

INFLUÊNCIA DE FATORES EDÁFICOS SOBRE O DESENVOLVIMENTO DA VEGETAÇÃO DE UMA MATA MESÓFILA NO MUNICÍPIO DE LINDÓIA, SP*

Eduardo Amaral BATISTA**
Hilton Thadeu Zarate do COUTO***
Demétrio Vasco de TOLEDO FILHO**
José Eduardo de Arruda BERTONI**
Paulo Roberto PARENTE**

RESUMO

Este trabalho, realizado em um fragmento de mata mesófila, semidecídua com área de 7,5 ha, localizado no município de Lindóia, SP, sob as coordenadas 22°32'S e 46°56'W, teve como objetivo relacionar variáveis biométricas da vegetação (altura média, DAP, número de indivíduos, área basal, diversidade ecológica) com os principais fatores químicos e físicos do solo, amostrados em dois sítios a diferentes cotas altimétricas: um localizado à margem do rio do Peixe e outro na encosta da área de estudo. Areia, argila, K, pH e P mostraram correlação significativa com a vegetação. O fósforo existente na superfície do solo teve efeito positivo sobre a área basal.

Palavras-chave: edafologia; mata de encosta; mata ciliar; variáveis biométricas.

1 INTRODUÇÃO

Tipos de vegetação que apresentam diversas formas fitofisionômicas têm sido objeto de pesquisa sobre os ecossistemas considerados. Assim, ciências como climatologia, pedologia, topografia, geologia vêm sendo associadas à florística e fitossociologia na tentativa de se explicar diferentes fitocenoses ocorrentes, muitas vezes, próximas entre si.

O cerrado, por exemplo, é um tipo de vegetação que apresenta diferentes formas fitofisionômicas cujos condicionadores foram salientados por diversos autores como características geomorfológicas e fatores físico-químicos do solo, principalmente os baixos teores de nutrientes e os altos teores de alumínio. Estudos florísticos e fitossociológicos são fundamentais para o conhecimento da distribuição das espécies e o seu relacionamento

ABSTRACT

This work was developed at a semideciduous mesofitic forest fragment with an area of 7.5 ha, located at the district of Lindóia, State of São Paulo under the coordinates 22°32'S and 46°56'W, its aim was to establish relations of vegetation biometric variables (diameter, height, number of trees, basal area, ecological diversity) with the main chemical and physical factors of soil sampled in two sites at different elevations: one of them located at the border of Peixe river and the other at the hillside of the area. Among soil factors just sand, clay, K, pH and P have showed expressive correlation with vegetation. Phosphorus present on the surface of the soil samples had a positive effect on the basal area.

Key words: edaphology; hillside forest; gallery forest; biometric variables.

com o ambiente. Paralelamente, comunidades vegetais com fisionomias semelhantes podem apresentar diferenças florísticas e/ou fitossociológicas.

Este trabalho, realizado no município de Lindóia, SP, visa estabelecer o relacionamento da vegetação com algumas características químicas e físicas dos solos em área de mata ciliar e de mata de encosta, e assim fornecer subsídios para estudos futuros sobre as exigências edáficas generalizadas desse tipo de vegetação.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A caracterização do solo é considerada um pré-requisito para os estudos de ciclagem de nutrientes (SOLLINS, 1989; VARJABEDIAN, 1994) e, evidentemente, para as análises florística, fitossociológica e dinâmica da vegetação.

(*) Aceito para publicação em maio de 2000.

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

(***) ESALQ/USP - IPEF, Caixa Postal 9, 13400-970, Piracicaba, SP, Brasil.

TURVEY *et al.* (1986) concluíram que as variáveis altura, volume de madeira e área basal das árvores tiveram correlações positivas com Ca, Mg e K trocáveis, pH e P total do solo quando estudaram produtividade de *Pinus radiata* em função de algumas características químicas e físicas do solo. Segundo esses autores, as variáveis de crescimento apresentaram correlação positiva com a profundidade do solo, ocorrendo o inverso com o teor de areia.

Estudo semelhante, com a mesma espécie, realizado por TURNER & HOLMES (1985) estabeleceu, por meio de equação, a correlação da produtividade com o Ca, mostrando que o volume de madeira poderia estar correlacionado com o Ca trocável, oriundo de materiais originários diferentes.

Uma pesquisa elaborada por SILVA JUNIOR *et al.* (1987) sobre correlação solo-vegetação de cerrado, envolvendo 75 espécies, mostrou que para a maioria delas a importância das características químicas e físicas do solo, em relação ao desenvolvimento da vegetação, variou com a espécie, mostrando que estudos específicos são necessários para se definir as exigências edáficas e nutricionais da mesma. A espécie *Qualea parviflora*, por exemplo, apresentou maior porte com o aumento dos teores de Ca no solo. Isto ratifica a afirmativa de BARROS (1974), segundo o qual, o Ca tem apresentado correlações positivas com o crescimento de várias espécies do cerrado. Posteriormente, (BARROS, 1979) observou que a relação entre o crescimento da planta e outro fator do solo, o pH, é, geralmente, indireta, isto é, os efeitos deste podem refletir-se em outras características do solo, como a disponibilidade de nutrientes.

