparentados, localizados espacialmente próximos, ou pela redução do tamanho das populações. Em populações submetidas a programas de melhoramento, a endogamia pode ser forçada pelos melhoristas através da autofecundação ou cruzamento entre aparentados.

(1) Aceito para publicação em maio de 2001.

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

(3) UFG, Caixa Postal 131, 74001-970, Goiânia, GO, Brasil.

(4) ESALQ/USP, Departamento de Ciências Florestais, Av. Pádua Dias, 15, 13418-900, Piracicaba, SP, Brasil.

A mais notável consequência da endogamia é a redução do valor fenotípico médio, mostrado pelos caracteres relacionados com a capacidade reprodutiva ou eficiência fisiológica (Allard, 1971; Ritland, 1996; Falconer & MacKay, 1997), fenômeno conhecido por depressão por endogamia (Mather, 1994). Quando ocorrem cruzamentos entre aparentados e autofecundação, as progênes tendem a ser menos vigorosas e menos férteis do que progênes de cruzamentos (Allard, 1971). Populações de cruzamento, historicamente grandes, que repentinamente declinam para uns poucos indivíduos, também reduzem a variabilidade e a fecundidade (Falconer & MacKay, 1997). Esta depressão por endogamia é totalmente removida quando indivíduos endogâmicos são cruzados e em algumas circunstâncias o desempenho é aumentado pelo vigor de híbrido ou heterose (Matheson *et al.*, 1995; Mitton, 1989).

O grau com que a depressão por endogamia estará envolvida na expressão de um caráter depende da magnitude da endogamia, de sua base genética, do número de locos que contribuem para o fenômeno e da magnitude dos efeitos dos alelos destes locos (Lande *et al.*, 1994). Muitos estudos têm demonstrado que a depressão por endogamia pode ser gerada por alelos de efeito recessivo ou sobredominante (Charlesworth & Charlesworth, 1987). Existem, na realidade, duas principais hipóteses para explicar a base genética da depressão por endogamia: a hipótese da sobredominância e a hipótese da dominância parcial ou balanço mutação-seleção. Ambas dependem do fato de que a autofecundação aumenta a homozigose nas progênes, em relação a uma progênie de cruzamento. Assim, de acordo com a hipótese da sobredominância, progênes de cruzamento apresentam melhor desempenho por possuírem uma grande proporção de locos para adaptação em heterozigose e muitos destes locos são sobredominantes, ou seja, o melhor desempenho ocorre devido à vantagem dos heterozigotos em locos adaptativos. Já, de acordo com a hipótese de dominância parcial ou balanço mutação-seleção, a causa da menor adaptação de progênes derivadas de autofecundação em relação à de cruzamentos é a exposição de genes recessivos letais e mutações deletérias nas progênes endogâmicas (Mitton, 1989; Kärkkäinen *et al.*, 1996; Koelewijn, 1998; Koelewijn *et al.*, 1999). Estas duas hipóteses têm sido testadas em vários caracteres e espécies de plantas, a fim de determinar qual é a verdadeira causa da depressão por endogamia ou quando uma é mais importante que a outra.

Todavia, segundo Mitton (1989), nenhuma destas duas hipóteses têm sido rejeitadas e parece provável que ambas contribuam para o fenômeno. Mas, segundo Crow (1993), os alelos letais parecem ser a causa da redução da produtividade pelo aborto de sementes e mortalidade das plantas e os alelos deletérios pelas alterações negativas do fenótipo dos indivíduos como perda de forma, fertilidade e menor produção de sementes. Em um estudo recente, Remington & O'Malley (2000) utilizaram-se de técnicas de mapeamento genômico para detectar locos que controlam caracteres quantitativos (QTLs), em uma progênie da autofecundação de *Pinus taeda*. Os autores detectaram dois QTLs, sendo que ambos mostraram evidências de sobredominância. Os resultados também revelaram que a depressão por endogamia para crescimento em altura não estava associada aos alelos de pequenos efeitos e que os locos que afetam a depressão por endogamia atuam em estágios específicos do crescimento.

A epistasia também pode atuar para produzir depressão por endogamia, porém apenas na presença de dominância direcional. A presença de epistasia na depressão por endogamia é indicada quando a relação entre a depressão por endogamia e o coeficiente de endogamia não é linear. Se os locos se combinam aditivamente, a mudança da média de uma população com a endogamia é diretamente proporcional ao coeficiente de endogamia ( $f$ ), e a mudança da média é linear, quando traçada em função de  $f$ . Se existe interação epistática entre locos, a relação entre a média e o coeficiente de endogamia não é linear, devido aos desvios de interação de duplos ou múltiplos locos heterozigotos (Crow & Kimura, 1970; Falconer & MacKay, 1997). Contudo, mesmo se a relação é linear, quando existem efeitos epistáticos negativos e positivos, um pode cancelar o outro, mascarando a epistasia. Entretanto, devido a, geralmente, não existir significantes desvios do modelo linear, os efeitos da epistasia sobre a depressão por endogamia não parecem ser importantes (Crow & Kimura, 1970). Ritland (1996) atentou para o fato de que na fase inicial de experimentação pode ocorrer a extinção de indivíduos que possuem alelos que em combinação são deletérios, mascarando o sinergismo negativo (interação negativa entre locos adaptativos). Assim, a regressão de adaptação sobre o coeficiente  $f$  pode tornar-se linear quando as linhagens ou indivíduos extintos são ignorados, porém, curvilíneos quando são incluídos.

Os efeitos da depressão por endogamia sobre um caráter quantitativo podem ser expressos em termos de uma função de dependência da média do caráter sobre o coeficiente de endogamia  $f$  (Charlesworth & Charlesworth, 1987). Então a média de uma população com endogamia  $f$  é  $\bar{x}_s = \bar{x}_c - 2pqdf$ , sendo:  $\bar{x}_c$  a média da população sem endogamia,  $p$  e  $q$  as frequências dos alelos  $A$  e  $a$  (no caso de um loco com dois alelos) e  $d$  o valor genotípico do caráter em um indivíduo heterozigoto. Assim, se não houver dominância ( $d = 0$ ), a autofecundação não altera a média. Mas se  $A$  é dominante ou sobredominante sobre  $a$  ( $d > 0$ ), a média declina com o grau de endogamia (Crow & Kimura, 1970; Futuyma, 1992; Falconer & MacKay, 1997).

Quando são comparadas progênies de autofecundação com as de cruzamentos, muitos estudos com coníferas florestais e folhosas têm exibido depressão por endogamia para produção de sementes, floração, germinação, sobrevivência, crescimento, entre progênies, entre populações e aumentos na variação fenotípica dentro de progênies. Estudos têm mostrado que a depressão por endogamia pode reduzir o peso da semente e aumentar a mortalidade em plantios (Sorensen & Miles, 1974). Estes autores observaram ainda, depressão para crescimento em *Pseudotsuga menziesii* e *Pinus ponderosa* na ordem de 18 e 21%, respectivamente, nos primeiros anos de experimentação e mortalidades de 11 e 9%, respectivamente. Libby *et al.* (1981) verificaram que os crescimentos em altura das progênies de autofecundação de *Sequoia sempervirens*, após um ano de plantio em viveiro e no campo eram de 35 e 20%, respectivamente, inferiores ao crescimento das progênies de cruzamentos entre aparentados. Após 4 anos de ensaio, os resultados tornaram-se mais contrastantes; as progênies de autofecundação apresentavam 42% da altura e 29% do DAP das progênies de cruzamentos entre aparentados. Sorensen & Miles (1982) observaram que a depressão por endogamia em *Pseudotsuga menziesii*, *Pinus ponderosa* e *Abies procera* para sobrevivência nos dois primeiros anos de plantio variou de 3 a 16% e na idade de 10 anos de 0,4 a 3%. Já, para altura de plantas, os autores verificaram uma variação de 24 a 30% nos dois primeiros anos e entre 29 a 36% na idade de 10 anos. Wilcox (1983) relatou depressão por endogamia de menos de 1% por cada aumento de 10% no coeficiente de endogamia para forma

do fuste e 4,0% para compressão da madeira, em *Pinus radiata*. Geburek (1986) observou em *Picea omorika* que a altura e o DAP aos 15 anos de idade eram 27,3 e 53,6% superiores em progênies de cruzamentos em relação à de autofecundação. Já, aos 24 anos de idade a superioridade do DAP de progênies de cruzamentos chegava a 50,5%, comparativamente à de autofecundação. Griffin & Cotterill (1988), estudando *Eucalyptus regnans*, notaram que aos 45 meses, a altura, o DAP e o volume das progênies de cruzamentos eram em média 11, 18 e 37%, respectivamente, superiores ao das progênies de autofecundação. Também observaram diferenças na depressão por endogamia em relação às árvores maternas, com valores variando entre 25,1% a 62,8% para volume, sugerindo que alguns indivíduos podem gerar mais depressão do que outros, devido possivelmente à maior carga genética. Snieszko & Zobel (1988) estudando *Pinus taeda*, em condições de viveiro, encontraram baixas evidências de depressão por endogamia. Os autores atribuíram este resultado às ótimas condições de experimentação. Durel *et al.* (1990) quantificaram a depressão por endogamia em *Pinus pinaster*, aos 10 anos de idade, na ordem 27, 37, 63, 23 e 89% para altura, circunferência à altura do peito (1,3 m), volume cilíndrico, área basal e fertilidade materna (número de cones), respectivamente. Kärkkäinen & Savolainen (1993), estudando como a depressão por endogamia inicial poderia determinar a taxa de autofecundação em *Pinus sylvestris*, verificaram que genótipos com menor número de embriões letais tinham mais altas taxas de autofecundação. Hardner & Potts (1995) notaram em *Eucalyptus globulus* ssp *globulus* menor crescimento para progênies de autofecundação em relação às progênies de cruzamento e polinização aberta. Matheson *et al.* (1995) observaram que progênies de autofecundação de *Pinus elliotii* var. *elliotii* tinham menor média em DAP e volume do que de cruzamento. Kärkkäinen *et al.* (1996) pesquisando a variação geográfica da depressão por endogamia em *Pinus sylvestris* encontraram variação entre regiões na taxa média de aborto de sementes e no número de embriões letais em progênies de autofecundação, sugerindo que diferentes populações possam apresentar diferentes cargas genéticas. Hardner & Potts (1997) também observaram variação na depressão entre diferentes populações de *Eucalyptus regnans*, para sobrevivência aos 15 anos de idade, sendo esta, em média, 67% maior nas progênies de autofecundação.

Sorensen (1997), estudando progênies de *Pseudotsuga menziesii*, notou que a depressão por endogamia para taxa de crescimento em altura e DAP era de 6 e 8%, respectivamente, para um aumento de 10% no coeficiente de endogamia ( $f$ ). Wu *et al.* (1998) verificaram que depressão por endogamia em *Pinus radiata*, aos 12 anos de idade, reduziu o DAP, a altura e a sobrevivência. Neste caso a depressão por endogamia chegou a 19% para DAP e 11% para sobrevivência em duas gerações de autofecundação. Koelewijn *et al.* (1999) observaram em *Pinus sylvestris* alta depressão por endogamia para maturação de sementes ( $\hat{\delta} = 0,74$ ) e para sobrevivência pós-germinação (variação entre 0,62 a 0,75), mas não foram observadas depressão por endogamia significativa para altura de plantas ( $\hat{\delta} = 0,05$ ) e florescimento ( $\hat{\delta} = 0,014$ ), aos 23 anos de idade. Entre progênies a depressão por endogamia foi alta ( $\hat{\delta} = 0,90-0,94$ ) e significativamente diferente entre plantas maternas (variando de 0,45 a 1,00). Remington & O'Malley (2000), estudando QTLs em uma progênie de autofecundação de *Pinus taeda*, identificaram dois QTLs que eram responsáveis pela variação fenotípica para altura de plantas aos 3 anos de idade e acomodavam 13% da depressão por endogamia para este caráter.

Na literatura, também existem estudos relatando que a depressão por endogamia está linearmente correlacionada com o coeficiente de endogamia (Snieszko & Zobel, 1988; Durel *et al.*, 1990; Matheson *et al.*, 1995; Sorensen, 1997; Wu *et al.*, 1998). Outro aspecto interessante foi observado por Libby *et al.* (1981) e Snieszko & Zobel (1988). Estes autores verificaram que sob boas condições de viveiro, as progênies de autofecundação não apresentavam depressão por endogamia, mas sob condições de estresse a taxa de sobrevivência era menor em progênies de autofecundação, relativamente à de cruzamento. Em muitos estudos também foram observados que as variâncias fenotípicas dentro de progênies de autofecundação eram maiores do que a de cruzamento (Snieszko & Zobel, 1988; Geburek, 1986; Hardner & Potts, 1995; Matheson *et al.*, 1995; Wu *et al.*, 1998).

Um outro ponto importante a ser considerado é que a variação na depressão por endogamia entre progênies de polinização aberta pode levar a erros nas estimativas dos coeficientes de herdabilidade no sentido restrito, correlações

genéticas e ganhos preditos na seleção. Esta variação na endogamia é confundida com os efeitos de progênies *per se* e pode aumentar substancialmente a estimativa da variância genética aditiva (e eventualmente a covariância). Por isso, deve-se ter cautela no uso de estimativas de parâmetros genéticos de progênies de polinização aberta como base para a construção de índices de seleção para a estimativa de ganhos (Griffin & Cotterill, 1988).

Apesar de todos os trabalhos de depressão por endogamia relatados, não existem estudos desta natureza com espécies florestais nativas brasileiras, mas acredita-se que os efeitos da endogamia sobre o fenótipo das árvores sejam similares. O objetivo deste estudo foi avaliar a relação entre o desempenho fenotípico dos caracteres quantitativos frente ao aumento da taxa de fixação de alelos ou coeficiente de endogamia em jequitibá-rosa - *Cariniana legalis* (Mart.) O. Ktze., aos 17 anos de experimentação, a fim de quantificar a provável depressão por endogamia.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Local de Estudo e Delineamento Experimental

No ano de 1981, o Instituto Florestal de São Paulo coletou sementes de *C. legalis*, em três populações naturais do Estado de São Paulo: Campinas (Bosque dos Jequitibás - Lat. 22°55'S., Long. 47°03'W., alt. 652 a 681 m, área  $\cong$  10 ha), Piracicaba (Estação Ecológica de Ibicatu - Lat. 22°47'S., Long. 47°49'W., alt. 500 m, área  $\cong$  76 ha) e Santa Rita do Passa Quatro (Parque Estadual da Vassununga - Lat. 21°41'S., Long. 47°39'W., alt. de 520 a 700 m, área  $\cong$  191,0 ha), sendo tais populações denominadas de Campinas, Ibicatu e Vassununga, respectivamente. Na população Campinas, foram coletadas sementes de 17 matrizes de polinização aberta; em Ibicatu de 16 matrizes e em Vassununga de 22 matrizes. Nas populações Campinas e Ibicatu a coleta foi em todas as árvores, tratando-se assim de um censo. Em 1982, as progênies foram plantadas na Estação Experimental de Pederneiras (Lat. 22°22'S., Long. 48°44'W., alt. 500 m, precipitação média anual de 1.112 mm, solo do tipo Latossolo Amarelo, fase arenosa e clima do tipo Cwa) e na Estação Experimental de Luiz Antonio (Lat. 21°40'S., Long. 47°49'W., alt. 550 m, precipitação média anual de 1.280 mm, solo do tipo Latossolo Roxo e clima do tipo Cwa).

O delineamento adotado foi o de blocos de famílias compactas, com 6 repetições, subparcelas lineares com 5 plantas e uma bordadura externa de duas linhas. Mas, devido ao pequeno número de mudas produzidas em 5 progênies da população Vassununga, em Pedemeiras, esta população foi representada por 22 progênies e em Luiz Antonio por 17. O espaçamento utilizado nos dois ensaios foi 3,0 x 2,0 metros e em Luiz Antonio foi realizada uma desrama em 1990, quando as árvores estavam com 8 anos de idade.

## 2.2 Amostragem

Os ensaios foram avaliados para quatro caracteres quantitativos e quatorze locos isoenzimáticos. Os caracteres quantitativos avaliados foram: forma do fuste (FF), diâmetro a altura do peito (DAP), altura total (ALT) e volume cilíndrico (VC). A forma de avaliação dos caracteres quantitativos e das isoenzimas encontram-se descritas detalhadamente em Sebbenn (2001).

Para a avaliação genética da espécie por isoenzimas, no ano de 1999, realizou-se uma amostragem de tecidos foliares de 1.232 árvores (39,1%), no total dos dois ensaios. Em cada ensaio foram selecionadas as 30 maiores e 30 menores

árvores de cada população, para o DAP (caráter medido com maior precisão), utilizando-se o índice de seleção multi-efeitos (Resende & Higa, 1994), totalizando 360 árvores da amostra. O restante das árvores (872 árvores), foi amostrado aleatoriamente dentro dos ensaios, procurando-se genotipar uma média de 20 plantas por progênie. O número de indivíduos amostrados por progênies variou de 9 a 31, com média de 24,1 para a população Campinas, 24,1 para Ibicatu e 19,8 para Vassununga (TABELA 1).

A eletroforese foi horizontal, conduzida em meio suporte de gel de 2/3 de amido de milho (penetrose 30) a 13%, combinado com 1/3 de amido de batata (Sigma). Detalhes sobre o processo de eletroforese são apresentados em Sebbenn (2001). As isoenzimas reveladas foram: Fosfatase Ácida (ACP-E.C. 3.1.3.2), Alfa-Esterase ( $\alpha$ -EST-E.C. 3.1.1.1), 6-Fosfogluconato Desidrogenase (6PGDH-E.C. 1.1.1.44), Fosfogluose Isomerase (PGI-E.C. 5.3.1.9), Isocitrato Desidrogenase (IDH-E.C. 1.1.1.42), Malato Desidrogenase (MDH-E.C. 1.1.1.37), Peroxidase (PRX-E.C. 1.11.1.7), Xiquimato Desidrogenase (SKDH-E.C. 1.1.1.25) e Glucose 6 Fosfato Desidrogenase (G6PDH-E.C. 1.1.1.49). Os protocolos de revelação das isoenzimas encontram-se em Alfenas (1998).

TABELA 1 - Amostragem para avaliação isoenzimática.

Local	População	Prog.	Árvores amostradas			Total	Média/Prog.
			Menores	Aleatório	Maiores		
Luiz Antonio	Campinas	17	30	110	30		
	Ibicatu	16	30	100	30		
	Vassununga	17	30	100	30		
	Total	50	90	310	90		
Pederneiras	Campinas	17	30	180	30		
	Ibicatu	16	30	166	30		
	Vassununga	22	30	216	30		
	Total	55	90	562	90		
Conjunta	Campinas	17	60	290	60	410	24,1
	Ibicatu	16	60	266	60	386	24,1
	Vassununga	22	60	316	60	436	19,8
	Total	55	180	872	180	1.232	

Prog.: progênies.