Em se tratando de cerrado, outros autores tentaram detectar as condições ecológicas determinantes das diferentes fitofisionomias desse tipo de vegetação. COLE (1960), GOODLAND (1969), EITEN (1972) e GOODLAND & POLLARD (1973) salientaram as características geomorfológicas, a geologia, os fatores químicos e físicos do solo, principalmente os baixos teores de nutrientes e os altos teores de alumínio.

Ao analisar a estrutura da vegetação de Mata Atlântica na Ilha do Cardoso (SP), PINTO (1998) concluiu que a densidade arbórea aumentou nos solos de menor fertilidade e menor teor de argila, e que os valores das variáveis biométricas

aumentaram com a melhoria da fertilidade do solo e com o aumento do teor de argila. Para BATISTA *et al.* (1996), esta mesma variável da vegetação foi a que mais sofreu efeitos das características químicas do solo em área de mata mesófila semidecídua num fragmento florestal de Águas da Prata, SP. Considerando-se as profundidades de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm no solo, observou-se que a influência é maior na camada mais profunda (BATISTA & COUTO, 1990; 1992a; 1992b).

Segundo GOLLEY *et al.* (1978), a floresta tropical é caracterizada como um ecossistema contendo uma grande biomassa, um grande reservatório de elementos minerais que ciclam rapidamente entre os componentes orgânicos e o substrato. Num estudo realizado sobre ciclagem dos elementos minerais na floresta tropical úmida na província de Darien, República do Panamá, esses autores mostraram que as concentrações de elementos nos solos e na vegetação variam entre localidades, e que essa variação pode ser uma função do material de origem subjacente, bem como da topografia, queda de chuvas, vegetação e de outros fatores do meio que interagem com o primeiro para criar microdiferenças nos solos deles derivados, e assim a diversidade na composição de espécies. A causa da variação pode ser examinada através do estudo da correlação entre a concentração de um elemento na vegetação e no solo.

De acordo com YOUNG (1976), os solos exercem uma apreciável influência sobre o tipo de comunidade vegetal presente numa dada localidade. Reciprocamente a vegetação influencia as propriedades do solo, tanto de maneira direta através de suprimento com matéria orgânica, quanto indiretamente por outras vias.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em um fragmento de floresta classificada como mata mesófila de altitude (LEITÃO FILHO, 1992) com superfície de 7,50 ha, situado à margem direita do rio do Peixe, no km 3,5 da rodovia SP-147 que liga Lindóia a Socorro, no município de Lindóia - SP, entre as coordenadas 22°32'S e 46°56'W. A área, de relevo montanhoso, encontra-se a uma altitude que varia entre 700 e 1.050 m.

O clima local é do tipo Cfa (Köppen), classificado como quente subúmido com temperatura média anual de 20,2°C; precipitação média anual de 1.477 mm e déficit hídrico de 15 mm, com ocorrência de geadas raras a pouco freqüentes (SECRETARIA DA AGRICULTURA DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1966).

O solo, classificado como Podzólico Vermelho Amarelo-orto, tem como características principais a seqüência dos horizontes A, B, e C bem diferenciados, moderadamente drenados (BRASIL, 1960).

A biomassa florestal foi analisada sob o ponto de vista de seu desenvolvimento, correlacionando-se variáveis biométricas da flora com fatores químicos e físicos do solo. A vegetação foi amostrada em dois locais com diferentes cotas altimétricas: na encosta (760 m de altitude), onde ocorre mata mesófila semidecídua e na parte mais baixa, ao lado do rio (720 m de altitude), onde há mata ripária. Em cada sítio estabeleceu-se um transecto com 11 parcelas contíguas e subseqüentes de 200 m² (10 m x 20 m), totalizando 4.400 m² de área de amostragem.

Do estudo fitossociológico realizado nessa mesma área por TOLEDO FILHO *et al.* (2000), foram utilizadas as seguintes variáveis biométricas: altura média das árvores (em m); número de indivíduos (determinado por parcela e extrapolado para 1 ha); DAP médio (em cm); área basal (em m²/ha, determinada pela fórmula: área basal = $\pi/4 \times \Sigma DAP_i^2$) e volume cilíndrico (em m³/ha), pela fórmula: volume cilíndrico = área basal x altura média, cuja análise dos dados foi baseada em MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG (1974). Na amostragem foram considerados todos os indivíduos lenhosos com DAP igual ou superior a 5,0 cm, ao nível do solo.

A heterogeneidade florística das áreas de amostragem em questão foi expressa pelo índice de diversidade de SHANNON, calculado através da fórmula descrita por PIELOU (1975):

$$H' = - \sum p_i \cdot \ln \cdot p_i,$$

onde:

$$p_i = n_i / N;$$

n_i = número de indivíduos de cada espécie;

N = número total de indivíduos, e

H' = índice de diversidade de SHANNON.