### 2.3 Análise Estatística

A diversidade genética nas classes de crescimento foi analisada pela heterozigosidade média observada, diversidade gênica esperada segundo o Equilíbrio de Hardy-Weinberg e índice de fixação de Wright, estimativas obtidas a partir do programa GDA de Lewis & Zaykin (1999). A heterozigosidade observada ( $\hat{H}_o$ ) para cada loco foi obtida por:  $\hat{H}_o = 1 - \sum P_{ii}$ , sendo,  $P_{ii}$  = frequência dos genótipos homozigotos. A diversidade gênica esperada ( $\hat{H}_e$ ) para cada loco foi obtida segundo Nei (1978) por:  $\hat{H}_e = 1 - \sum p_i^2$ , onde:  $p_i$  = frequência alélica estimada do  $i$ -ésimo alelo. O índice de fixação de Wright ( $\hat{f}$ ) foi estimado, segundo Weir (1996), pela expressão:

$$\hat{f} = \frac{(\hat{H}_e - \hat{H}_o) + \frac{1}{2n} \hat{H}_o}{\hat{H}_e - \frac{1}{2n} \hat{H}_o}$$

Para verificar se os valores de  $\hat{f}$  em nível de média de locos era estatisticamente diferente de zero, estimou-se o intervalo de confiança a 95% de probabilidade pelo método de reamostragem *bootstrap*, utilizando-se 10.000 reamostragens sobre os locos, através do programa GDA de Lewis & Zaykin (1999).

Para o estudo da depressão por endogamia utilizaram-se somente as plantas amostradas simultaneamente para os caracteres quantitativos e para as isoenzimas. Assim, foram criadas 5 classes de distribuição para cada população em cada local, com base no caráter DAP (TABELA 2). A criação de classes específicas para cada população, em cada ambiente foi necessária devido às diferenças no desempenho das populações, nos dois locais de ensaio.

Então, foi estimada a média dos caracteres quantitativos (variável dependente) para cada classe e submetidos à análise de regressão linear, para verificar a dependência destes em função da heterozigosidade e do índice de fixação (variável independente). A regressão foi realizada com base em Beiguelman (1996).

TABELA 2 - Intervalo de classes da distribuição diamétrica (DAP) de três populações de *C. legalis* em dois locais de ensaio (LA - Estação Experimental de Luiz Antonio e PE - Estação Experimental de Pedemeiras).

Classe	Campinas		Ibicatu		Vassununga	
	LA	PE	LA	PE	LA	PE
1	< 6,0	< 6,0	≤ 6,0	≤ 6,0	≤ 6,0	< 6,0
2	> 6,0 a 11,0	6,0 a 10,0	> 6,0 a 11,0	> 6,0 a < 10,0	> 6,0 a 11,0	6,0 a 10,0
3	> 11,0 a < 17,0	> 10,0 a < 16,0	> 11,0 a 16,0	≥ 10,0 a ≤ 15,0	> 11,0 a < 17,0	> 10,0 a < 15,0
4	17,0 a 21,0	15,0 a < 19,0	> 16,0 a < 22,0	> 15,0 a < 19,0	17,0 a 21,0	15,0 a < 19,0
5	> 21,0	≥ 19,0	≥ 22,0	≥ 19,0	> 21,0	≥ 19,0

Com o intuito de testar se os locos isoenzimáticos envolvidos na análise estavam sofrendo seleção, ou se não existiam diferenças nas frequências alélicas entre as classes, realizou-se uma análise de variância para frequências alélicas, com base em Weir (1996), considerando o efeito de grupo como fixo (TABELA 3). Para verificar se os valores da divergência genética entre os grupos ( $\hat{\phi}_G$ ) eram diferentes de zero, utilizou-se 10.000 reamostragens *bootstrap* sobre os locos, através do programa GDA de Lewis & Zaykin (1999). O modelo estatístico da análise da variância foi:

$$Y_{ijk} = m + e_i + d_{j(i)} + g_{k(ij)}$$

Onde:

$Y_{ijk}$  = frequência do gene  $k$ , dentro do indivíduo  $j$ , dentro do grupo  $i$ ;

$m$  = média geral da frequência alélica;

$e_i$  = efeito do grupo  $i$ , com ( $i = 1, 2, \dots, e$ );

$d_{j(i)}$  = efeito do indivíduo  $j$ , dentro do grupo  $i$ , com ( $j = 1, 2, \dots, d$ ), e

$g_{k(ij)}$  = efeito do gene  $k$ , dentro do indivíduo  $j$ , dentro do grupo  $i$ , com ( $k = 1, 2, \dots, n_{ij}$ ).

Os componentes de variância foram obtidos por:

$$\hat{\sigma}_G^2 = QMg;$$

$$\hat{\sigma}_i^2 = (QMd - QMg) / 2, e$$

$$\hat{\phi}_G = (QMe - QMd) / k_1.$$

TABELA 3 - Análise da variância de freqüências alélicas entre grupos para modelo fixo.

FV	GL	QM	E(QM)
Entre grupos	$e - 1$	QMe	$\hat{\sigma}_G^2 + 2\hat{\sigma}_I^2 + K_1\hat{\phi}_G$
Indivíduos/grupos	$\sum_i(n_i - 1)$	QMd	$\hat{\sigma}_G^2 + 2\hat{\sigma}_I^2$
Genes/individ./grupos	$n.. - \sum_i n_i$	QMg	$\hat{\sigma}_G^2$
Total	$n.. - 1$	QMt	

$K_1$  = corresponde ao coeficiente de variância entre grupos, no modelo fixo hierárquico desbalanceado.

Por sua vez, a medida de divergência genética entre os grupos foi dada por:

$$\hat{\theta}_G = \frac{\hat{\phi}_G}{\hat{\sigma}_G^2 + \hat{\sigma}_I^2 + \hat{\phi}_G}$$

A depressão por endogamia ( $\hat{\delta}$ ) foi quantificada pela expressão:

$$\hat{\delta} = \left( 1 - \frac{\bar{x}_{f\text{-maior}}}{\bar{x}_{f\text{-menor}} \right) \times 100$$

onde:

$\bar{x}_{f\text{-maior}}$  e  $\bar{x}_{f\text{-menor}}$  referem-se às médias fenotípicas do caráter no grupo de maior e menor índice de fixação.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A depressão por endogamia foi abordada criando-se cinco classes de distribuição fenotípicas em cada população, com base no DAP, e estimando-se seus respectivos parâmetros: heterozigosidade observada e índice de fixação (TABELA 4). Os resultados mostraram uma clara associação entre os caracteres e a heterozigosidade observada e o índice de fixação. Quanto maior o

crescimento dos caracteres, maior é a heterozigosidade e menor é o índice de fixação. Porém, avaliando-se o intervalo de confiança de  $\hat{f}$ , observa-se que seus valores entre as classes, nas populações, não foram significativamente diferentes, com exceção da classe 1 e 5 na população Vassununga, que mostrou diferenças significativas. Também se observa que, mesmo na classe de melhor desempenho (classe 5), o índice de fixação foi alto (mínimo 0,198), indicando altos níveis de endogamia nas populações.

A associação estatística entre os caracteres e os parâmetros  $\hat{H}_o$  e  $\hat{f}$  para as classes de crescimento nas populações foi avaliada pelo coeficiente de regressão linear ( $\hat{b}$ ) e coeficiente de determinação linear [ $\hat{r}^2$  (Eq. linear)] e exponencial [ $\hat{r}^2$  (Eq. exp.)], apresentados nas TABELAS 5 e 6.

Na TABELA 5 nota-se que o coeficiente de regressão ( $\hat{b}$ ) dos caracteres sobre  $\hat{H}_o$  foi significativo na população Campinas para o FF, Ibicatu para FF e ALT e Vassununga para DAP, ALT e VC. Assim, quanto maior a heterozigosidade, maior é o valor do caráter. Para estes casos, os coeficientes de determinação [ $\hat{r}^2$  (Eq. linear)] também foram expressivos, variando de valores moderados (0,70) a altos (0,97). A associação positiva entre caracteres e a heterozigosidade nas três populações é um forte indicativo de seleção contra homozigotos.

TABELA 4 - Tamanho da amostra ( $n$ ), média fenotípica para quatro caracteres (FF, DAP, ALT, VC), heterozigosidade observada ( $\hat{H}_o$ ) e índice de fixação ( $\hat{f}$ ), para cinco intervalos de classes, em três populações de *C. legalis*.

Pop.	Classe	$n$	FF	DAP (cm)	ALT (m)	VC (m <sup>3</sup> )	$\hat{H}_o$	$\hat{f}$ (IC)
Camp.	1	46	1,52	6,24	5,30	0,020	0,212	0,459 (0,372 a 0,535)
	2	83	1,76	10,28	8,62	0,082	0,259	0,368 (0,246 a 0,471)
	3	126	1,92	13,78	11,29	0,189	0,253	0,359 (0,248 a 0,459)
	4	115	1,93	15,97	12,36	0,267	0,267	0,334 (0,197 a 0,459)
	5	52	2,07	19,64	14,59	0,483	0,265	0,331 (0,194 a 0,470)
Ibicatu	1	42	1,47	4,91	4,89	0,012	0,219	0,422 (0,313 a 0,514)
	2	84	1,74	8,56	8,52	0,053	0,256	0,334 (0,237 a 0,439)
	3	149	1,85	12,95	10,88	0,150	0,264	0,327 (0,205 a 0,446)
	4	80	1,92	17,71	13,10	0,332	0,279	0,317 (0,209 a 0,428)
	5	31	1,85	22,18	14,17	0,583	0,275	0,305 (0,164 a 0,430)
Vassun.	1	63	1,46	4,58	5,17	0,010	0,214	0,459 (0,340 a 0,554)
	2	107	1,70	8,59	8,66	0,054	0,235	0,382 (0,282 a 0,478)
	3	139	1,85	12,83	11,48	0,154	0,299	0,267 (0,126 a 0,414)
	4	80	1,91	17,75	13,42	0,364	0,329	0,221 (0,076 a 0,371)
	5	39	1,88	23,09	15,01	0,665	0,378	0,198 (0,069 a 0,317)

Onde: IC = intervalo de confiança a 95% de probabilidade, estimado a partir de 10.000 reamostragens *bootstrap* sobre locos; Pop. = Populações; Camp. = Campinas; Vassun. = Vassununga; FF = fator de forma (1 pior forma e 5 melhor forma do fuste); DAP: diâmetro a altura do peito; ALT = altura total; VC = volume cilíndrico.

TABELA 5 - Intercepto ( $\hat{a}$ ), coeficiente de regressão ( $\hat{b}$ ) e coeficiente de determinação para regressão linear [ $\hat{r}^2$  (Eq. linear)] e exponencial de [ $\hat{r}^2$  (Eq. exp.)] para os caracteres sobre a heterozigosidade observada ( $\hat{H}_o$ ), em três populações de *C. legalis*.

Pop.	Caráter	$\hat{a}$	$\hat{b}$	$\hat{r}^2$ (Eq. linear)	$\hat{r}^2$ (Eq. exp.)
Campinas	FF	-0,21 (0,65)	8,16 (2,56)*	0,70*	0,77*
	DAP	-34,05 (18,86)	188,03 (74,84)	0,57	0,73*
	ALT	-23,59 (12,02)	47,68 (2,84)	0,64	0,75*
	VC	-1,16 (0,85)	5,43 (3,39)	0,28	0,51
Ibicatu	FF	-0,13 (0,18)	7,32 (0,70)*	0,96**	0,97**
	DAP	-52,06 (21,05)	252,61 (81,13)	0,68	0,85*
	ALT	-28,38 (6,51)*	149,65 (25,08)**	0,90**	0,95**
	VC	-1,64 (0,99)	7,22 (3,83)	0,39	0,69
Vassununga	FF	1,06 (0,24)*	2,39 (0,80)	0,66	0,74*
	DAP	-17,91 (2,52)**	107,40 (8,48)**	0,97**	0,98**
	ALT	-5,62 (2,34)	56,39 (7,87)**	0,93**	0,93**
	VC	-0,85 (0,21)	3,76 (0,72)*	0,87*	0,99**

(\*)  $P \leq 0,05$ .

(\*\*)  $P \leq 0,01$ .

TABELA 6 - Intercepto ( $\hat{a}$ ), coeficiente de regressão ( $\hat{b}$ ) e coeficiente de determinação para regressão linear [ $\hat{r}^2$  (Eq. linear)] e exponencial de [ $\hat{r}^2$  (Eq. exp.)] para os caracteres sobre o índice de fixação ( $\hat{f}$ ), em três populações de *C. legalis*.

Pop.	Caráter	$\hat{a}$	$\hat{b}$	$\hat{r}^2$ (Eq. linear)	$\hat{r}^2$ (Eq. exp.)
Campinas	FF	3,25 (0,28)**	-3,81 (0,75)*	0,86*	0,92**
	DAP	46,27 (9,17)*	-89,37 (24,58)*	0,75*	0,94**
	ALT	34,09 (5,47)**	-63,90 (14,66)*	0,82*	0,94**
	VC	1,20 (0,47)	-2,68 (1,27)	0,46	0,87*
Ibicatu	FF	3,01 (0,21)**	-3,65 (0,62)**	0,89*	0,92**
	DAP	55,01 (16,54)*	-122,52 (48,16)	0,58	0,96**
	ALT	35,40 (6,16)*	-73,62 (17,94)*	0,79*	0,96**
	VC	1,41 (0,72)	-3,49 (2,09)	0,31	0,98**
Vassununga	FF	2,25 (0,09)**	-1,61 (0,27)**	0,90**	0,91**
	DAP	32,51 (3,64)**	-62,69 (11,34)*	0,88*	0,98**
	ALT	21,39 (0,87)**	-34,84 (2,71)**	0,98**	0,98**
	VC	0,87 (0,24)*	-2,03 (0,73)	0,62	0,99**

(\*)  $P \leq 0,05$ .

(\*\*)  $P \leq 0,01$ .

Por sua vez, na TABELA 6, observa-se que o coeficiente de regressão sobre o índice  $\hat{f}$  foi negativo em todas as situações, sendo significativo na população Campinas e Vassununga para o FF, DAP e ALT e na população Ibicatu para o FF e ALT, mostrando que quanto menor é o índice  $\hat{f}$ , maiores são as médias dos caracteres. Da mesma forma que a situação anterior, o coeficiente  $\hat{r}^2$  (Eq. linear) também foi maior nas situações de regressão significativa, variando, igualmente, de valores moderados (0,75) a altos (0,98). Estes resultados sugerem fortes evidências de depressão por endogamia nos ensaios, em especial na população Vassununga. Plantas com menor número de locos em heterozigose e maior endogamia apresentam menor desempenho para os caracteres e a seleção natural parece estar atuando contra a endogamia. Existem fortes evidências de seleção contra homozigotos

entre a fase de plântula e a fase adulta em espécies arbóreas (Mitton & Grant, 1980; Ledig *et al.*, 1983; Strauss, 1987; Murawski *et al.*, 1990; Murawski & Hamrick, 1992; Murawski & Bawa, 1994; Sebbenn *et al.*, 1998). Assim, a seleção natural estaria favorecendo indivíduos com maior heterozigosidade e estes apresentariam vantagens adaptativas, o que, por sua vez, sugere a presença de sobredominância para locos adaptativos.

As associações entre os caracteres e os índices de diversidade nas TABELAS 5 e 6 podem ser melhor visualizadas nas FIGURAS 1 a 6. Nestas fica clara a tendência do aumento da média dos caracteres com o aumento das heterozigosidades e redução do índice  $\hat{f}$  nas classes, nas três populações. Observa-se também, um melhor ajuste das equações lineares na população Vassununga. Contudo, analisando-se os pontos nos gráficos, nota-se a tendência a uma distribuição não linear, mas sim, quadrática.

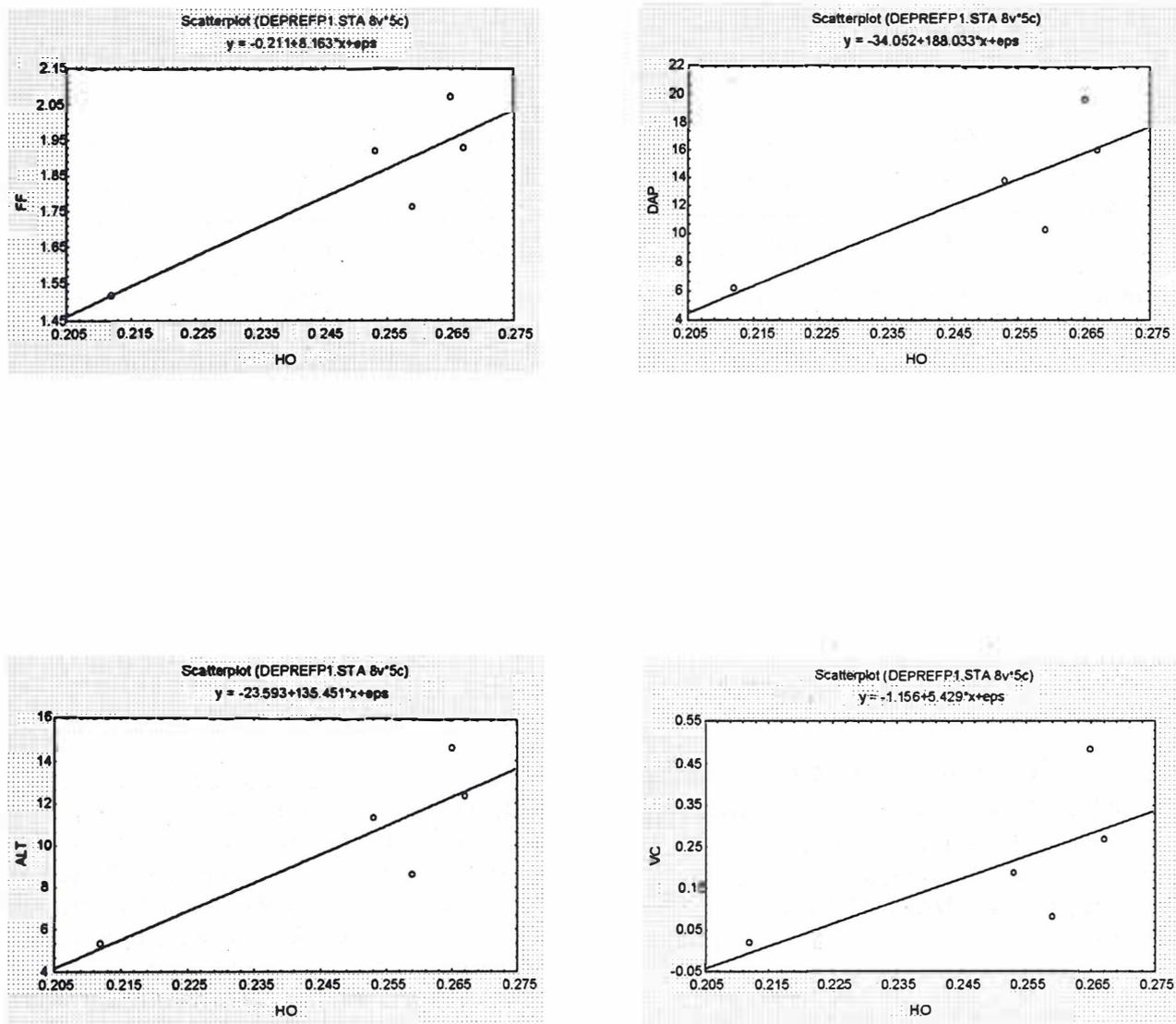


FIGURA 1 - Gráficos da forma do fuste (FF), diâmetro à altura do peito (DAP), altura (ALT) e volume cilíndrico (VC) em função da heteroziguidade observada ( $\hat{H}_o$ ) na população Campinas de *C. legalis*.

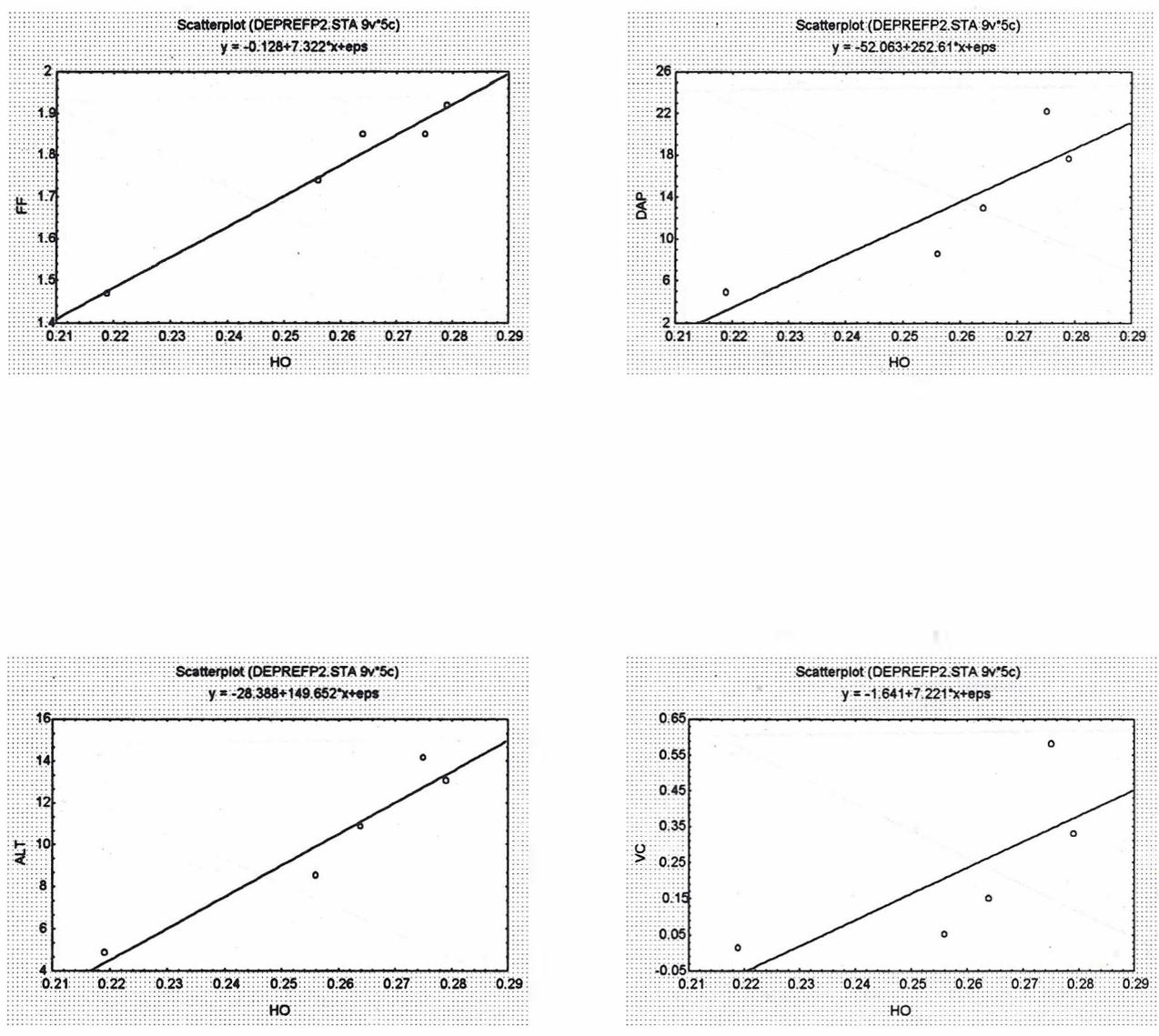


FIGURA 2 - Gráficos da forma do fuste (FF), diâmetro à altura do peito (DAP), altura (ALT) e volume cilíndrico (VC) em função da heterozigosidade observada ( $\hat{H}_o$ ) na população Ibicatu de *C. legalis*.

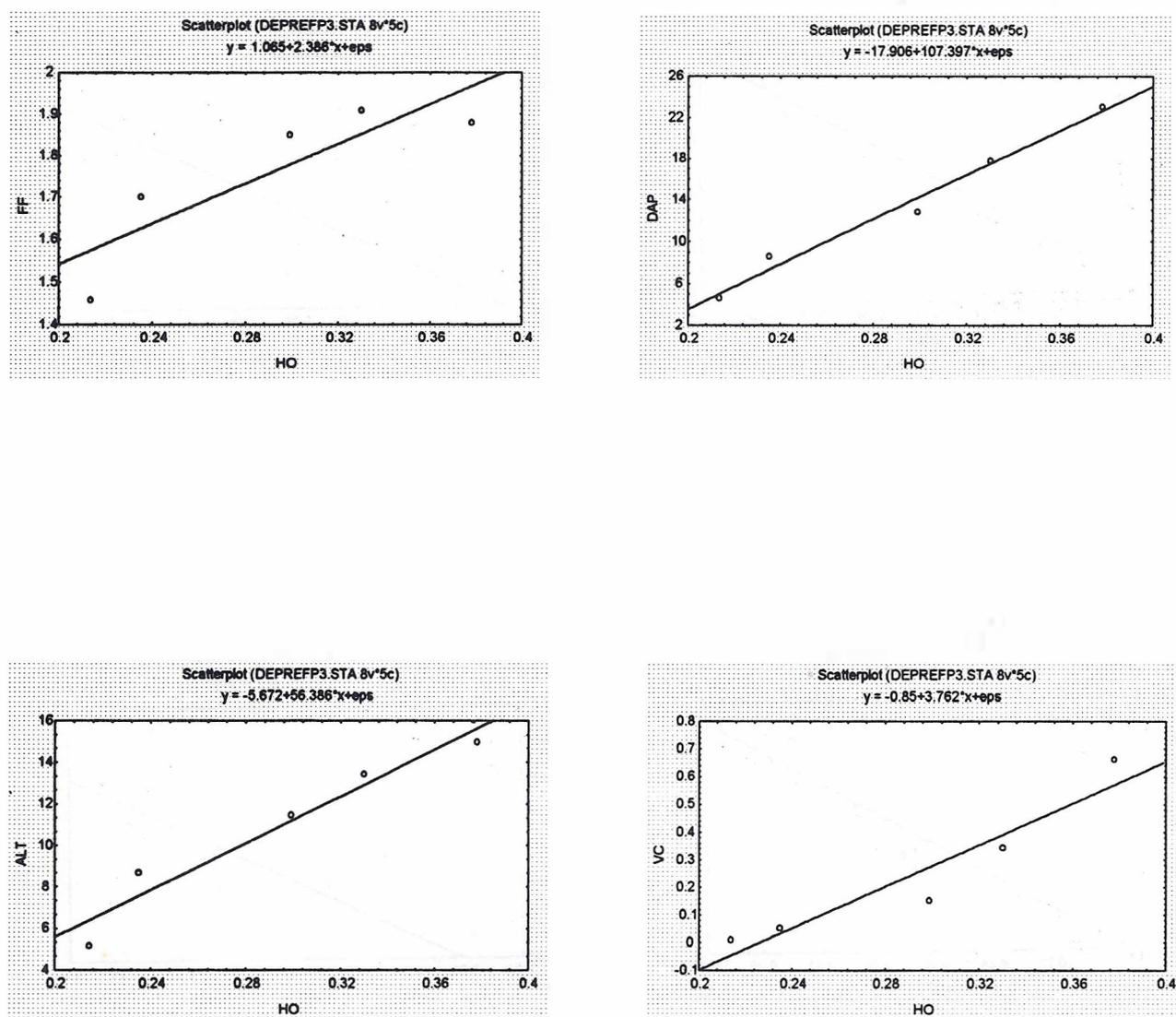


FIGURA 3 - Gráficos da forma do fuste (FF), diâmetro à altura do peito (DAP), altura (ALT) e volume cilíndrico (VC) em função da heteroziguidade observada ( $H_o$ ) na população Vassununga de *C. legalis*.

SEBBENN, A. M. *et al.* Depressão por endogamia em populações de jequitibá-rosa.

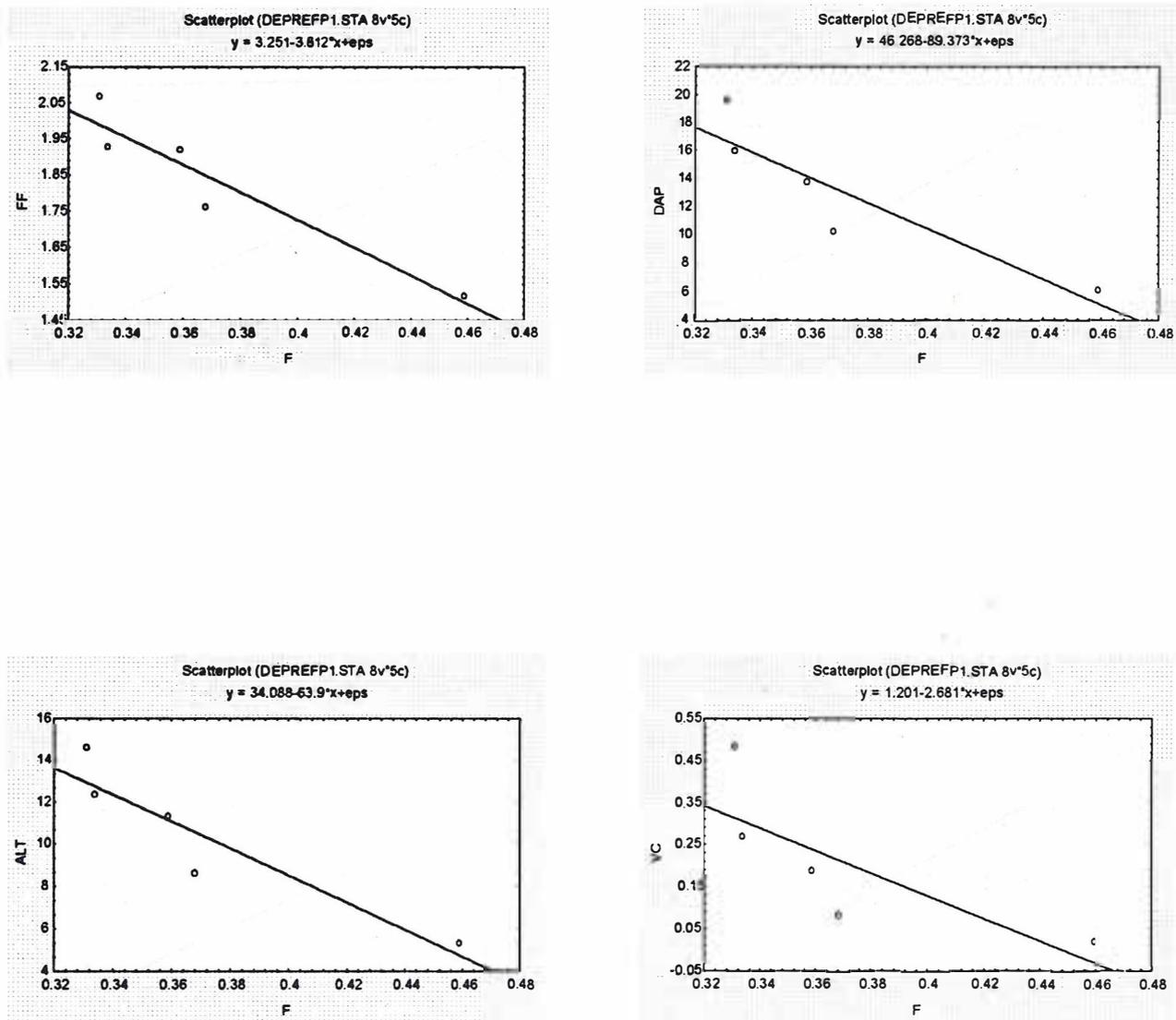


FIGURA 4 - Gráficos da forma do fuste (FF), diâmetro à altura do peito (DAP), altura (ALT) e volume cilíndrico (VC) em função do índice de fixação ( $f$ ) na população Campinas de *C. legalis*.

SEBBENN, A. M. *et al.* Depressão por endogamia em populações de jequitibá-rosa.

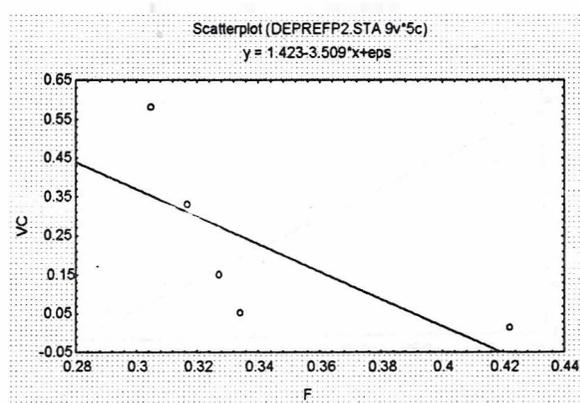
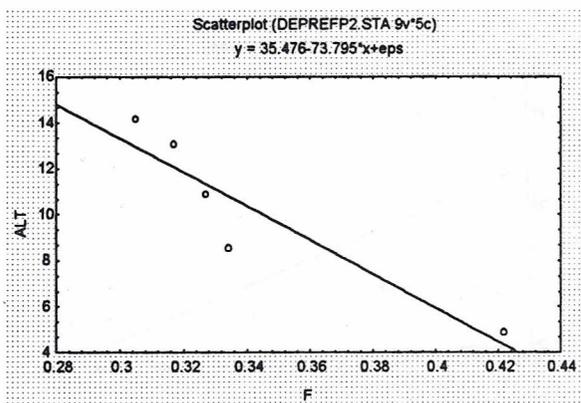
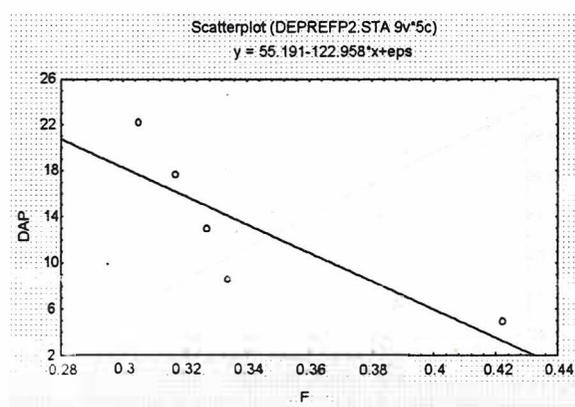
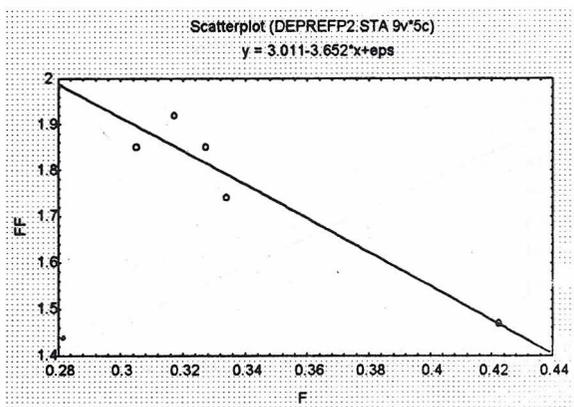


FIGURA 5 - Gráficos da forma do fuste (FF), diâmetro à altura do peito (DAP), altura (ALT) e volume cilíndrico (VC) em função do índice de fixação ( $f$ ) na população Ibicatu de *C. legalis*.

SEBBENN, A. M. *et al.* Depressão por endogamia em populações de jequitibá-rosa.

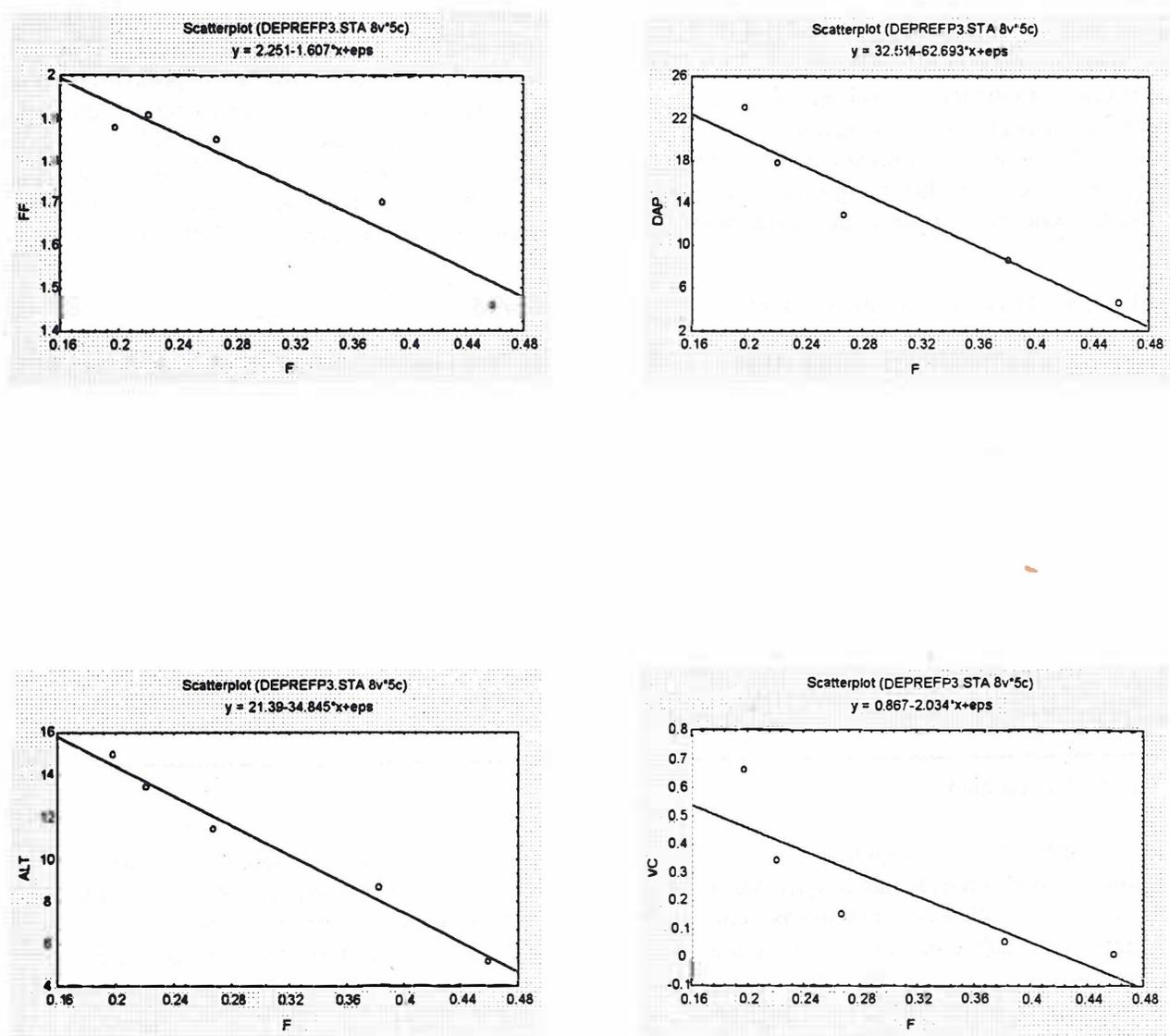


FIGURA 6 - Gráficos da forma do fuste (FF), diâmetro à altura do peito (DAP), altura (ALT) e volume cilíndrico (VC) em função do índice de fixação ( $f$ ) na população Vassununga de *C. legalis*.