Em cada parcela utilizada para a fitossociologia foi obtida uma amostra composta de solo, a partir de seis amostras simples, coletadas a duas profundidades (0-20 cm e 20-40 cm). A análise granulométrica foi realizada no Departamento de Solos e Nutrição de Plantas da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ) da Universidade de São Paulo (USP). Determinou-se, utilizando o método do densímetro, os teores de areia total (2,00 a 0,05 mm de diâmetro), de silte (0,05 a 0,002 mm de diâmetro) e de argila (diâmetro inferior a 0,002 mm), todos expressos em porcentagem. A análise química dos solos foi realizada no Departamento de Química da ESALQ/USP, segundo RAIJ (1987). Foram determinados o pH (em CaCl₂), a matéria orgânica (g.dm⁻³), o fósforo (mg.dm⁻³) pelo método da resina, o potássio, cálcio, magnésio, e acidez potencial (H + Al), todos em mmol.c.dm⁻³, a soma de bases (SB), a capacidade de troca de cations (CTC) e o índice de saturação por bases (valor V%).

O estudo de correlação linear simples entre as características do solo e da vegetação foi baseado em valores médios desses fatores relativamente à área total amostrada (22 parcelas). Utilizou-se do programa SAS (Statistical Analysis System) para processamento dos dados, e a significância dos coeficientes de correlação foi determinada pelo teste F, a 5% (significativo) e a 1% (altamente significativo) de probabilidade (SAS INSTITUTE, 1979).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Vegetação

Do levantamento fitossociológico efetuado, foram identificadas 37 famílias, 86 gêneros, 104 espécies e 709 indivíduos, ocorrendo 47 árvores mortas (TABELA 1). Esses números são superiores aos encontrados por BATISTA *et al.* (1996) em ecossistema semelhante em Águas da Prata, SP, cuja área corresponde, aproximadamente a 6,5 vezes à do presente trabalho. Na composição florística a análise estatística não revelou diferença significativa para os valores encontrados nos dois sítios, embora ocorra maior número de espécies na mata ripária: 78 (32 exclusivas) contra 72 na encosta (26 exclusivas).

TABELA 1 - Espécies encontradas nas parcelas junto ao rio e na encosta. (N = 22)

FAMÍLIA Espécie	Nome Vulgar	Presença da espécie		Número de indivíduos	
		junto ao rio	encosta	junto ao rio	encosta
ANACARDIACEAE					
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	guaritá	-	x	-	2
<i>Tapirira obtusa</i> (Benth.) Mitch	peito de pomba	x	x	12	3
ANNONACEAE					
<i>Annona cacans</i> Warm.	araticum cagão	x	-	2	-
<i>Guatteria nigrescens</i> Mart.	---	x	-	1	-
<i>Rollinia silvatica</i> (A. St. Hil.) Mart.	araticum do mato	-	x	-	1
APOCYNACEAE					
<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll. Arg.	peroba rosa	-	x	-	8
ARALIACEAE					
<i>Dendropanax cuneatum</i> (DC.) Decne & Planch.	maria mole	x	x	3	5
BIGNONIACEAE					
<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	caroba branca	x	x	1	3
BOMBACACEAE					
<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A. Robyns	imbiuruçu da mata	x	-	1	-
BORAGINACEAE					
<i>Cordia sellowiana</i> Cham.	chá de bugre	x	-	1	-
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arrab. ex Steud.	louro pardo	-	x	-	1
BURSERACEAE					
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) March.	almeccegucira	x	x	42	2
CAESALPINIACEAE					
<i>Bauhinia forficata</i> Link	pata de vaca	-	x	-	1
<i>Cassia ferruginea</i> (Schrad.) Schrad. ex DC.	chuva de ouro	x	x	2	2
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	óleo de copaíba	x	x	21	1
<i>Senna macranthera</i> (Collad) H.S.Irwin & Barneby	manduirana	x	-	1	-
CECROPIACEAE					
<i>Cecropia pachystachya</i> Tréc.	embaúba	x	x	2	-
CELASTRACEAE					
<i>Maytenus aquifolium</i> Mart.	espinheira santa	-	x	-	1
CLUSIACEAE					
<i>Vismia micrantha</i> Mart.	---	x	-	1	-
COMBRETACEAE					
<i>Terminalia triflora</i> Griseb.	capitãozinho	-	x	-	1
CONNARACEAE					
<i>Connarus regnelli</i> Schlttdl	camboatá da serra	x	x	1	3
ELAEOCARPACEAE					
<i>Sloanea monosperma</i> Vell.	laranjeira do mato	-	x	-	2