O ajuste às equações não lineares revelou altos e significativos coeficientes de determinação [ $\hat{r}^2$  (Eq. exp.)] para quase todos os caracteres, nas populações, em especial para o coeficiente de endogamia ( $\hat{r}^2$  mínimo = 0,87). Estes resultados revelam que a herança da depressão por endogamia, nas populações de *C. legalis*, não é causada somente por efeitos sobredominantes ou por genes deletérios, mas sim, também por efeitos epistáticos, complicando a avaliação da herança da depressão por endogamia, na espécie.

A regressão significativa observada nos caracteres sobre a heterozigosidade e índice de fixação pode ser explicada por duas hipóteses:

primeiro, sugere-se que as isoenzimas estão sofrendo seleção, ou estão fortemente associadas a locos que determinam a expressão dos caracteres em estudo; segundo, elas descrevem o comportamento do sistema de reprodução, ou seja, os indivíduos de pior desempenho seriam o resultado de autofecundação ou cruzamentos entre parentes e os de melhor seriam o resultado de cruzamentos. A última hipótese parece ser a mais provável, considerando a natureza presumivelmente neutra das isoenzimas e devido a ter-se detectado 2,4% de autofecundação na população Ibicatu e 9,9% na Vassununga, e mais, 9,1% de cruzamento entre parentes na população Campinas, 5,9% na Ibicatu e 7% na Vassununga (TABELA 7).

TABELA 7 - Taxas de cruzamentos unilocos ( $\hat{t}_s$ ), multilocos ( $\hat{t}_m$ ), entre aparentados ( $\hat{t}_p = \hat{t}_m - \hat{t}_s$ ), taxa de autofecundação ( $\hat{s} = 1 - \hat{t}_m$ ) e coeficiente de endogamia da geração parental ( $\hat{f}_p$ ) em populações de *C. legalis*. (Fonte: Sebbenn *et al.*, 2001).

	Populações		
	Campinas	Ibicatu	Vassununga
$\hat{t}_s$	0,899 (0,016)	0,916 (0,014)	0,830 (0,032)
$\hat{t}_m$	0,990 (0,009)	0,976 (0,011)	0,901 (0,025)
$\hat{t}_p$	0,091 (0,012)	0,059 (0,011)	0,070 (0,025)
$\hat{s}$	0,001	0,024	0,099

( ): erro padrão da média.

Testou-se a hipótese de seleção, avaliando-se as diferenças nas frequências alélicas entre as cinco classes fenotípicas em cada população, por análise de variância de frequências alélicas (Weir, 1996), considerando-se as classes como subpopulações (TABELA 8). A detecção de diferenças significativas entre as frequências alélicas dos grupos pode sugerir homogeneidade nas frequências alélicas dentro dos grupos, logo que a seleção esteja favorecendo alelos específicos.

Os resultados mostraram baixa divergência genética entre as classes para todos os locos e média sobre locos nas três populações (< 1%). A significância para as populações Campinas e Vassununga ocorreu devido à consistência nos valores entre locos, levando a uma baixa variância e desvio padrão entre locos, porém, devido às suas magnitudes, podem ser consideradas negligíveis.

A partir disso, pode-se supor que não ocorreu seleção para alelos específicos e o marcador comportou-se como neutro, podendo-se atribuir a redução no desempenho dos caracteres, com o aumento no índice de fixação ao sistema de reprodução. Os indivíduos gerados por autofecundação e por cruzamento entre parentes têm um número maior de locos em homozigose do que indivíduos gerados por cruzamentos entre árvores não aparentadas, o que é refletido no índice de fixação. Assim, a endogamia ou aumento da homozigose, gerada por autofecundação e cruzamento entre parentes, afeta o genoma das plantas como um todo, ou seja, tanto genes que sofrem seleção (adaptativos) como genes neutros e os resultados observados não são nada mais do que o reflexo destas formas de reprodução.

TABELA 8 - Divergência genética entre classes de distribuição de caracteres quantitativos ( $\hat{\theta}_G$ ) para três populações de *C. legalis*.

Loco	Populações		
	Campinas	Ibicatu	Vassununga
Acp3	0,004	0,000	0,022
Est-1	0,007	0,000	0,000
Est-2	0,043	0,011	0,020
Pgi-1	0,000	0,000	0,014
Pgi-2	0,002	0,000	0,000
Mdh-1	0,000	0,000	0,004
Mdh-2	0,001	0,000	0,006
Prx-1	0,000	0,003	0,000
Prx-2	0,000	0,005	0,007
Prx-3	0,008	0,001	0,002
6Pgdh-1	0,005	0,002	0,000
Skdh-1	0,004	0,010	0,007
G6pdh-1	0,007	0,000	0,000
Idh-1	0,013	0,000	0,029
Média	0,006	0,001	0,007
	[0,000 a 0,015]	[- 0,003 a 0,004]	[0,002 a 0,012]

[ ]: intervalo de confiança a 95% de probabilidade, estimado por 10.000 reamostragens *bootstrap*.

As estimativas da depressão por endogamia ( $\hat{\theta}$ ) para os caracteres nas três populações são apresentadas na TABELA 9. Vale ressaltar que as estimativas são válidas para os intervalos de classes do índice fixação apresentados entre parênteses na TABELA 9, não sendo válidas para valores inferiores e superiores a esses intervalos, devido à falta de ajuste da equação de regressão linear.

Os resultados revelaram altas taxas de depressão por endogamia para os caracteres na espécie. O volume cilíndrico foi o caráter que apresentou os maiores valores (> 90%) e a forma do fuste os menores (< 27%). Como o volume cilíndrico é um caráter estimado a partir do DAP e da altura, e estes apresentaram valores individuais

de depressão alta, era esperada maior depressão para o VC. Durel *et al.* (1990) estudando *Pinus pinaster* aos 10 anos de idade e Griffin & Cotterill (1988) estudando *Eucalyptus regnans* aos 3 anos também observaram maiores valores de depressão por endogamia para o volume cilíndrico (63 e 37%, respectivamente), em relação a outros caracteres de crescimento. O DAP apresentou níveis de depressão um pouco superiores à altura nas três populações, sugerindo que este caráter é mais susceptível à expressão da endogamia. Este mesmo comportamento foi relatado por Geburek (1986) para *Picea omorika*, Griffin & Cotterill (1988) para *Eucalyptus regnans*, Durel *et al.* (1990) para *Pinus pinaster* e Sorensen (1997) para *Pseudotsuga menziesii*, aumentando a probabilidade desta hipótese estar correta.

TABELA 9 - Depressão por endogamia em percentual ( $\hat{\delta}$ ) em caracteres quantitativos, para classes de fixação de alelos observadas nas populações de *C. legalis*.

Caráter	Populações		
	Campinas (0,331 a 0,459)	Ibicatu (0,305 a 0,422)	Vassununga (0,198 a 0,459)
FF	26,6%	20,5%	22,3%
DAP (cm)	68,2%	77,9%	80,2%
ALT (m)	63,7%	65,5%	65,6%
VC (m <sup>3</sup> )	95,9%	97,9%	98,5%

( ) Valor mínimo e máximo de  $\hat{f}$  apresentado para a população.

Em relação às populações, de modo geral, a população Vassununga revelou os maiores níveis de depressão, seguida da população Ibicatu, e finalmente, da Campinas. O comportamento da depressão por endogamia nas populações agrega-se à magnitude das taxas de autofecundação detectadas nestas populações (TABELA 7), onde Vassununga, Ibicatu e Campinas apresentaram valores de 9,9, 2,4 e 0,1% de autofecundação, respectivamente. Em contraste, a taxa de cruzamento entre parentes foi de 9,1, 5,9 e 7,0%, para estas populações, respectivamente. Parece que a autofecundação foi a principal causa da depressão por endogamia, em concordância com as predições teóricas propostas por Allard (1971), o qual afirma que a autofecundação é uma forma mais drástica de gerar endogamia do que o cruzamento entre parentes, portanto também depressão por endogamia.

Vale ressaltar que os valores de depressão por endogamia aqui observados são superiores aos relatados na literatura. Isto possivelmente está associado à idade de avaliação do experimento. Talvez, se a avaliação tivesse sido realizada em idades mais precoces, os valores teriam sido inferiores. Vários estudos têm observado que a depressão por endogamia aumenta com o aumento da idade das plantas, podendo-se citar os trabalhos de Libby *et al.* (1981), Sorensen & Miles (1982), Geburek (1986). Uma resposta mais precisa sobre este ponto só é possível através de um estudo mais detalhado.

A constatação de que *C. legalis* apresenta forte depressão por endogamia para caracteres de crescimento, tem implicações nas estratégias de recuperação de áreas degradadas, conservação e melhoramento genético.

A recuperação de áreas degradadas e alteradas a partir de sementes coletadas de polinização

livre, em populações naturais de *C. legalis*, pode levar à redução na capacidade adaptativa, reprodutiva, evolutiva e produtiva, caso algumas medidas para minimizar a endogamia, no material coletado, não sejam tomadas. Primeiro, é importante que as sementes para estes fins sejam coletadas de um número grande de árvores (> 50), distanciadas entre si por uma ou algumas centenas de metros. Esta forma de coleta permite reduzir a probabilidade de parentesco entre árvores matrizes, fontes das sementes, aumentando o potencial evolutivo, adaptativo e reprodutivo da espécie nos locais de recuperação. Contudo, esta prática não evita que sementes endogâmicas oriundas de autofecundação e do cruzamento entre parentes sejam excluídas do conjunto gênico. É provável que as sementes endogâmicas sejam em maior parte eliminadas durante a fase de germinação e período de viveiro. Segundo, na fase de viveiro, selecionar para o plantio somente mudas que apresentem boa constituição, colaborando assim, para a eliminação de sementes endogâmicas. Terceiro, deve ser praticado o controle gamético feminino, incluindo-se no conjunto de sementes a mesma quantidade por matriz, estratégia esta que permite maximizar o tamanho efetivo das populações, portanto ampliar seu potencial adaptativo e evolutivo. Quarto, na impossibilidade de coleta de sementes de um grande número de árvores matrizes, não misturar as sementes, mas sim, manter sua identidade, plantando os indivíduos em grupos compostos de diferentes origens maternas. Esta última recomendação, apesar de aumentar os custos da recuperação, pode minimizar o aparecimento de endogamia futura e, portanto, de seus efeitos, a depressão por endogamia, mantendo um certo potencial adaptativo e produtivo na espécie.

Do ponto de vista de conservação genética *ex situ*, a depressão observada prediz que indivíduos mais endogâmicos encontram-se dominados nos ensaios, sendo possível que estes venham a morrer antes dos indivíduos dominantes. Contudo, se a hipótese do menor crescimento realmente estiver associada à presença de genes deletérios nas populações, é desejável que estes indivíduos sejam eliminados do banco, antes da espécie entrar em fase de reprodução, caso contrário, durante o processo de recombinação muitos desses genes serão transferidos para as próximas gerações. A conservação de genes deletérios em alta frequência pode por em risco a manutenção do banco a longo prazo, bem como reduzir seu valor como fonte de sementes para o reflorestamento.

Já, do ponto de vista do melhoramento, a depressão observada tem menor importância, dado que, se os ensaios forem submetidos à seleção, visando sua transformação em “pomares de sementes por mudas”, uma boa parte da carga genética das populações será eliminada, juntamente com os indivíduos endogâmicos. Outra parte, contudo, provavelmente em menor frequência, será mantida em estado de heterozigose, a qual poderá ser eliminada parcialmente em ciclos seletivos subsequentes.

#### 4 CONCLUSÕES

- a) Foram observados aumento na taxa de heterozigotos e redução na taxa de endogamia com o aumento do crescimento dos caracteres, mostrando que indivíduos homozigotos apresentaram menor desempenho e depressão por endogamia.
- b) As análises de regressão linear revelaram razoáveis coeficientes de determinação para os caracteres forma do fuste, DAP e altura em relação à heterozigosidade observada e ao índice de fixação, indicando um bom ajuste dos dados ao modelo linear. Contudo, os dados revelaram melhor ajuste às equações exponenciais, indicando que a herança da depressão por endogamia inclui efeitos epistáticos, além da possível sobredominância ou dominância.
- c) A comparação das frequências alélicas dos diferentes grupos mostrou baixa divergência genética entre grupos, indicando que há ausência de seleção para os locos isoenzimáticos e que as isoenzimas comportaram-se como neutras, sendo que as diferenças observadas entre os grupos podem ser atribuídas aos reflexos do sistema de reprodução, no genoma como um todo.

- d) A magnitude da depressão por endogamia, observada para *C. legalis*, foi alta para todos os caracteres, atingindo valores superiores a 20%, 68%, 63% e 90% para os caracteres forma do fuste, DAP, altura e volume cilíndrico, respectivamente.

#### 5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à técnica de laboratório Elza Martins Ferraz e aos estagiários Fernanda Gosser Brasso e Gabriel Bortoleto Bichette pelo auxílio nas eletroforeses de isoenzimas; ao técnico em agropecuária Gelson Dias Fernandes, ao estudante de engenharia florestal Márcio Fedele (ESALQ/USP) e ao Biólogo Fernando Schimth pelo auxílio nos trabalhos de campo. Também agradecem ao CNPq pela concessão da bolsa de doutoramento ao primeiro autor e à FAPESP pelo financiamento do projeto (nº 1998/2448-7).

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFENAS, S. A. **Eletroforese de isoenzimas e proteínas afins: fundamentos e aplicações em plantas e microrganismos.** Viçosa: UFV, 1998. 574 p.
- ALLARD, R. W. **Princípios do melhoramento genético das plantas.** São Paulo: Edgard Blucher, 1971. 381 p.
- BEIGUELMAN, B. **Curso prático de bioestatística.** Ribeirão Preto: SBG, 1996. 242 p.
- CHARLESWORTH, D.; CHARLESWORTH, B. Inbreeding depression and its evolutionary consequences. **Annual Review Ecology and Systematic**, Davis, v. 18, p. 237-268, 1987.
- CROW, J. F.; KIMURA, M. A. **An introduction to population genetics theory.** London: Harper & Row Publishers, 1970. 591 p.
- CROW, J. F. Mutation, mean fitness and genetic load. **Oxford Survival Evolutive Biology**, Oxford, v. 9, p. 3-42, 1993.
- DUREL, C. E.; BERTIN, P.; KREMER, A. Relationship between inbreeding depression and inbreeding coefficient in Maritime Pine (*Pinus pinaster*). **Theoretical Applied and Genetic**, Berlin, v. 92, p. 341-350, 1990.

- FALCONER, D. S.; MACKAY, T. F. C. **Introduction to quantitative genetics.** Harlow: Longman Group Ltd, 1997. 463 p.
- FUTUYMA, D. J. **Biologia evolutiva.** Ribeirão Preto: SBG, 1992. 646 p.
- GEBUREK, T. Some results of inbreeding depression in Serbian Spruce [*Picea omorica* (Panc.) Purk.]. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 35, p. 169-172, 1986.
- GRIFFIN, A. R.; COTTERILL, P. P. Genetic variation in growth of outcrossed, selfed and open-pollinated progenies of *Eucalyptus regnans* and some implications for breeding strategy. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 37, p. 124-131, 1988.
- HARDNER, C. M.; POTTS, B. M. Inbreeding depression and changes in variation after selfing in *Eucalyptus globulus* ssp. *globulus*. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 44, n. 1, p. 46-54, 1995.
- HARDNER, C. M.; POTTS, B. M. Postdispersal selection following mixed mating in *Eucalyptus regnans*. **Evolution**, San Francisco, v. 51, n. 1, p. 103-111, 1997.
- KÄRKKÄINEN, K.; SAVOLAINEN, O. The degree of early inbreeding depression determines the selfing rate at the seed stage: Model and results from *Pinus sylvestris* (Scots pine). **Heredity**, Lund, v. 71, p. 160-166, 1993.
- \_\_\_\_\_; KOSKI, V.; SAVOLAINEN, O. Geographical variation in the inbreeding depression of Scots pine. **Evolution**, San Francisco, v. 50, n. 1, p. 111-119, 1996.
- KOELEWIJN, H. P. Effects of different levels of inbreeding on progeny fitness in *Plantago coronopus*. **Evolution**, San Francisco, v. 52, n. 3, p. 692-702, 1998.
- \_\_\_\_\_; KOSKI, V.; SAVOLAINEN, O. Magnitude and timing of inbreeding depression in Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.). **Evolution**, San Francisco, v. 53, n. 3, p. 758-768, 1999.
- LANDE, R.; SCHEMESKE, D. W.; SCHULTZ, S. T. High inbreeding depression, selective interference among loci, and the threshold selfing rate for purging recessive lethal mutations. **Evolution**, San Francisco, v. 48, n. 4, p. 965-978, 1994.
- LEDIG, F. T.; GURIES, R. P.; BONEFELD, B. A. The relation of growth to heterozygosity in pich pine. **Evolution**, San Francisco, v. 37, p. 1227-1238, 1983.
- LEWIS, P. O.; ZAYKIN, D. **GDA - Genetic Data Analysis: version 1.0(d12) for Windows.** Albuquerque: The University of New Mexico, 1999. 89 p.
- LIBBY, W. J.; McCUTCHAN, B. G.; MILLAR, C. I. Inbreeding depression in selfs of Redwood. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 30, p. 15-25, 1981.
- MATHER, W. B. **Princípios de genética quantitativa.** Ribeirão Preto: SBG, 1994. 137 p.
- MATHESON, A. C.; WHITE, T. L.; POWEL, G. R. Effects of inbreeding on growth, stem form and rust resistance in *Pinus elliottii*. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 44, n. 1, p. 37-46, 1995.
- MITTON, J. B.; GRANT, M. C. Observation on the ecology and evolution of quaking aspen, *Populus tremuloides*, in the Colorado Front Range. **American Journal of Botany**, Oklahoma, v. 67, p. 1040-1045, 1980.
- MITTON, J. B. Physiological and demographic variation associated with allozyme variation. In: **ISOZYMES in plant biology.** London: Chapman and Hall, 1989. p. 127-145.
- MURAWSKI, D. A.; BAWA, K. S. Genetic structure and mating system of *Stemonoporus oblongifolius* (Dipterocarpaceae) in Sri Lanka. **American Journal of Botany**, Oklahoma, v. 81, n. 2, p. 155-160, 1994.
- MURAWSKI, D. A.; HAMRICK, J. L. Mating system and phenology of *Ceiba pentandra* (Bombacaceae) in Central Panama. **Journal of Heredity**, Cary, v. 83, n. 6, p. 401-404, 1992.
- MURAWSKI, D.A *et al.* Mating system of two Bombacaceous trees of a Neotropical Moist Forest. **Oecologia**, Berlin, v. 82, p. 501-506, 1990.
- NEI, M. Analysis of gene diversity in subdivided populations. **Proceeding National Academy of Science**, USA, v. 70, n. 12, p. 3321-3323, 1973.
- \_\_\_\_\_. Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. **Genetics**, Washington, v. 89, p. 538-590, 1978.
- REMINGTON, D. L.; O'MALLEY, D. M. Evaluation of major genetic loci contributing to inbreeding depression for survival and early growth in a selfed family of *Pinus taeda*. **Evolution**, San Francisco, v. 54, n. 5, p. 1580-1589, 2000.

SEBBENN, A. M. *et al.* Depressão por endogamia em populações de jequitibá-rosa.

RESENDE, M. D. V.; HIGA, A. R. Estimação de valores genéticos no melhoramento de *Eucalyptus*: seleção em um carácter com base em informações do indivíduo e seus parentes. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Curitiba, n. 28/29, p. 11-36, 1994.

RITLAND, K. Inferring the genetic basis of inbreeding depression in plants. **Genome**, Ottawa, v. 39, p. 1-8, 1996.

SEBBENN, A. M.; KAGEYAMA, P. Y.; VENCOVSKY, R. Variabilidade genética, sistema reprodutivo e estrutura genética espacial em *Genipa americana* L. através de marcadores isoenzimáticos. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 53, p. 15-30, 1998.

SEBBENN, A. M. Estudo de populações de *Cariniana legalis* (Mart.) O. Ktze, por caracteres quantitativos e isoenzimas. 2001. 209 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SEBBENN, A. M. *et al.* Taxa de cruzamento em populações de *Cariniana legalis* (Mart.) O. Ktze.: Implicações para a conservação e o melhoramento genético. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 58, p. 32, 2001. (No prelo).

SNIEZKO, R. A.; ZOBEL, B. J. Seedling height and diameter variation of various degrees of inbred and outcross progenies of Loblolly Pine. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 37, p. 50-60, 1988.

SORENSEN, F. C.; MILES, R. Inbreeding depression in height, height growth and survival of Douglas-Fr, Ponderosa Pine, and Noble Fir to 10 years of age. **Forest Science**, Bethesda, v. 28, n. 2, p. 283-292, 1982.

\_\_\_\_\_. Self-pollinization effects on Douglas-fir and Ponderosa pine seeds and seedlings. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 23, n. 5, p. 135-138, 1974.

SORENSEN, F. C. Effects of sib mating and wind pollination on nursery seedling size, growth components, and phenology of Douglas-Fir seed-orchard progenies. **Canadian Journal Forest Research**, Edmonton, v. 27, p. 557-566, 1997.

STRAUSS, S. H. Heterosis at allozyme loci under inbreeding and crossbreeding in *Pinus attenuata*. **Genetics**, Washington, v. 113, p. 115-134, 1987.

WEIR, B. S. **Genetic data analysis. II. Methods for discrete population genetic data**. Sunderland: North Caroline State University, Sinauer Associates Inc. Pub., 1996. 445 p.

WILCOX, M. D. Inbreeding depression and genetic variances estimated from self and cross-pollinated families of *Pinus radiata*. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 32, p. 89-96, 1983.

WU, H. X.; MATHESON, A. C.; SPENCER, D. Inbreeding in *Pinus radiata*. 1. The effect of inbreeding on growth, survival and variance. **Theoretical and Applied Genetic**, Berlin, v. 97, p. 1256-1268, 1998.



# ACIDENTES GRAVES NO TRABALHO RURAL ENTRE 1994 E 1997 NA REGIÃO CENTRO-SUL DO ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL\*

Jair Rosas da SILVA\*\*

Victório FURLANI NETO\*\*\*

Ney Barros de Avelino SIDOU\*\*\*

Eduardo Trevisan GONÇALVES\*\*\*

Christian BACCI\*\*\*

## RESUMO

Considerando-se que o estado da arte da ergonomia e segurança do trabalho rural de uma determinada região se reflete na ocorrência de acidentes, é apresentado um diagnóstico dos acidentes graves ocorridos no trabalho rural abrangendo dez municípios da região centro-sul do Estado de São Paulo, ocorridos em um período de 40 meses, baseado em registros fornecidos pelo Instituto Nacional do Seguro Social - INSS. Foi assinalado um total de 106 ocorrências, entre 1994 e 1997, nos municípios de Itapetininga, Capão Bonito, São Miguel Arcanjo, Guapiara, Itapeva, Boituva, Angatuba, Ribeirão Grande, Sarapuí e Alambari. Verificou-se ter ocorrido correspondência funcional entre população e número de acidentes graves no trabalho rural, explicada por modelo matemático de regressão de primeiro grau, do tipo:

$$y = 0,000376 x - 2,464594$$

em que  $x$  representa a população do município e  $y$  o número de acidentes graves no trabalho rural. Grupos etários de trabalhadores entre 20 e 35 anos mostraram-se mais suscetíveis a acidentes graves na região, sucedidos por faixas etárias entre 35 e 50 anos, indicando os grupos populacionais mais carentes de treinamento sobre segurança no trabalho rural. A prática comum no meio rural de estender a tarefa além do horário preestabelecido, a fadiga e o estresse do trabalhador são fatores que têm sido associados aos horários de maior incidência de acidentes graves no trabalho rural. Quinta-feira foi isoladamente o dia de maior frequência de acidentes rurais graves na região pesquisada. Os tipos de veículos envolvidos em acidentes rurais graves, por ordem decrescente de ocorrências, foram: indefinidos, caminhão de carga e/ou transporte de pessoal, motocicleta, automóvel, camioneta, bicicleta e ônibus. Dentre as máquinas e equipamentos agrícolas e industriais, são assinalados: trator, motosserra, não definidos, roçadora, pá carregadora e empilhadora.

## ABSTRACT

This study analyses serious accidents on rural work occurred at ten counties located in the southern of the São Paulo State, Brazil. The research was fully based on records of the Instituto Nacional do Seguro Social - INSS and it covered forty months. There were recorded one hundred and six grave occurrences from 1994 to 1997 in Itapetininga, Capão Bonito, São Miguel Arcanjo, Guapiara, Itapeva, Boituva, Angatuba, Ribeirão Grande, Sarapuí and Alambari. The results have shown a mathematical correlation between population and the number of serious accidents on rural work by means a first degree equation, as follows:

$$y = 0.000376 x - 2.464594$$

where  $x$  represents the county population and  $y$  the number of serious rural cases. This study has shown that workers aged between 20 and 35 years old were the group of population most susceptible to serious accidents in the assessed spot. This result has also shown the group of the rural workers most lacking security training. The Brazilian way of work, sometimes extending day shift, caused fatigue and stress for the worker which were frequently associated with time of major occurrences of serious accidents. Detaching itself from the week, Thursday was found the best incidence of grave accidents on rural working. Concerning to months distribution, serious accidents were increased alone with agricultural labor, such as in harvesting or planting season. The vehicles more involved in serious accidents, by decreasing order, were: indefinite, truck for loading or people transportation, motorcycle, car, pick-up, bicycle and bus. Among agricultural and other machines, they have been pointed out: tractor, chainsaw, indefinite, rotary shredder, shovel excavator and lifting truck. The main causes of the serious accidents in this region were related to vehicles, rural roads, falling of people, trees, wood, objects and charge displacement.

(\*) Aceito para publicação em junho de 2001.

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

(\*\*\*) Universidade Federal de São Carlos, Campus Araras, Via Anhanguera km 174, 13600-970, Araras, SP, Brasil.

As principais causas de acidentes graves no meio rural encontram-se associadas a veículos, estradas, quedas (de pessoas, árvores, madeira e objetos) e deslocamento de cargas. É mencionada a precariedade do transporte coletivo de trabalhadores na região, efetuado em veículos inadequados e em desacordo à legislação. As condições de projeto construtivo e manutenção das estradas rurais contribuem para essa realidade, resultando em colisões, capotamentos e atropelamentos. Dentre as partes do corpo humano atingidas são apontadas, em ordem decrescente: membros inferiores, membros superiores, tronco, cabeça e ferimentos generalizados. Isoladamente, pernas, braços, cabeça, mãos, pés, joelho e ombros de trabalhadores têm sido os órgãos mais afetados em acidentes graves no trabalho rural.

Palavras-chave: acidentados; agricultura; diagnóstico; municípios; causas; estatística.

## 1 INTRODUÇÃO

Acidente no trabalho pode ser definido como qualquer ocorrência não desejada que modifica ou põe fim a um trabalho, ocasionando perda de tempo, danos materiais, danos físicos ou morte (Universidade Estadual Paulista - UNESP, 1994).

Acidente no trabalho rural é aquele ocorrido pelo exercício do trabalho rural, provocando lesão corporal, perturbação funcional ou doença, que cause a morte ou a perda ou redução permanente ou temporária da capacidade para o trabalho (Brasil, 1975).

De acordo com Acidentes... (1995), no Brasil apenas 18% dos acidentes ocorridos são registrados formalmente e, assim, albergados pelas leis trabalhistas e assistidos pela previdência social. Por conseguinte, quantificar com exatidão a ocorrência de acidentes no trabalho rural é uma tarefa difícil, senão impossível.

Por outro lado, o Brasil é o campeão mundial em subnotificações de acidentes no trabalho. Com a conivência do Estado, as empresas simplesmente não notificam os acidentes, para não manchar a imagem da empresa e evitar futuras indenizações (Martão, 1996). Para Almeida *apud* Martão (1996), se a quantidade de acidentes e doenças registradas é surpreendentemente pequena, isso se explica pela negligência com que as empresas notificam os casos junto ao Instituto Nacional de Seguro Social.

Levantamento efetuado pela Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, no ano agrícola 1975/76, englobando propriedades agrícolas de 500 municípios, registrou um total de 110.700 acidentes, atingindo trabalhadores rurais na faixa etária entre 13 e 45 anos, indicou que 46,0% do total foram atribuídos ao uso de ferramentas manuais, 12,4% a operações com tratores e máquinas agrícolas e 10,3% ao transporte, de acordo com Lorena, citado em Rodrigues & Silva (1986).

Precarious collective transportation of workers and maintenance and engineering project conditions of the rural roads were also mentioned. Others factors also included capsizing and trampling with various kinds of vehicles transporting or hitting workers. Considering the human body parts hit, this study did make references to the entire human body: lower members, upper members, trunk, head and general parts. Concerning to the organs of the human body, the most damaged by decreasing order were legs, arms, head, hands, feet, knee and shoulders.

Key words: job occurrences; agriculture; diagnosis; causes; statistics.

Estudo realizado na região de Botucatu indicou que 12% das notificações efetuadas foram consideradas acidentes graves. Em Lençóis Paulista essa proporção foi menor e a maioria dos acidentes foi de pequena gravidade (Rodrigues & Silva, 1986).

Levantamento sobre acidentes ocorridos em estradas rurais em oito municípios de maior concentração demográfica do Estado de São Paulo indicou que, em 1979, foram atingidos 314 trabalhadores rurais, com 19,7% dos casos considerados graves. Em 1980, o total de operários rurais acidentados foi 470, com índice de 16,6% de acidentes graves, segundo Rodrigues *apud* Rodrigues & Silva (1986).

Levantamento efetuado em 1983 em alguns Estados da Federação por Meirelles & Yamashita (1988) indicou como primeira causa de acidentes no meio rural as ferramentas manuais, principalmente devido ao uso do facão, seguida de equipamentos mecânicos.

Na zona canavieira de Lençóis Paulista, Lopes *apud* Rodrigues & Silva (1986) apontou como principal causa de acidentes os causados por objetos ou instrumentos cortantes, entre os quais o facão e outras ferramentas, resultado esse também mencionado por Piloto Neto *apud* Rodrigues & Silva (1986) para a região do vale do rio Paraíba, em que também são citados: machado, serra, enxada, foice, faca.

Reportando acidentes ocorridos em empresas florestais situadas no Estado de Minas Gerais, Pereira (1982) aduziu que a maior parte dos acidentes ocorre no transporte de pessoal, em uma proporção de 42%, em relação às demais operações produtivas. No caso do Estado de São Paulo, em diagnóstico efetuado em regiões de maior concentração demográfica,

abrangendo as décadas de 70 e 80, Rodrigues *apud* Rodrigues & Silva (1986) informou que totalizou 470 o número de trabalhadores vitimados nessas condições, sendo 56 por acidentes graves e 22 por óbitos.

Sobre um grupo de empresas florestais atuando na região Sul do Brasil durante 1992 e 1993, Roesler (1994) citou como principal agente de acidentes o fator batida por objeto.

Com referência às partes do corpo atingidas em acidentes rurais, Speltz (1966) informou que ferramentas provocaram alto índice de acidentes em mãos de trabalhadores, em 43,6% dos casos e nos pés, na proporção de 5,3%, reportando unidades de produção florestal no Estado do Paraná.

Na região do vale do rio Paraíba, durante o ano de 1977, os acidentes rurais atingiram, em primeiro lugar, braços e mãos e, em ordem decrescente, tomazelo e pés e, a seguir, coxas, joelhos e pernas, conforme Zuchi *apud* Rodrigues & Silva (1986).

Em empresas florestais operando na região Sul do país, Roesler (1994) relatou alta incidência de lesões na região do pescoço, em função de acidentes ocorridos durante 1992 e 1993.

O presente trabalho tem por objetivo avaliar o comportamento de algumas características de ocorrência dos acidentes graves no trabalho rural, em um grupo de dez municípios situados na região centro-sul do Estado de São Paulo, segundo um período contínuo de quarenta meses.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Acidente grave no trabalho rural, para fins do presente estudo, é qualquer ocorrência não desejada que modifica ou põe fim a um trabalho, ocasionando perda de tempo, danos materiais, danos físicos ou morte, conforme UNESP (1994) e, ao mesmo tempo, relacionada ao trabalho rural, determinando o afastamento do trabalhador de sua atividade produtiva por um período igual ou superior a 15 dias.

O levantamento de acidentes graves no trabalho rural baseou-se em registros efetuados pela Agência Regional de Itapetininga do Instituto Nacional do Seguro Social, compreendendo o período de fevereiro de 1994 a maio de 1997, englobando, portanto, 40 meses de observações (INSS, 1997)\*.

O estudo abrangeu 10 municípios da região centro-sul do Estado de São Paulo, dos quais as populações rural, urbana e total e os números de acidentes graves no trabalho rural e óbitos decorrentes, são apresentados na TABELA 1. As informações sobre a população dos municípios abrangidos pelo estudo foram obtidas através do Recenseamento de 1996, conforme os dados fornecidos pela Delegacia Regional de Itapetininga da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (comunicação verbal).

TABELA 1 - Números de acidentes graves no trabalho rural, de óbitos resultantes e de habitantes nos municípios pesquisados.

Município	Acidentes graves	Óbitos	População rural	População urbana	População total
Itapetininga	52	2	12.495	100.330	112.825
Capão Bonito	30	3	11.616	34.903	46.519
S. Miguel Arcanjo	10	-	11.069	16.416	27.485
Guapiara	5	2	12.191	7.004	19.195
Itapeva	2	1	17.369	60.287	77.656
Boituva	2	-	6.772	21.727	28.499
Angatuba	2	-	5.830	12.049	17.879
Ribeirão Grande	1	-	4.921	2.111	7.032
Sarapuí	1	1	2.482	4.519	7.001
Alambari	1	-	1.356	2.082	3.438
Total	106	9	86.101	261.428	347.529

(\*) INSTITUTO NACIONAL DO SEGURO SOCIAL - INSS. Acidentes registrados no Posto de Atendimento de Itapetininga entre 1994 e 1997. Itapetininga: INSS, 1997. (Relatório de uso interno, não publicado).

Análises de variância com emprego de regressão entre populações rural, urbana e total dos municípios pesquisados e número de acidentes graves no trabalho rural foram efetuadas conforme Ferreira (1996), para dados sem repetição.

A atividade socioeconômica da região em estudo está baseada na agropecuária, agricultura, floresta, mineração e agroindústria.

Os acidentes graves no trabalho rural, levantados na região e no período mencionados, foram discutidos segundo seus aspectos gerais, com base nos seguintes parâmetros:

- a) interdependência entre população rural e número de acidentes graves no trabalho rural;
- b) interdependência entre população total e número de acidentes graves no trabalho rural;
- c) relação acidentes graves no trabalho rural/população total;
- d) relação óbitos por acidentes graves no trabalho rural/população total;
- e) grupos etários dos acidentados;
- f) distribuição espacial dos acidentes graves no trabalho rural segundo o horário de ocorrência;
- g) distribuição das ocorrências de acidentes rurais graves quanto aos dias da semana;
- h) acidentes graves no trabalho rural segundo os meses de ocorrência;
- i) segundo as fases do mês (grupos de cinco dias consecutivos);
- j) quanto aos tipos de veículos envolvidos;
- k) quanto aos tipos de máquinas agrícolas e industriais envolvidas;
- l) causas ou agentes dos acidentes, e
- m) partes do corpo humano atingidas.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi registrado um total de 106 acidentes graves no trabalho rural, na região e no período considerado. De acordo com a proposição apresentada em Acidentes... (1995), o número estimado de acidentes graves no trabalho rural, no período, estaria em torno de 589. Inferindo-se sobre a teoria postulada por Rodrigues & Silva (1986) para a região de Botucatu, o número total de acidentes estaria estimado ao redor de 884.

#### 3.1 Interdependência entre População Rural e Número de Acidentes Graves no Trabalho Rural

Não ocorreu correspondência funcional entre população rural dos municípios abrangidos pelo estudo e os respectivos números de acidentes graves no trabalho rural, ou seja, a análise de regressão entre esses parâmetros não foi significativa. Por conseguinte não houve associação entre população da zona rural e número de acidentes graves relacionados ao trabalho rural. Esse resultado pode indicar que não apenas a população rural esteja relacionada aos acidentes graves no trabalho rural, mas também parte da população urbana dos municípios em estudo, constituída pelos habitantes que trabalham ou participam de atividades de labor no meio rural.