continua

continuação - TABELA 1

FAMÍLIA Espécie	Nome Vulgar	Presença da espécie		Número de indivíduos	
		junto ao rio	encosta	junto ao rio	encosta
ERYTHROXYLACEAE					
<i>Erythroxylum pelleterianum</i> A.St.Hil.	cocão	-	x	1	2
EUPHORBIACEAE					
<i>Actinostemon communis</i> (Müll.Arg.) Pax	---	x	x	2	7
<i>Alchornea sidaefolia</i> Müll. Arg.	folha de bolo	x	-	2	-
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	capixingui	x	x	8	2
<i>Manihot</i> sp.	mandioca-do-mato	x	x	1	1
<i>Pera obovata</i> (Klotz.) Baill.	pau de tamanco	x	-	1	-
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	---	x	-	2	-
<i>Sebastiania edwalliana</i> Pax & Hoffm.	---	x	x	3	9
<i>Tetrorchidium rubrivenium</i> Poepp.	---	x	-	2	-
FABACEAE					
<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	andira	x	x	4	2
<i>Centrolobium tomentosum</i> Guill. ex Benth.	araribá rosa	x	x	2	13
<i>Holocalyx balansae</i> Mich.	alecrim de campinas	-	x	-	2
<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i> Hassl.	embira de sapo	-	x	-	5
<i>Luetzelburgia auriculata</i> (Allemão) Ducke	guaçara	x	x	14	14
<i>Machaerium aculeatum</i> Raddi	pau de angu	x	-	2	-
<i>Machaerium nictitans</i> (Vell.) Benth.	bico de pato	x	x	6	6
<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel	sapuva	-	x	-	1
<i>Machaerium villosum</i> Vogel	jacarandá paulista	x	x	1	1
<i>Platycyamus regnellii</i> Benth.	pau pereira	x	x	2	12
<i>Swartzia acutifolia</i> Vogel	pacová de macaco	x	-	1	-
ICACINACEAE					
<i>Citronella megaphylla</i> (Miers) Howard	crva-de-anta	x	x	1	2
LAURACEAE					
<i>Aniba firmula</i> (Nees & Mart.) Mez	---	x	-	1	-
<i>Cryptocarya moschata</i> Nees	cancla-ferrugem	x	x	9	5
<i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J.F. Macbr.	cancla do brejo	x	-	3	-
<i>Nectandra grandiflora</i> Nees	canclão	x	x	8	1
<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees	cancla	x	-	5	-
<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	cancla de corvo	x	x	3	24
<i>Ocotea elegans</i> Mez	condô	x	x	1	2
<i>Ocotea laxa</i> (Nees) Mez	---	x	x	4	7
<i>Ocotea odorifera</i> (Vell.) Rohwer	cancla sassafrás	x	-	4	-
<i>Persea</i> sp.	maçaranduba	x	-	1	-
LECYTHIDACEAE					
<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	jequitibá branco	x	x	1	3
LYTHRACEAE					
<i>Lafoensia pacari</i> A. St. Hil.	dedaleiro	x	-	5	-
MELIACEAE					
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	canjarana	-	x	-	4
<i>Cedrella fissilis</i> Vell.	cedro rosa	-	x	-	1
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	marinheiro	x	x	4	1
<i>Trichilia catigua</i> A. Juss.	catiguá	-	x	-	3
<i>Trichilia pallida</i> Sw.	catiguá	x	x	2	8

continua

continuação - TABELA 1

FAMÍLIA Espécie	Nome Vulgar	Presença da espécie		Número de indivíduos	
		junto ao rio	encosta	junto ao rio	encosta
MIMOSACEAE					
<i>Acacia polyphylla</i> DC.	monjolcero	x	x	1	10
<i>Inga marginata</i> Willd.	ingá	x	-	3	-
<i>Inga uruguensis</i> Hook. & Arn.	ingá do brejo	-	x	-	1
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F. Macbr.	pau jacaré	-	x	-	4
MONIMIACEAE					
<i>Mollinedia elegans</i> Tul.	---	-	x	-	1
<i>Mollinedia widgrenii</i> A. DC.	pimenteira	x	x	21	9
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	almescla de cheiro	x	x	2	2
MORACEAE					
<i>Ficus</i> sp	figueira	x	-	2	-
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) Burg. Lang. & Boc.	---	x	x	3	2
MYRSINACEAE					
<i>Rapanea umbellata</i> (Mart. ex A. DC.) Mez	azeitona do mato	x	-	2	-
MYRTACEAE					
<i>Calycorectes acutatus</i> (Miq.) Toledo	batinga roxa	x	x	50	46
<i>Calyptranthes brasiliensis</i> Spreng.	batinga	x	-	5	-
<i>Calyptranthes lucida</i> Mart. ex DC.	batinga	x	x	16	19
<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O. Berg	sete capotes	-	x	-	2
<i>Eugenia cf. blastanthe</i> (O. Berg) D. Legrand	grunixama miúda	x	-	3	-
<i>Eugenia obovata</i>	---	x	x	3	3
<i>Eugenia speciosa</i> Cambess.	---	-	x	-	1
<i>Eugenia</i> sp 2	eugenia vermelha	x	x	1	1
<i>Gomidesia affinis</i> (Cambess) D. Legrand	---	x	x	9	3
<i>Marlierea</i> sp.	araçarana	x	-	1	-
<i>Myrcia rostrata</i> DC.	cambui	x	x	8	16
<i>Myrcia</i> sp	guamirim preto	x	x	3	5
<i>Myrciaria</i> sp	cambuí	x	x	3	9
<i>Neomithrantes glomerata</i> (D. Legrand) D. Legrand	---	x	-	3	-
<i>Psidium</i> sp	aracá	x	-	1	-
PALMAE					
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	coco gerivá	x	x	-	2
PIPERACEAE					
<i>Piper amalago</i> (Jacq.) Yuncker	falso jaborandi	-	x	-	1
RUBIACEAE					
<i>Alseis floribunda</i> Schott	---	-	x	-	1
<i>Amaioua guianensis</i> Aubl.	café do cerrado	x	x	2	1
<i>Guettarda virbunoides</i> (Cham.) Schltldl.	veludo	x	x	6	1
<i>Psychotria elegans</i> Ridley	---	-	x	-	1
<i>Psychotria sessilis</i> (Vell.) Müll. Arg.	---	x	-	3	-
<i>Simira sampaioana</i> (Standl.) Steyererm.	---	x	x	2	8
RUTACEAE					
<i>Esenbeckia febrifuga</i> (A. St. Hil.) A. Juss. ex Mar	mamoninho	-	x	-	2
<i>Zanthoxylum chiloperone</i> (Mart.) Engl.	mamiqueira	x	x	1	3

continua

continuação - TABELA 1

FAMÍLIA Espécie	Nome Vulgar	Presença da espécie		Número de indivíduos	
		junto ao rio	encosta	junto ao rio	Encosta
SAPINDACEAE					
<i>Allophyllus edulis</i> (A. St. Hil.) Radlk.	murta branca	x	-	1	-
<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	arco de peneira	-	x	-	3
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	camboatã	x	x	3	1
SAPOTACEAE					
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichl.)Engl	guatambu de sapo	-	x	-	3
TILIACEAE					
<i>Prockia crucis</i> P. Browne ex L.	cuiteleiro	-	x	-	1
URTICACEAE					
<i>Myriocarpa</i> sp.	---	x	-	1	-
VOCHYSIACEAE					
<i>Callisthene minor</i> Mart.	---	x	-	8	-
<i>Qualea jundiahy</i> Warm.	pau terra	x	x	3	3
<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	pau de tucano	x	-	1	1
ÁRVORES MORTAS		---	---	22	25

Embora haja uniformidade na vegetação em toda a área de estudo, a amostragem efetuada na parte mais baixa revela um aumento de biomassa nesse local, denotado pelos maiores valores de área basal, número de indivíduos e diâmetro das árvores (TABELA 2). O índice de SHANNON mostrou ligeiro aumento da diversidade de espécies da mata de encosta (2,09) para a mata de galeria (2,18),

o que leva a crer que o enriquecimento florístico deste sítio se deva à dispersão por hidrocoria, tendo o rio como agente dispersor de espécies de outros locais. Essas tendências podem estar relacionadas ao relevo, como efeitos do desnível do terreno sobre a fertilidade dos solos e/ou associadas ao rio como meio de transporte de material gênico (sementes, frutos) e sedimentos (areia, argila, matéria orgânica, etc.).

TABELA 2 - Valores médios das variáveis da vegetação em sítios de amostragem com diferentes níveis topográficos.

Variáveis da vegetação	Média		Diferença entre sítios	Significância estatística
	junto ao rio	encosta		
DAP (cm)	14,82	12,60	2,22	**
Altura (m)	9,42	10,74	1,32	*
Índice de SHANNON	2,18	2,09	0,09	n.s.
Número de árvores/ha	1.850	1.763	87	n.s.
Área basal (m ² /ha)	50,87	39,71	11,16	n.s.

(*) e (**) Significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. (n.s) Não significativo.

4.2 Solo

Constatou-se redução generalizada nos teores das variáveis do solo com o aumento da profundidade, com exceção da argila devido ao tipo de solo (Podzólico) que apresenta horizonte B textural. Os solos mostraram-se bastante ácidos, com pH diminuindo com a profundidade (TABELA 3).

As frações areia e argila apresentaram visível inversão de valores quanto aos seus teores obtidos nos dois sítios, isto é, 19,91% de areia da camada 0-20 cm contra 5,63% da camada 20-40 cm junto ao rio, contrapondo-se aos teores de argila (21,0% da camada 20-40 cm, contra 17,45% da camada 0-20 cm) encontrados na encosta. Provavelmente, esse fato se deve a circunstâncias inerentes a cada sítio, ou seja, aos efeitos atribuídos à diferença de nível topográfico: a) a areia deve ter sido depositada na margem do rio por iluviação em períodos chuvosos e/ou transportada de outro local pelo próprio rio, sedimentando-se nas margens durante alagamento;

b) a estabilidade geomorfológica na superfície da encosta condiciona translocação e deposição da argila em profundidade no perfil. O acúmulo de argila ao lado do rio, por remoção e transporte sob efeito do desnível do terreno deve ser uma causa secundária.

Comparando-se os locais amostrados, observa-se que ocorreram diferenças altamente significativas para os valores de alguns fatores do solo à mesma profundidade. Assim, os teores de areia e P são bem mais elevados junto ao rio do que na encosta para ambas as camadas de coleta. O inverso ocorre com a argila.

As variáveis Ca, soma de bases (SB) e saturação por bases (Valor V%) também mostraram diferenças significativas a nível de 5% de probabilidade, apresentando valores maiores para amostras retiradas da camada superficial na encosta. Para CTC, H + Al, K, Mg, pH e matéria orgânica os dados não mostraram diferenças significativas entre sítios, embora a maioria apresentasse médias ligeiramente superiores relativas à encosta.

TABELA 3 - Valores médios das variáveis do solo em dois sítios de amostragem com diferentes níveis topográficos.