#### 3.2 Interdependência entre População Total e Número de Acidentes Graves no Trabalho Rural

Ocorreu associação entre população total dos municípios e o número de acidentes graves ocorridos no trabalho rural (FIGURA 1), sendo que a correspondência funcional observada, segundo um coeficiente de determinação  $R^2 = 0,604697$ , é um modelo matemático de primeiro grau, do tipo:

$$y = 0,000376 x - 2,464594$$

em que:

y = número de acidentes graves no trabalho rural no município, e

x = população total do município.

Tais resultados permitem concluir que, para os dez municípios em estudo, localizados na região centro-sul do Estado de São Paulo, os acidentes graves no trabalho rural estão associados à população total, ou seja, a maior parte da população interage com os acidentes graves registrados no meio rural, para as condições da pesquisa. Sem embargo, as atividades produtivas desenvolvidas nas áreas urbanas e periféricas desses municípios estão, em sua maior parte, relacionadas às atividades rurais de produção.

SILVA, J. R. da *et al.* Acidentes graves no trabalho rural entre 1994 e 1997 na região centro-sul do Estado de São Paulo, Brasil.

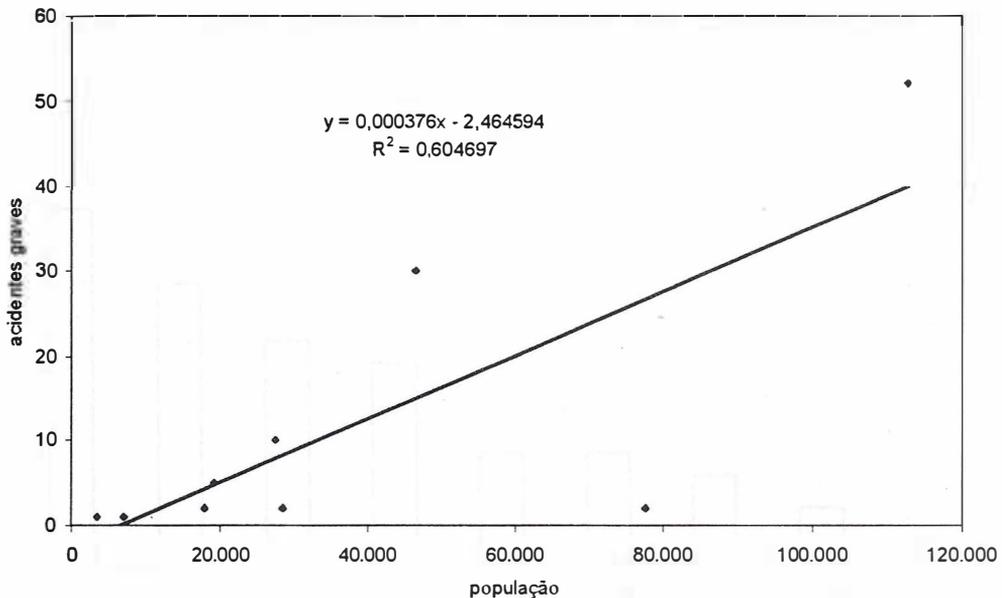


FIGURA 1 - Correspondência funcional entre população total dos municípios e número de acidentes graves no trabalho rural.

### 3.3 Relação Acidente Grave no Trabalho Rural/População Total

Maior incidência de acidentes graves no trabalho rural, referidos à população total dos municípios da região estudada (FIGURA 2), são assinalados em Capão Bonito, Itapetininga e São Miguel Arcanjo, supostamente devido à maior concentração demográfica, como pode ser observado na TABELA 1, embora Itapeva e Boituva também se enquadrem nessa categoria populacional, apresentam índices menores, supostamente em função de maior conscientização da mão-de-obra desses municípios quanto a noções de segurança no trabalho. Lopes *et al.* (1997) destacam que os riscos de acidentes no trabalho são reduzidos e o coeficiente de desempenho aumenta significativamente após o treinamento, resultando em aumento de produtividade, menor esforço e redução dos custos de produção. Acrescentam que o treinamento para formação de operadores de motosserra é muito importante, pois os ganhos de desempenho obtidos na execução de todas as operações relacionadas ao corte florestal são bastante significativos.

### 3.4 Índice de Óbitos Decorrentes de Acidentes Graves no Trabalho Rural/População Total

A frequência de óbitos associados a acidentes graves no trabalho rural, em relação à população

total dos municípios abrangidos pelo estudo, é apresentada na FIGURA 3. Do total dos acidentes graves registrados no período, 8,49% resultaram em óbitos de trabalhadores rurais. O alto percentual observado é atribuído ao fato do presente estudo reportar tão somente os acidentes graves. Do total de acidentes registrados em seis das principais regiões agrícolas do Estado de São Paulo, Lorena *apud* Rodrigues & Silva (1986) constatou que os acidentes fatais totalizaram 1,7% das ocorrências.

Alta incidência de acidentes fatais em relação à população foi observada nos municípios de Sarapuá, Guapiara e Capão Bonito, supostamente devido à desatenção de órgãos oficiais e da sociedade civil quanto a treinamento em segurança no trabalho. Para Itapetininga e Itapeva esse parâmetro de avaliação pode ser considerado de grau médio. Nos demais municípios estudados não foram registrados óbitos. O comportamento do índice óbito/população reflete o grau de conscientização existente quanto aos preceitos de segurança no trabalho rural, o que explica o índice zero assinalado nos municípios de Boituva, São Miguel Arcanjo e Angatuba. Para Alambari e Ribeirão Grande, supõe-se que o índice zero esteja ligado a menores contingentes populacionais.

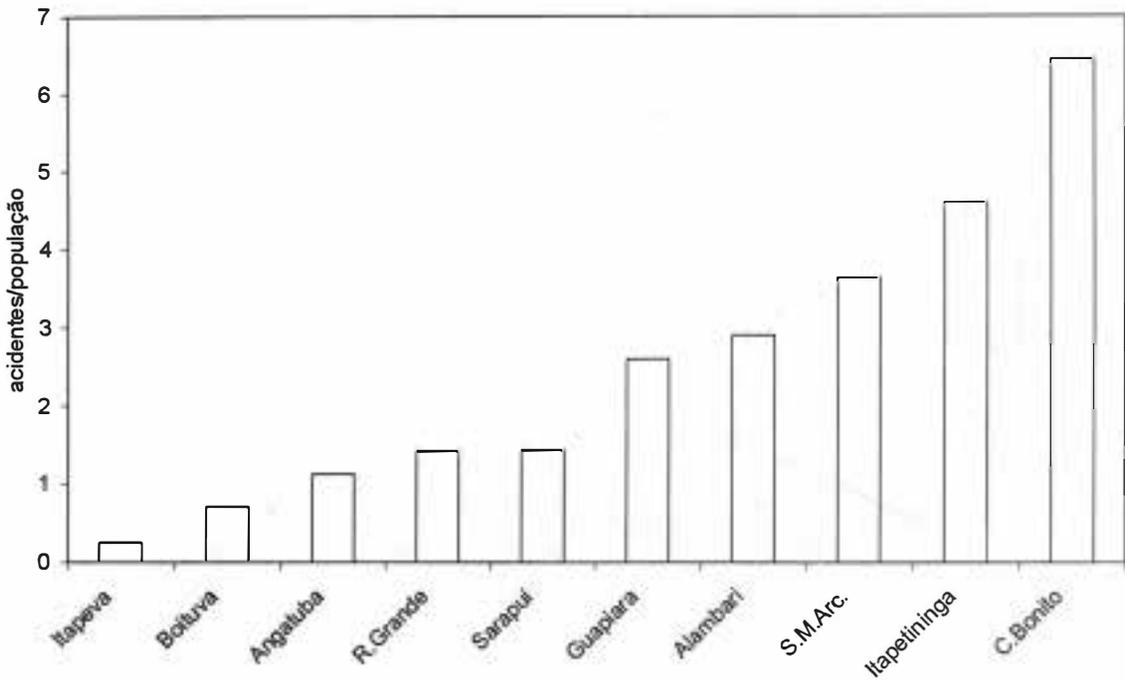


FIGURA 2 - Índices de incidência de acidentes graves no trabalho rural em relação à população dos municípios pesquisados.

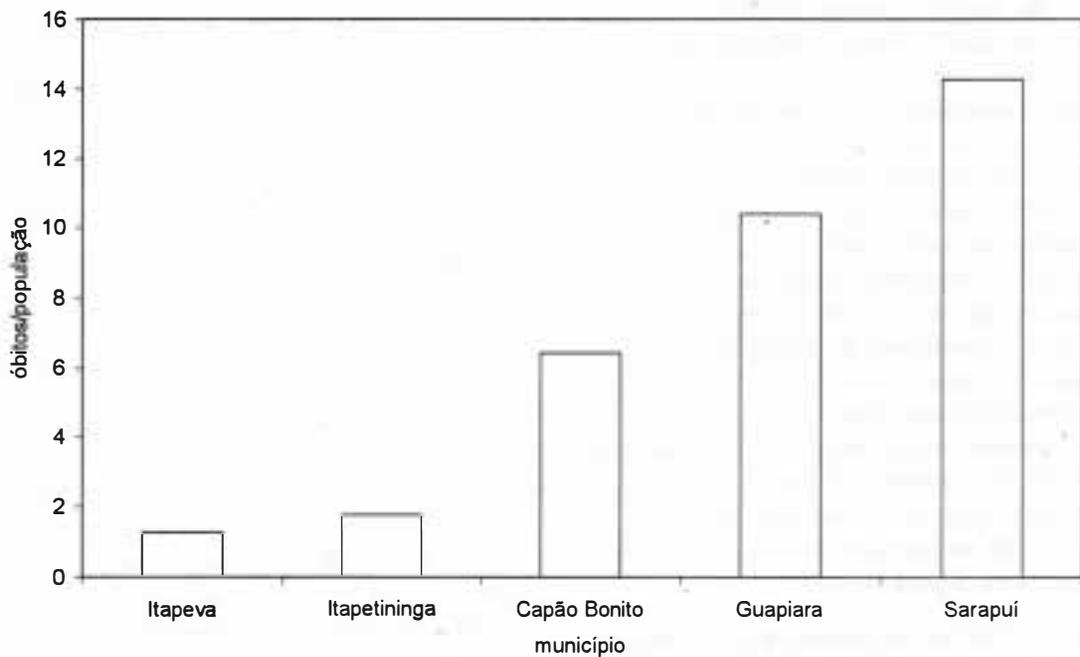


FIGURA 3 - Índice de óbitos por acidentes graves no trabalho rural por população dos municípios avaliados.

### 3.5 Acidentes Graves Segundo os Grupos Etários de Trabalhadores

Na FIGURA 4 é apresentada a distribuição dos acidentes graves no trabalho rural segundo os grupos etários de trabalhadores. Resultados demonstram que faixas etárias entre 20-35 anos correspondem aos maiores contingentes de acidentados no meio rural, supostamente por constituírem maior representatividade nas atividades agrícolas produtivas. A seguir são apontados

grupos etários entre 35-50 anos. Tais resultados são concordantes com os apresentados por Vieira *et al. apud* Rodrigues & Silva (1986), referentes a acidentes no trabalho rural ocorridos no Estado do Paraná, no período entre 1976 e 1982.

Menores percentuais de ocorrência de acidentes graves no trabalho rural em grupos etários entre 50-65 anos e entre 10-20 anos são atribuídos, respectivamente, à maior experiência na lida rural e à menor participação de grupos etários juvenis nas atividades agrícolas, na região considerada.

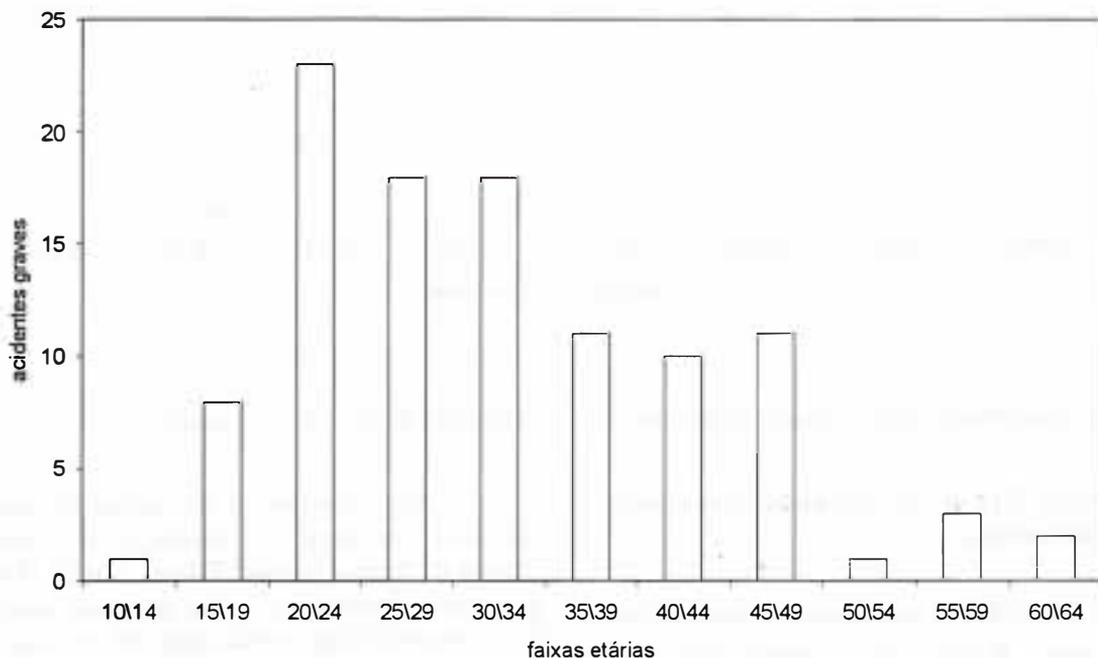


FIGURA 4 - Distribuição das ocorrências de acidentes graves no trabalho rural segundo faixas etárias de trabalhadores.

### 3.6 Acidentes Graves no Trabalho Rural Segundo o Horário de Ocorrência

A distribuição dos acidentes rurais graves segundo o horário de ocorrência é mostrada na FIGURA 5. Resultados demonstram que horários de maior incidência de acidentes estão associados à fadiga, ao estresse do trabalhador e também aos principais horários de deslocamento entre a residência e o local de trabalho.

Tais resultados são concordantes com os apresentados por Pereira (1982), que se referem a empresas florestais no Estado de Minas Gerais, onde concluiu que a maior incidência de acidentes ocorre durante o trajeto dos operários para o local do trabalho. Um outro resultado concordante com

o da pesquisa mencionada é o fato de que o pico de acidentes ocorre após as primeiras quatro horas de trabalho efetivo, supostamente em função do cansaço do trabalhador, quando não são observadas pausas durante a jornada de trabalho.

A frequência de acidentes graves ao final do dia e início da madrugada, na região em estudo, indica que a jornada de trabalho estende-se sobremaneira além do período convencional, criando condições para o surgimento de exaustão e estresse, fatores frequentemente associados a acidentes no trabalho. Também para Pereira (1982), o índice de acidentes aumenta após oito horas de trabalho efetivo, devido à redução dos reflexos do trabalhador.

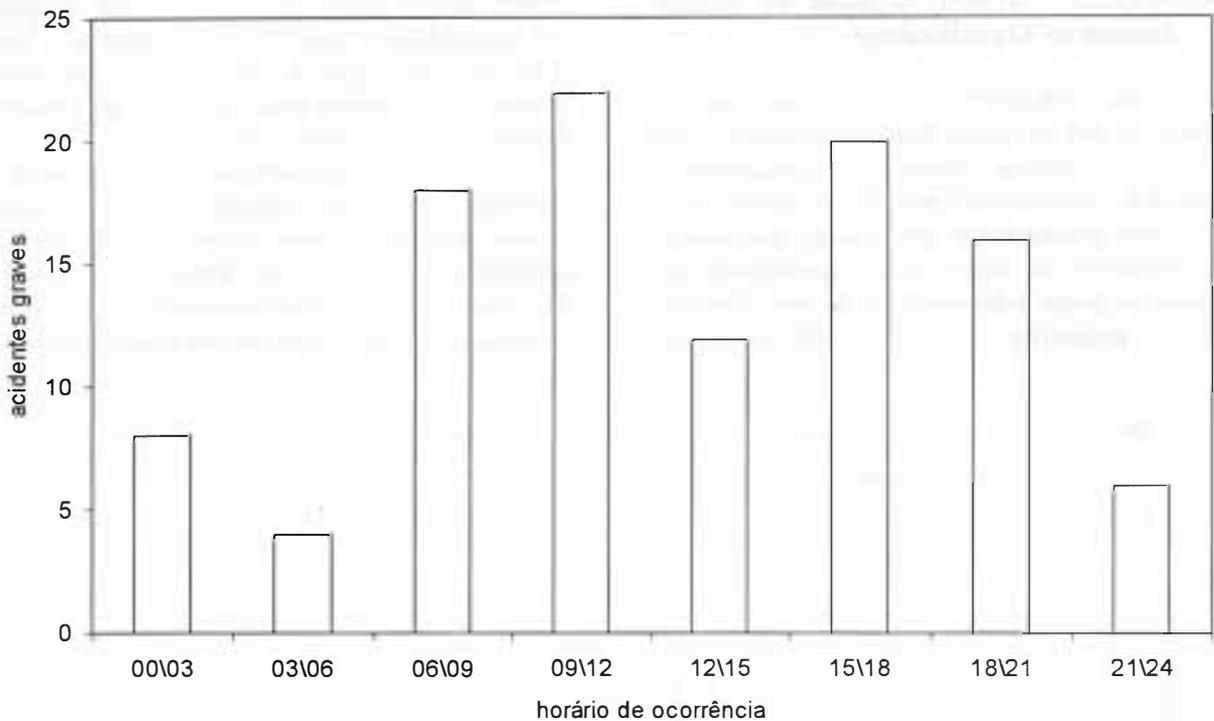


FIGURA 5 - Distribuição dos acidentes graves no trabalho rural por horário de ocorrência.

### 3.7 Acidentes Graves no Trabalho Rural por Dias da Semana

A FIGURA 6 apresenta a distribuição dos acidentes graves no trabalho rural em relação à semana. No transcurso do início para meados da semana ocorre uma tendência para o aumento do número de ocorrências, com a mais alta frequência observada na quinta-feira. Hipoteticamente esse comportamento está ligado à aceleração no ritmo de execução de serviços, com o objetivo de serem atingidas metas semanais de trabalho e, conseqüentemente, ocorrendo maior exposição ao perigo.

De fato, maior intensidade do ritmo de trabalho, além de provocar acidentes de modo direto, também produz fadiga, o que está freqüentemente associado aos demais acidentes, de acordo com Rodrigues & Silva (1986).

A partir de quinta-feira ocorre um decréscimo gradual e acentuado nos acidentes graves, o que pode ser atribuído à expectativa do descanso semanal.

Reportando-se a um grupo de empresas florestais que atuam na produção de carvão no Estado de Minas Gerais, Pereira (1982) observou que, nessas condições, o dia de maior incidência foi a segunda-feira, justificando tal resultado pela indisposição, pouco reflexo e até mesmo pelo cansaço do trabalhador.

Investigando a ocorrência de acidentes em empresa florestal de grande porte, operando na região Sul do Brasil, Roesler (1994) verificou que, para 1992, a maior incidência ocorreu na terça-feira e, em 1993, maiores ocorrências distribuíram-se equitativamente na segunda, terça e sexta-feira, não tendo sido discutidos tais registros pelo autor. Os dias apontados por este estudo foram também de alta incidência de acidentes graves na região centro-sul do Estado de São Paulo.

O sábado é citado na literatura especializada como de alto índice de incidência de acidentes na área florestal, segundo Pereira (1982) e Roesler (1994), conquanto tais resultados discordem dos obtidos no presente estudo, possivelmente por se reportar a um universo mais amplo de atividades rurais produtivas.

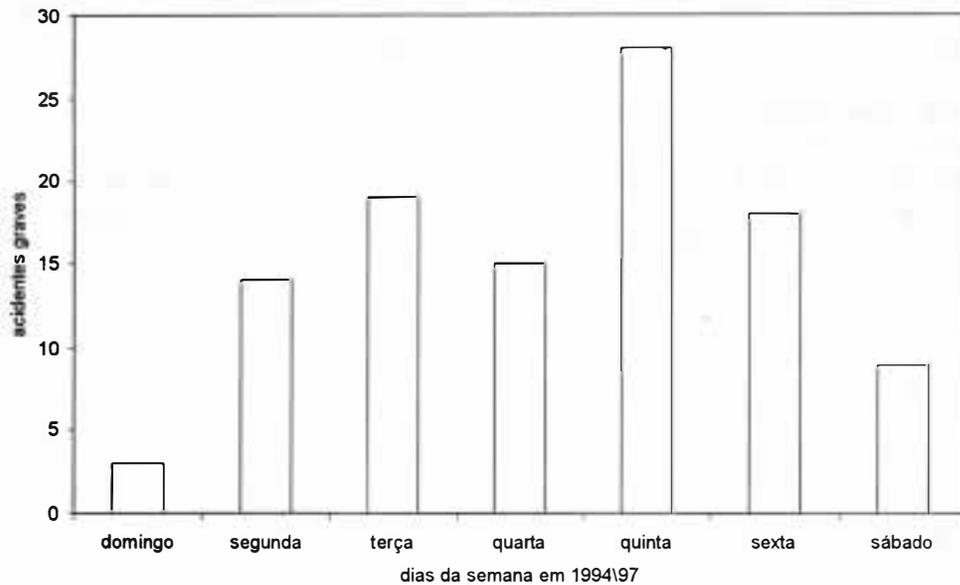


FIGURA 6 - Distribuição dos acidentes graves no trabalho rural por dias da semana.

### 3.8 Acidentes Graves no Trabalho Rural Quanto aos Meses de Ocorrência

A distribuição do número de acidentes graves no trabalho rural no transcurso dos meses do período estudado é mostrada na FIGURA 7. Os resultados indicam que o período entre fevereiro a maio concentrou a maior incidência de acidentes rurais graves, supostamente em função do incremento das atividades agrícolas na região considerada, devido à colheita de grãos da safra de verão,

principalmente milho e feijão, além de batata e forrageiras e o preparo do solo e plantio da safra de inverno, notadamente a cultura do trigo. O índice mais elevado de acidentes registrado no mês de março pode estar associado ao deslocamento do trabalhador em função do início do período escolar.

Outros meses de maior ocorrência de acidentes no período estudado foram, em ordem decrescente, outubro, julho e dezembro, associados ao deslocamento do trabalhador e ao prolongamento da jornada de trabalho.

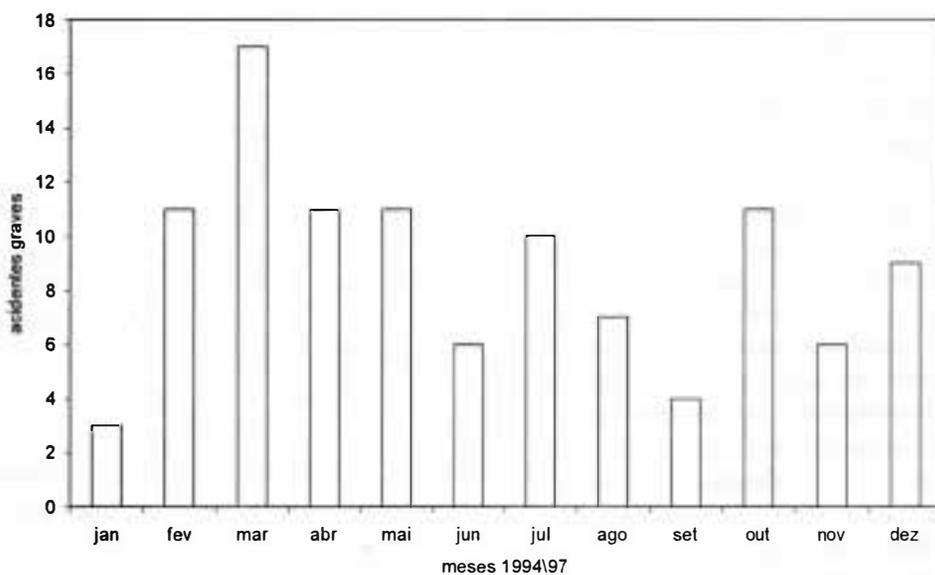


FIGURA 7 - Acidentes graves no trabalho rural segundo os meses do ano, de 1994 a 1997.

### 3.9 Acidentes Graves no Trabalho Rural por Fases do Mês

Resultados demonstram que a maior incidência de acidentes rurais graves na região estudada concentra-se no último período do mês (FIGURA 8), o que pode ser atribuído à desatenção, nervosismo e estresse do trabalhador,

em função da necessidade de cumprimento de metas programadas de produção mensal.

Supostamente os fatores apontados manifestam-se também em períodos cíclicos de dez dias consecutivos, determinando uma tendência de acréscimo de acidentes na primeira e terceira etapas e de decréscimo na segunda, o que não temos a que atribuir.

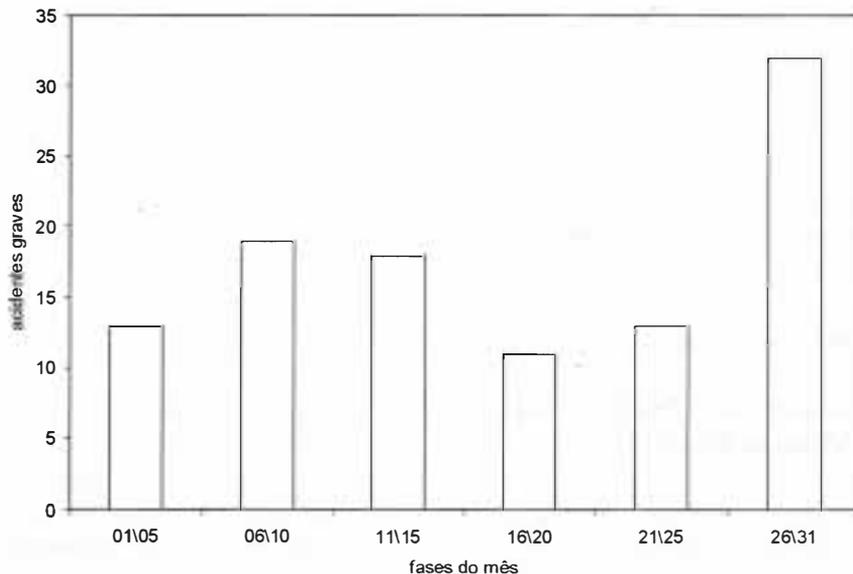


FIGURA 8 - Distribuição dos acidentes graves no trabalho rural por fase do mês de ocorrência.

### 3.10 Veículos Envolvidos em Acidentes Graves no Trabalho Rural

A FIGURA 9 mostra os tipos de veículos envolvidos em acidentes graves no trabalho rural.

A categoria de maior frequência (25,00%) refere-se a veículos não definidos, em função da habitual dificuldade em caracterizar tais agentes de acidentes nas situações em que os seus condutores se evadem do local. A seguir, o tipo de veículo mais associado a acidentes graves é o caminhão de carga ou de transporte de pessoal (19,12%), por constituir-se em utilitário de uso misto, comum na região considerada. Em seguida aponta-se a motocicleta (17,65%), veículo de transporte individual de introdução mais recente na área em estudo. O automóvel, a camioneta e a bicicleta respondem respectivamente por meios de transporte envolvidos em 11,03%, 9,56% e 7,35% das ocorrências graves e, tal como a motocicleta e o caminhão, são veículos que trafegam indistintamente nas zonas rural e urbana. Outros meios de transporte que se encontram associados a menos de 4% das ocorrências, são: ônibus, carreta, trem e sem veículo (pedestre).

### 3.11 Máquinas Agrícolas e Industriais Envolvidas

O trator, em 2,38% das ocorrências, a motosserra e máquinas e equipamentos não definidos, ambos em 1,87%, estiveram associados a acidentes graves no período considerado (FIGURA 10). Tal resultado é atribuído ao recente incremento no grau de mecanização na região em estudo. Dentre as máquinas industriais são apontadas a pá carregadora, usada em manutenção de estradas e conservação do solo e a empilhadora, esta em pátios de serrarias, ambas com o mesmo percentual de participação da roçadora (0,94%).

Avaliando a ocorrência de acidentes associados a máquinas agrícolas no Estado do Paraná, Vieira *et al.*, citados em Rodrigues & Silva (1986), indicaram maior participação, em ordem decrescente, das seguintes máquinas e equipamentos agrícolas: trator, implemento, outros, microtrator e colhedora de grãos.

SILVA, J. R. da *et al.* Acidentes graves no trabalho rural entre 1994 e 1997 na região centro-sul do Estado de São Paulo, Brasil.

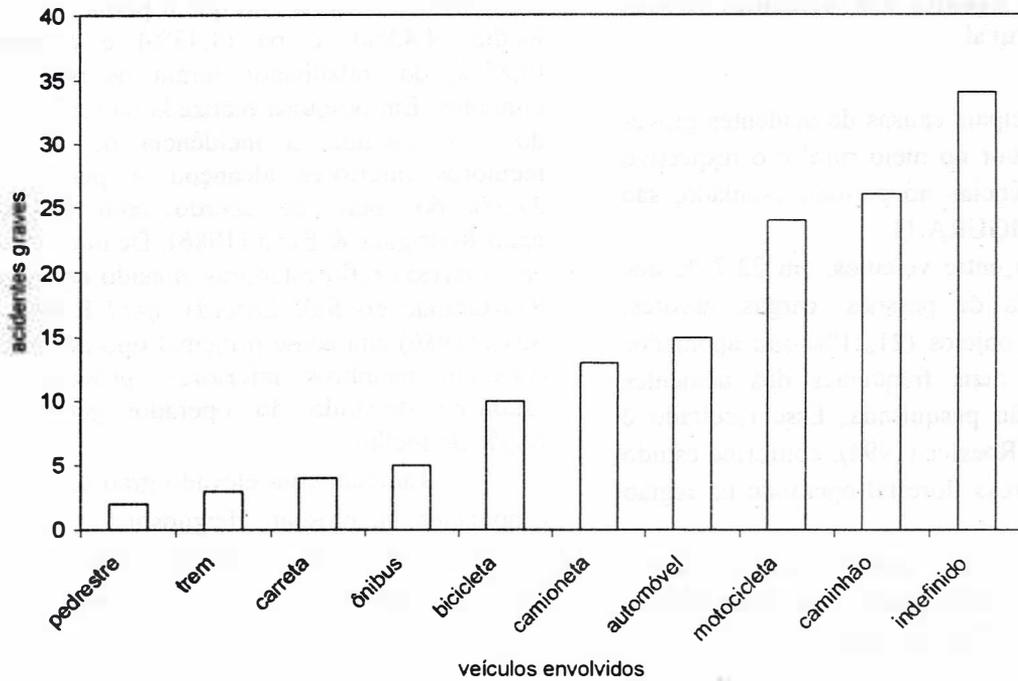


FIGURA 9 - Tipos de veículos envolvidos em acidentes graves no trabalho rural.

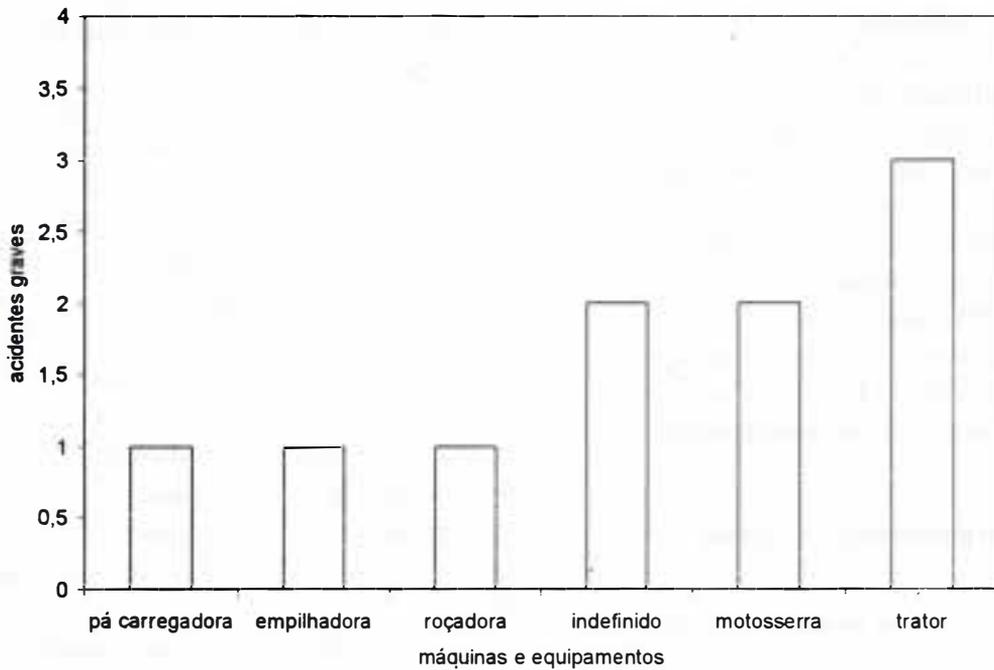


FIGURA 10 - Máquinas e equipamentos envolvidos em acidentes graves no trabalho rural.

### 3.12 Causas ou Agentes dos Acidentes Graves no Meio Rural

As principais causas de acidentes graves decorrentes do labor no meio rural e o respectivo número de ocorrências no período estudado, são apresentadas na FIGURA 11.

Colisões entre veículos, em 22,73% dos casos e queda de pessoas, cargas, árvores, madeira e outros objetos (21,21%) são apontados como as causas mais freqüentes dos acidentes relatados na região pesquisada. Esse resultado é concordante com Roesler (1994), conforme estudo efetuado em empresa florestal operando na região Sul do país.

Também como agentes mais freqüentes nas ocorrências assinaladas são identificados capotamentos (12,12%), atropelamentos (11,36%), veículos (9,85%) e estradas (6,82%). Esse resultado é atribuído principalmente à precariedade no transporte coletivo de trabalhadores na região, onde empresas particulares e oficiais efetuam regularmente tais deslocamentos, habitualmente em desacordo a normas e recomendações do Código Nacional de Trânsito e que também registram acidentes no período. As condições de manutenção de estradas rurais e vicinais, não pavimentadas em sua maioria, bem como suas características de projeto geométrico, com visibilidade, raios de curvatura e rampas inadequados, também são fatores condicionantes ao elevado índice de acidentes. Outras causas (6,06%), ataques de animais (cão, macaco), com 3,79%, agentes da natureza (raio, vento, neblina), em 2,27% dos casos, agressões e suspeitas de agressões (2,27%) e estradas de ferro (1,52%) também são agentes associados aos eventos pesquisados, em menores freqüências.

### 3.13 Partes do Corpo Humano Atingidas

As partes do corpo humano atingidas em acidentes graves no trabalho rural são apresentadas na FIGURA 12.

Os membros inferiores constituíram-se na região do corpo mais afetada, com um percentual

de 30,09% dos casos, em que a perna (19,47%), o joelho (4,43%), o pé (4,43%) e o tornozelo (0,88%) do trabalhador foram os órgãos mais atingidos. Em pesquisa realizada na região do vale do rio Paraíba, a incidência de lesões nos membros inferiores alcançou o percentual de 37,3% do total, de acordo com Piloto Neto *apud* Rodrigues & Silva (1986). De modo análogo, em empresas reflorestadoras atuando no Estado do Rio Grande do Sul, Lacerda *apud* Rodrigues & Silva (1986) cita como principal tipo de acidente o corte em membros inferiores, provocados por estafa ou descuido do operador, geralmente na região do joelho.

Também com elevado grau de incidência é apontada no presente diagnóstico a região dos membros superiores, em 26,55% das ocorrências, predominantemente nos seguintes órgãos: braço (15,93%), mão (9,73%) e cotovelo (0,88%). Em estudo análogo realizado no município de Botucatu, foram registradas durante 1977 maiores freqüências de ferimentos nos membros superiores, em 25,3% dos casos e nos membros inferiores, com 19,9%, conforme Lopes, citado em Rodrigues & Silva (1986). Na região do vale do rio Paraíba, acidentes envolvendo membros superiores de trabalhadores incidiram em 33,3% dos casos, segundo Piloto Neto *apud* Rodrigues & Silva (1986).

Por ordem decrescente de ocorrências, a seguir é assinalada a região do tronco, com percentual de 22,12% do total de casos, envolvendo principalmente o ombro (4,42%), bacia (3,54%), clavícula e dorso, em 2,65% dos casos, tórax, abdômen, coluna vertebral e costelas, estes em 1,77% dos registros.

Em seguida é assinalada a região da cabeça, em 16,81% dos casos, em que o crânio respondeu por 10,62% das ocorrências registradas. Nessa parte do corpo humano também são mencionados o nariz (1,77%), maxilar, boca, rosto, supercílio e olhos, estes em percentuais de 0,88%.

Acidentes graves que resultaram em ferimentos ou lesões em várias partes do corpo foram assinalados em 4,43% dos eventos levantados.

SILVA, J. R. da *et al.* Acidentes graves no trabalho rural entre 1994 e 1997 na região centro-sul do Estado de São Paulo, Brasil.