Variáveis do solo	Valores médios				Diferença entre sítios		Significância estatística	
	junto ao rio		Encosta		20 cm	40 cm	20 cm	40 cm
Areia (%)	64,72	64,18	44,81	39,80	19,91	24,38	**	**
Argila (%)	25,45	26,18	42,90	47,20	17,45	21,02	**	**
Silte (%)	9,81	9,63	12,17	13,00	2,36	3,37	n.s	*
Ca (mmol _c /dm ³)	14,1	6,3	25,5	8,7	15,5	2,4	*	n.s
CTC (mmol _c /dm ³)	110,2	94,0	121,2	92,7	11,0	1,3	n.s	n.s
H + Al (mmol _c /dm ³)	85,8	80,5	82,8	76,0	3,0	4,5	n.s	n.s
K (mmol _c /dm ³)	2,0	1,4	2,3	1,5	0,3	0,1	n.s	n.s
Mg (mmol _c /dm ³)	8,3	5,7	10,4	6,5	2,1	0,8	n.s	n.s
SB (mmol _c /dm ³)	24,4	13,5	38,4	16,7	14,0	3,2	*	n.s
pH (CaCl ₂)	3,80	3,63	3,94	33,71	0,14	0,08	n.s	n.s
P (mg/dm ³)	10,36	7,72	7,18	4,54	3,18	3,18	**	**
Mat. Org. (g/dm ³)	30,1	22,3	33,1	22,7	3,0	0,4	n.s	n.s
V (%)	22,45	14,63	31,45	17,50	9,00	2,82	*	n.s

(* e **) Significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.
(n.s) Não significativo.

Argila, silte, Ca, K, Mg, soma de bases (SB), pH, matéria orgânica e saturação por bases (Valor V%) apresentaram seus maiores valores na encosta, nas duas profundidades. Areia e CTC foram mais elevadas junto ao rio e na encosta, nas profundidades 0-20 cm e 20-40 cm, respectivamente.

Acidez potencial (H + Al) e P tiveram seus valores mais altos encontrados à margem do rio, em ambas as profundidades. Os teores de P mais elevados foram encontrados na superfície do solo, na parte mais baixa da área com uma diferença de 3,18 mg. dm⁻³ a mais que na encosta. O fato de existir maior concentração desse elemento junto ao rio corrobora com os resultados encontrados por GOLLEY *et al.* (1978) em que a mata ciliar continha as porcentagens mais altas de P. Segundo esse autor, o P e o K parecem ser os mais importantes nutrientes limitantes ao desenvolvimento das formações arbóreas, sendo que em florestas tropicais úmidas eles estão concentrados especialmente na vegetação, apresentando ciclagem rápida no ecossistema. Por outro lado todas as variáveis da vegetação, exceto altura, tiveram seus maiores valores relacionados a mata ciliar, observando-se certa correspondência dessas variáveis com os elementos em questão, acima mencionados (TABELAS 2 e 3).

Reportando-se ao perfil do solo, a TABELA 3 mostra que todos os fatores químicos apresentaram teores mais altos na profundidade 0-20 cm nos dois locais, o que ratifica a afirmativa

de GOLLEY *et al.* (1978), pág. 62: "...o solo superficial, que é uma parte dinâmica do ecossistema, contém uma concentração total maior dos elementos essenciais do que o material de origem, a despeito da lavagem pela água da chuva" e "...o solo superficial atua, em parte, como um reservatório de nutrientes".

Comparando-se os dois sítios nota-se que na encosta ocorre pequeno aumento nos valores de Ca, CTC, K, Mg, SB, pH, matéria orgânica, valor V% e diminuição na concentração de H + Al. Isto confere melhor fertilidade ao solo dessa área do que junto ao rio. Tal variação entre locais, provavelmente se relaciona ao altiplano, favorável à intemperização do material de origem pela ação da água de infiltração.

4.3 Correlação entre os Parâmetros da Vegetação e as Características do Solo

De modo geral foi baixo o número de correlações significativas entre variáveis edáficas e biométricas (TABELA 4). Altura, DAP e área basal foram os mais correlacionados. A influência do solo sobre a diversidade ecológica, nesse bioma, foi inexpressiva, dada a não significância estatística dos coeficientes de correlação entre o índice de Shannon e todos os fatores de fertilidade nas duas profundidades. Das variáveis do solo, somente areia, argila, K, pH e P tiveram algum efeito sobre o desenvolvimento da vegetação. As demais apresentaram correlações não significativas.

TABELA 4 - Coeficientes de correlação simples para as variáveis da vegetação e do solo.