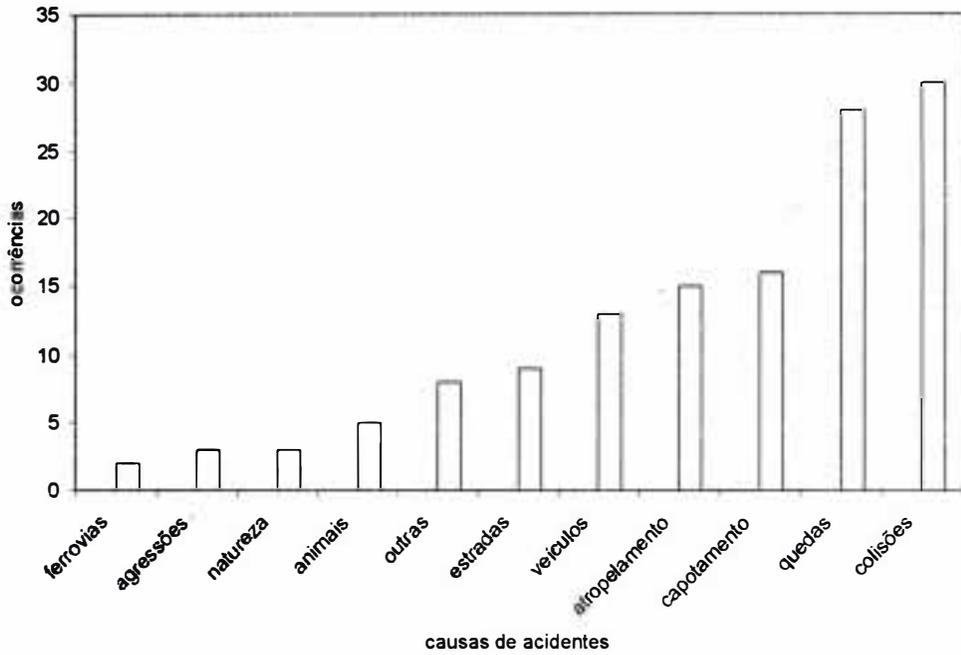


FIGURA 11 - Principais causas de acidentes graves no trabalho rural.

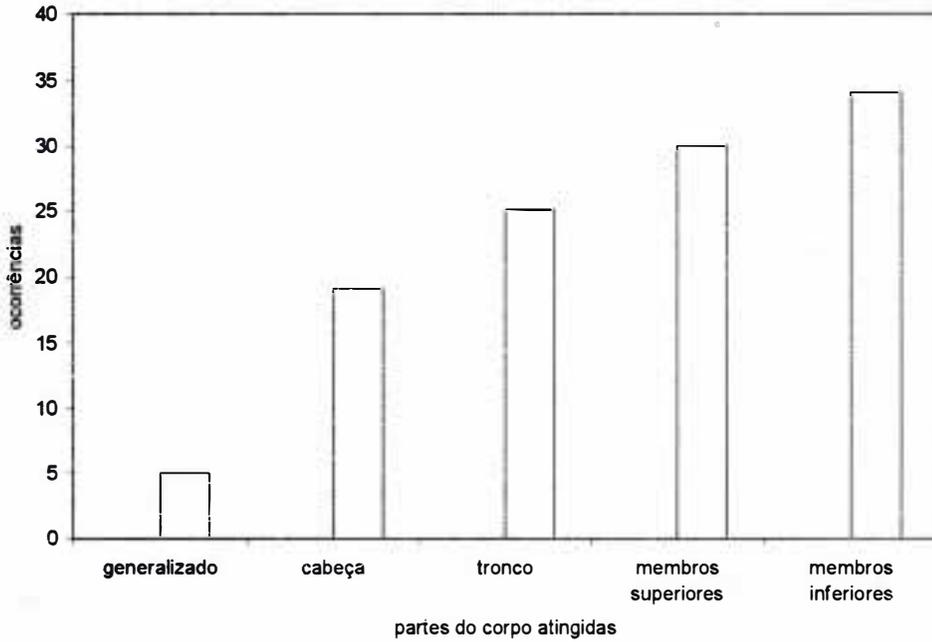


FIGURA 12 - Representatividade gráfica das regiões do corpo humano atingidas por acidentes graves no trabalho rural.

#### 4 CONCLUSÕES

Ocorreu interdependência entre população total dos municípios pesquisados e o número de acidentes graves ocorridos no trabalho rural. Um modelo matemático de regressão linear traduz a correspondência funcional existente entre esses parâmetros em estudo.

O comportamento dos índices de acidentes graves no trabalho rural e o número de óbitos decorrentes, ambos relacionados à população total dos municípios, reflete o grau de conhecimento e conscientização quanto a preceitos básicos de segurança no trabalho.

A maior ocorrência de acidentes graves em grupos etários entre 20 e 35 anos, na região pesquisada, indica o público mais susceptível e, ao mesmo tempo, mais carente em treinamento sobre segurança no trabalho rural.

Os deslocamentos entre a residência e o local de trabalho, a fadiga e o estresse do trabalhador em função do prolongamento da jornada, são os principais fatores de acidentes graves na região considerada. Incrementos sazonais nas atividades agrícolas também estão associados ao aumento da incidência de acidentes rurais graves. A maior incidência de acidentes rurais graves na quinta-feira e no tramo final dos meses pode estar ligada ao aceleração do ritmo de execução dos serviços. Dentre as máquinas agrícolas e industriais em atividade no meio rural, o trator foi individualmente a que esteve mais associada a acidentes graves.

As principais causas recentes de acidentes graves no trabalho rural na região pesquisada estão ligadas a diversos fatores envolvendo veículos, estradas e queda de pessoas, árvores, objetos e deslocamento de cargas.

As regiões do corpo humano mais atingidas foram os membros inferiores e superiores, em concordância com a literatura brasileira sobre o tema.

#### 5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Dr. Marcos Bitencourt Martins, responsável pelo Posto do INSS da região de Itapetininga, pelo fornecimento dos dados originais e ao funcionário Edi Carvalho Pereira, da Estação Experimental de Tupi, pela revisão do texto em língua inglesa.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACIDENTES de trabalho. **Jornal SINTAEMA**, São Paulo, ano 11, n. 218, 1995.

BRASIL. Decreto nº 76.022, de 24 de julho de 1975. Regulamento do seguro de acidentes do trabalho rural. Brasília: Câmara Federal, 1975.

FERREIRA, P. V. Regressão e correlação. In: **ESTADÍSTICA** experimental aplicada à agronomia. Maceió: Editora Universidade Federal de Alagoas, 1996. p. 489-530.

LOPES, E. S. *et al.* Avaliação do treinamento de operadores de motosserra no corte florestal: um estudo de caso. **Árvore**, Viçosa, v. 21, n. 03, 1997.

MARTÃO, W. O trabalhador na UTI. **Jornal da UNESP**, São Paulo, ano II, n. 104, 1996.

MEIRELLES, C.; ROBIN, P.; LIMA, V. **Manual de prevenção de acidentes no uso de ferramentas manuais no meio rural**. São Paulo: FUNDACENTRO, 1989. 28 p.

\_\_\_\_\_; YAMASHITA, R. Segurança no trabalho: um pequeno panorama dos acidentes do trabalho na área rural. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**, 17., 1988, Iperó. **Anais...** Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1988. p. 709-23.

PEREIRA, A. R. Segurança no trabalho na empresa florestal. In: **CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO**, 4., 1982, Belo Horizonte. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1982. p. 584-86.

RODRIGUES, V. L. ; SILVA, J. G. Acidentes de trabalho e modernização da agricultura brasileira. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, São Paulo, v. 14, n. 56, p. 28-39, 1986.

ROESLER, E. X. Evolução da mecanização e segurança nos trabalhos de colheita de madeira. In: **SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE COLHEITA DE MADEIRA E TRANSPORTE FLORESTAL**, 8., 1994, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 1994. p. 20-37.

SILVA, J. R. da *et al.* Acidentes graves no trabalho rural entre 1994 e 1997 na região centro-sul do Estado de São Paulo, Brasil.

SPELTZ, G. E. Estudo dos acidentes: tipos e frequência no corte de araucária e eucalipto. In: CONGRESSO NACIONAL DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES NO TRABALHO, 5., 1966, São Paulo. *Anais...* São Paulo: Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina no Trabalho, 1966. p. 125-37.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP. **Prevenção e controle de riscos em máquinas.** Bauru: Faculdade de Engenharia e Tecnologia, 1994. 165 p. (Apostila - Curso de Especialização em Engenharia de Segurança no Trabalho)



## 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 artigos de revisão em ciências florestais e afins.

#### 1.1 Encaminhamento e Apresentação do Original

Os trabalhos externos à Instituição deverão ser encaminhados ao Presidente da Comissão Editorial, Caixa Postal 1322, 01059-970 São Paulo - SP - Brasil; os trabalhos internos à Instituição deverão ser encaminhados ao chefe imediato e ao diretor da divisão à qual pertencem que, após análise, enviará à Comissão Editorial. Os trabalhos deverão ser encaminhados 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 digitado no aplicativo "Word for Windows", fonte Times New Roman tamanho 11, em espaço duplo, respeitando as margens anteriormente citadas.

Deverão obedecer a seguinte ordem: TÍTULO do trabalho em caixa alta, seguido do título na língua do ABSTRACT; 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); RESULTADOS; DISCUSSÃO (a critério dos autores os resultados e a discussão podem ser incluídos em um único item, identificado como RESULTADOS E DISCUSSÃO); CONCLUSÃO(ÕES); AGRADECIMENTO(S) (se houver) e REFERÊNCIA(S) BIBLIOGRÁFICA(S).

A identificação, filiação e endereço dos autores não deverão ser incluídos no corpo do texto, mas sim em uma página em separado que acompanhará o manuscrito.

#### 1.2 Ilustrações

São consideradas ilustrações as FIGURAS, TABELAS e QUADROS. Deverão ser citadas no texto e não incluídas no corpo do mesmo, mas sim em folhas, em separado, que acompanharão o manuscrito. O(s) autor(es) deve(m) indicar qual o lugar mais apropriado para a inserção das ilustrações no texto, através da citação "local da figura/tabela/quadro nº". Exemplos: "local da figura 1"; "local do quadro 3"; "local da tabela 2".

1.2.1 As FIGURAS (mapas, gráficos, fotos, desenhos) deverão ser numeradas contínua e seqüencialmente com algarismos arábicos e título auto-explicativo abaixo, deverão ainda ser elaboradas a partir de softwares compatíveis com o Windows 98, tais como: Corel Draw, Excel, etc. O uso de escala é obrigatório, e constará juntamente com a legenda (se houver), na própria figura. As fotos deverão ser de boa qualidade, acompanhadas dos negativos ou em disquete.

1.2.2 TABELAS e QUADROS deverão ser numerados consecutivamente com algarismos arábicos, encabeçados e citados como TABELAS ou QUADROS com título auto-explicativo acima, sendo a numeração distinta daquela das figuras. Quando se tratar de TABELA, 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 deverá ser 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 da Literatura no Texto

Deverá ser feita na forma de AUTOR (em caixa alta/baixa) e ANO entre parênteses. Quando houver mais de dois autores usar *et al.*

#### 1.4 Referência Bibliográfica

Deverá ser apresentada em ordem alfabética pelo sobrenome do autor ou do primeiro autor, sem numeração (consultar ABNT - NBR 6023 - 2000). Quando houver vários artigos do(s) mesmo(s) autor(es), obedecer a ordem cronológica crescente; quando houver vários artigos do mesmo ano, indicar: 1988a, 1988b, etc., e quando houver quatro ou mais autores usar *et al.*

##### 1.4.1 Monografias (livros, dissertações, teses, manuais, folhetos, etc.)

AUTOR(ES)//Título: subtítulo (se houver)//edição//Local da publicação: Editora, ano da publicação//total de páginas e/ou volumes//ilustração//(série ou coleção, nº).

##### 1.4.1.1 Livros

MAYER, A. M.; POLJAKOFF-MAYER, A. **The germination of seeds**. 4. ed. Great Britain: Pergamon Press, 1989. 270 p.

##### 1.4.1.1.1 Autor entidade

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365 p.

##### 1.4.1.1.2 Capítulo ou parte de livro

AUTOR(ES) do capítulo/parte//Título do capítulo/parte//In: AUTOR(ES) do livro. (Coord./Org./Ed.)//Título do livro: subtítulo (se houver)//Local da publicação: Editora, ano da publicação//cap., página inicial-final.

FIGLIOLIA, M. B.; OLIVEIRA, E. C.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Análise de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Coord.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília, DF: ABRATES, 1993. cap. 4, p. 137-174.

##### 1.4.1.2 Dissertações, Teses

AUTOR//Título da dissertação/tese//ano da publicação//total de folhas//Dissertação/Tese (Mestrado/Doutorado em...) - Instituto, Faculdade, Universidade, Local da publicação.

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

#### 1.4.2 Periódicos (revistas, suplementos, jornais, etc.)

##### 1.4.2.1 Artigo de periódico

AUTOR(ES)//Título do artigo//Título do periódico, Local da publicação, volume, número do fascículo, página inicial-final, ano da publicação//(Artigos aprovados pelo corpo editorial do periódico, mas ainda não publicados, devem incluir no final da referência, entre parênteses, a expressão "No prelo").

SEBBENN, A. M. *et al.* Variabilidade genética e interação genótipo x locais em jequitibá-rosa - *Cariniana legalis* (Mart.) O. Ktze. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 13-23, 2000. (No prelo).

#### 1.4.2.2 Coleção no todo

**TÍTULO DO PERIÓDICO**//Local da publicação: Editora, ano da publicação do primeiro volume e ano de encerramento da publicação (se houver)//Periodicidade.

REVISTA BRASILEIRA DE GEOGRAFIA. Rio de Janeiro: IBGE, 1939-. Quadrimestral.

#### 1.4.2.3 Fascículos, suplementos, números especiais

**TÍTULO DA COLEÇÃO**//Título da parte (se houver)//Local da publicação: Editora, volume, número, ano de publicação//total de páginas//Suplemento/Edição especial.

CONJUNTURA ECONÔMICA. As 500 maiores empresas do Brasil. Rio de Janeiro: FGV, v. 38, n. 9, 1984. 135 p. Edição especial.

#### 1.4.2.4 Artigos em jornais

AUTOR(ES) (se houver)//Título do artigo: subtítulo (se houver)//Título do jornal, Local da publicação, data da publicação, Seção, Caderno, Suplemento, número da página do artigo.

BIBLIOTECA climatiza seu acervo. O **Globo**, Rio de Janeiro, 4 mar. 1985. p. 11.

#### 1.4.2.5 Resumo em "abstracts"

AUTOR(ES)//Título do resumo//Título do periódico, Local da publicação do periódico, volume, número do fascículo, página inicial-final, ano da publicação do periódico//(Resumo número em Título do "abstract", Local da publicação do "abstract", volume, número do fascículo, página inicial-final, ano da publicação do "abstract").

KATOH, M. Classification of conifer trees species using JERS-1 OPS data. **Journal of Forest Planning**, England, v. 1, n. 1, p. 1-5, 1995. (Resumo 9432 em **Forestry Abstracts**, Oxon, v. 58, n. 12, p. 1361, 1997).

#### 1.4.3 Congressos, simpósios, seminários, conferências

AUTOR(ES)//Título do trabalho apresentado//In: Coord./Org. (se houver)//TÍTULO DO EVENTO, numeração do evento (se houver), ano do evento, Local do evento//Título da publicação...//Local da publicação: Editora, ano da publicação//página inicial-final. (Quando necessário, ao final da referência acrescentar notas relativas a outras informações para melhor identificar o trabalho).

##### 1.4.3.1 Trabalho apresentado e publicado sob forma de resumo

MARCHIORI, C. F. S.; SILVA, M. R.; SILVA, T. R. G. Estudo da germinação e desenvolvimento de plântulas de espécies arbóreas nativas de matas do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO SOCIEDADE BOTÂNICA DE SÃO PAULO, XI, 1996, São Carlos. **Programa e Resumos...** São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Botânica, 1996. p. 43.

##### 1.4.3.2 Trabalho apresentado e publicado em Anais

PASTORE, J. A. et al. Flora arbustiva do Parque Chico Mendes, município de São Bernardo do Campo (SP). In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo: UNIPRESS, 1992. p. 269-273. (Rev. Inst. Flor., São Paulo, v. 4, n. único, pt. 1, Edição especial).

##### 1.4.3.3 Trabalho apresentado e publicado em seriado

MÁRQUEZ, F. C. M.; KAGEYAMA, P. Y. Purity testing in *Eucalyptus grandis* and *Eucalyptus saligna* seeds: new methodologies. In: REUNIÓN SOBRE PROBLEMAS EN SEMILLAS FORESTALES TROPICALES, 1980, San Felipe-Bacalar. México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, 1981. tomo 1, p. 243-246. (Publicación Especial, 35).

#### 1.4.4 Legislação

**JURISDIÇÃO**//Título e número da lei/decreto/outros, data//Ementa//Dados da publicação, outras informações necessárias para melhor identificar o documento.

BRASIL. Lei nº 7.653, de 12 de fevereiro de 1988. Altera a redação dos arts. 18, 27, 33 e 34 da Lei nº 5.197, de 3 de janeiro de 1967, que dispôs sobre a proteção à fauna, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 17 fev. 1988. Seção I, p. 26-89.

#### 1.4.5 Mapas

AUTOR(ES) (se houver)//Título do mapa//Local da publicação: Editora (se houver), ano de publicação//Escala.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Mapa da vegetação do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1998. Escala 1:5.000.000.

#### 1.4.6 Relatórios técnicos

AUTOR(ES) (se houver)//Título do relatório//Local da publicação: Editora, ano da publicação//total de páginas//(Acrescentar ao final da referência notas relativas a outras informações para melhor identificar o relatório).

CASTRO, M. C.; GOMES, G.; VIANA, L. A. C. **Cooperação técnica na implementação do Programa Integrado de Desenvolvimento - Polonordeste**. Brasília, DF: PNUD/FAO, 1990. 47 p. (Relatório da Missão de Avaliação do Projeto BRA/87/037).

#### 1.4.7 CD-ROM

AUTOR(ES)//Título: subtítulo (se houver)//Local: Produtora, ano da gravação//total de CD-ROMS//Software necessário.

INSTITUTO DE PESQUISAS JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. **Mata Atlântica - 500 anos**. [S.l.]: Estação da Arte Ltda., 2000. 1 CD-ROM. Windows 95 ou superior.

#### 1.4.8 Seriado

AUTOR(ES)//Título do artigo: subtítulo (se houver)//Local da publicação: Editora, ano da publicação//total de páginas//(Título do seriado, nº).

DIAZ, G. E.; BROWN, T. C. **AQUARIUS**: a modeling system for river basin water allocation. Fort Collins: U. S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, 1997. 160 p. (General Technical Report RM-GTR, 299).

## 2 INFORMAÇÕES ESPECÍFICAS

Para maiores esclarecimentos sobre a organização dos trabalhos especialmente quanto à colocação de títulos e subtítulos, subdivisão do texto, organização de tabelas e figuras, consultar o número mais recente da revista. Os casos omissos serão resolvidos pela **COMISSÃO EDITORIAL**.



INSTITUTO  
FLORESTAL

SECRETARIA DO  
MEIO AMBIENTE



GOVERNO DO ESTADO DE  
**SÃO PAULO**