Variáveis do solo	Variáveis da vegetação									
	DAP (cm)		Altura (m)		Índice de Shannon		Nº árvores por ha		Área basal (m ² /ha)	
	20 cm	40 cm	20 cm	40 cm	20 cm	40 cm	20 cm	40 cm	20 cm	40 cm
Areia (%)	0,326 ^{n.s}	0,431*	-0,418*	-0,399 ^{n.s}	0,060 ^{n.s}	-0,019 ^{n.s}	0,222 ^{n.s}	0,196 ^{n.s}	0,245 ^{n.s}	0,355 ^{n.s}
Argila (%)	0,393 ^{n.s}	-0,450*	0,398 ^{n.s}	0,365 ^{n.s}	-0,067 ^{n.s}	-0,008 ^{n.s}	-0,270 ^{n.s}	-0,251 ^{n.s}	-0,307 ^{n.s}	-0,387 ^{n.s}
Silte (%)	0,039 ^{n.s}	-0,180 ^{n.s}	0,352 ^{n.s}	0,388 ^{n.s}	-0,014 ^{n.s}	0,124 ^{n.s}	0,036 ^{n.s}	0,095 ^{n.s}	0,075 ^{n.s}	-0,099 ^{n.s}
Ca (mmol _c /dm ³)	-0,321 ^{n.s}	-0,110 ^{n.s}	0,336 ^{n.s}	0,367 ^{n.s}	0,238 ^{n.s}	0,232 ^{n.s}	-0,002 ^{n.s}	-0,074 ^{n.s}	-0,321 ^{n.s}	-0,228 ^{n.s}
CTC (mmol _c /dm ³)	-0,037 ^{n.s}	0,067 ^{n.s}	0,132 ^{n.s}	0,093 ^{n.s}	-0,059 ^{n.s}	0,157 ^{n.s}	0,012 ^{n.s}	-0,127 ^{n.s}	0,104 ^{n.s}	-0,027 ^{n.s}
H + Al (mmol _c /dm ³)	0,129 ^{n.s}	0,091 ^{n.s}	-0,067 ^{n.s}	-0,058 ^{n.s}	-0,220 ^{n.s}	0,072 ^{n.s}	0,037 ^{n.s}	-0,079 ^{n.s}	0,308 ^{n.s}	0,062 ^{n.s}
K (mmol _c /dm ³)	0,037 ^{n.s}	0,029 ^{n.s}	0,411*	0,237 ^{n.s}	0,097 ^{n.s}	0,011 ^{n.s}	-0,240 ^{n.s}	-0,374 ^{n.s}	-0,113 ^{n.s}	-0,129 ^{n.s}
Mg (mmol _c /dm ³)	-0,064 ^{n.s}	0,086 ^{n.s}	0,230 ^{n.s}	0,292 ^{n.s}	0,206 ^{n.s}	0,189 ^{n.s}	-0,105 ^{n.s}	-0,198 ^{n.s}	-0,176 ^{n.s}	-0,120 ^{n.s}
SB (mmol _c /dm ³)	-0,268 ^{n.s}	-0,030 ^{n.s}	0,338 ^{n.s}	0,374 ^{n.s}	0,241 ^{n.s}	0,240 ^{n.s}	-0,036 ^{n.s}	-0,147 ^{n.s}	-0,300 ^{n.s}	-0,213 ^{n.s}
pH (CaCl ₂)	-0,314 ^{n.s}	-0,080 ^{n.s}	0,175 ^{n.s}	0,420*	0,223 ^{n.s}	0,162 ^{n.s}	-0,067 ^{n.s}	-0,001 ^{n.s}	-0,411*	-0,213 ^{n.s}
P (mg/dm ³)	0,513*	0,277 ^{n.s}	-0,341 ^{n.s}	-0,507*	-0,017 ^{n.s}	0,178 ^{n.s}	0,329 ^{n.s}	0,100	0,553**	0,053 ^{n.s}
Mat. Org. (g/dm ³)	0,055 ^{n.s}	0,162 ^{n.s}	0,281 ^{n.s}	0,254 ^{n.s}	-0,055 ^{n.s}	0,005 ^{n.s}	-0,011 ^{n.s}	-0,294 ^{n.s}	0,102 ^{n.s}	0,063 ^{n.s}
Valor V (%)	-0,295 ^{n.s}	-0,060 ^{n.s}	0,335 ^{n.s}	0,348 ^{n.s}	0,299 ^{n.s}	0,186 ^{n.s}	-0,025 ^{n.s}	-0,070 ^{n.s}	-0,382 ^{n.s}	-0,200 ^{n.s}

(*) e (**) Significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

(n.s) Não significativo.

A variável argila mostrou correlação apenas com o DAP e altura das plantas. A areia manteve correlação positiva com DAP e negativa com altura, em diferentes profundidades, enquanto a argila teve efeito negativo somente sobre o DAP. O efeito dessas variáveis do solo parece ser mais forte na camada 20-40 cm para DAP e na camada 0-20 cm para altura.

O elemento K apresentou correlação positiva com altura, relativamente aos teores da camada superficial. Os níveis mais altos foram encontrados na camada superficial do solo (0-20 cm). Essa observação indica que a ciclagem desse nutriente tem papel importante na manutenção da comunidade vegetal.

O fósforo da camada superficial apresentou efeito positivo com DAP e área basal. Porém, esse elemento teve correlação negativa com a altura, quanto aos seus teores presentes na profundidade 20-40 cm. Em hipótese, o P pode estar sendo fixado na camada inferior, não sendo detectado na análise, e ainda, pode estar mais disponível na camada superficial em função da sua ciclagem. Seu coeficiente de correlação com área basal foi altamente significativo (ao nível de 1%), evidenciando a importância desse nutriente para essa variável da vegetação. SILVA (1992) encontrou resultados semelhantes em estudo de relação solo-planta com vegetação de cerrado, no Triângulo Mineiro.

O pH indicou acidez elevada para os solos. Embora seus valores não apresentassem diferenças estatísticas entre os locais amostrados (TABELA 3) seus coeficientes de correlação foram significativos a 5% de probabilidade, sendo positivo para altura e negativo para área basal (TABELA 4).

5 CONCLUSÕES

Considerando o baixo número de correlações significativas, constatou-se que a altura média, o DAP e a área basal das plantas foram as variáveis biométricas mais fortemente influenciadas pelos fatores do solo. Destes, areia, argila, K, pH e P tiveram algum efeito sobre o desenvolvimento das árvores. O fósforo, presente na superfície do solo, teve efeito positivo sobre a área basal.

As concentrações de areia, P e Ca foram maiores na profundidade 0-20 cm, sendo a de areia e P mais alta perto do rio, acúmulo este devido à

translocação pela diferença de nível topográfico e/ou transporte fluvial.

As variáveis DAP e área basal foram superiores para a comunidade junto ao rio, provavelmente por efeito da maior concentração de fósforo disponível nesse sítio.

Os demais fatores químicos do solo mostraram equilíbrio quantitativo entre os locais de amostragem, apresentando teores mais elevados na camada superficial na encosta, embora não significativos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROS, N. F. 1974. *Contribuição ao relacionamento de características pedológicas e topográficas com a altura de Eucalyptus alba, na região de Santa Bárbara (MG)*. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. 89p. (Dissertação de Mestrado)
- _____. 1979. *Growth and foliar nutrient concentrations of Eucalyptus grandis in relation to spodosol properties in South Florida*. Gainesville, University of Florida. 174p. (Ph. D. Thesis)
- BATISTA, E. A. & COUTO, H. T. Z. do. 1990. Influência de fatores químicos e físicos do solo sobre o desenvolvimento da vegetação de cerrado na Reserva Biológica de Moji-Guaçu, SP. *Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, 2(1):69-86.
- _____. 1992a. Influência de fatores químicos do solo sobre o desenvolvimento das espécies florestais mais importantes do cerrado da Reserva Biológica de Moji-Guaçu, SP. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, São Paulo-SP, mar./abr. 29-03, 1992. *Anais... Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, 4(único):324-329. Pt. 1. (Edição Especial)
- _____. 1992b. Influência de fatores físicos do solo sobre o desenvolvimento das espécies florestais mais importantes do cerrado da Reserva Biológica de Moji-Guaçu, SP. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, São Paulo-SP, mar./abr. 29-03, 1992. *Anais... Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, 4(único):318-323. Pt. 1. (Edição Especial)
- BATISTA, E. A. *et al.* 1996. Relações solo-vegetação no desenvolvimento das espécies florestais mais importantes da Reserva Estadual de Águas da Prata, SP. *Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, 8(2):167-174.

BATISTA, E. A. *et al.* Influência de fatores edáficos sobre o desenvolvimento da vegetação de uma mata mesófila no município de Lindóia, SP.

- BRASIL. Ministério da Agricultura. Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas. Comissão de Solos. 1960. *Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo*. Rio de Janeiro, Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas. 634p. (Bol., 12)
- COLE, M. M. 1960. Cerrado, caatinga and pantanal; the distribution and origin of the savanna vegetation of Brazil. *Geographic Journal*, 126:168-179.
- EITEN, G. 1972. The cerrado vegetation of Brazil. *Bot. Rev.*, 38:201-341.
- GOLLEY, F. B. *et al.* 1978. *Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida*. Trad. por E. Malavolta. São Paulo, Editora Pedagógica e Universitária Ltda./Editora da Universidade de São Paulo. 256p.
- GOODLAND, R. 1969. *An ecological study of the cerrado vegetation of South-Central Brazil*. McGill University. 224p. (Ph. D. Thesis)
- GOODLAND, R. & POLLARD, R. 1973. The Brazilian cerrado vegetation: a fertility gradient. *Journal of Ecology*, Oxford, 61(1):219-224.
- LEITÃO FILHO, H. de F. 1992. A flora arbórea da Serra do Japi. In: MORELATO, L. P. C. *História natural da Serra do Japi; ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil*. Campinas, Editora da UNICAMP/FAPESP. p. 40-62.
- MUELLER-DOMBOIS, D. & ELLENBERG, H. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. New York, John Wiley and Sons. 547p.
- PIELOU, E. C. 1975. *Ecological diversity*. New York, John Wiley & Sons Inc. 325p.
- PINTO, M. M. 1998. *Fitossociologia e influência de fatores edáficos na estrutura da vegetação em áreas de mata atlântica na Ilha do Cardoso - Cananéia, SP*. Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista. 113p. (Tese de Doutorado)
- RAIJ, B. van *et al.* 1987. *Análise química do solo para fins de fertilidade*. Campinas, Fundação Cargill. 170p.
- SAS INSTITUTE. 1979. *S.A.S. user's guide*. 6.ed. Raleigh, SAS Institute Inc. 518p.
- SECRETARIA DA AGRICULTURA DO ESTADO DE SÃO PAULO. 1966. *Carta climática do Estado de São Paulo. Sistema Köppen*. Campinas, Instituto Agronômico do Estado de São Paulo - Seção de Climatologia Agrícola. 1p.
- SILVA JÚNIOR, M. C.; BARROS, N. F. & CÂNDIDO, J. F. 1987. Relações entre parâmetros do solo e da vegetação de cerrado na Estação Florestal de Experimentação de Paraopeba, MG. *Revista Brasileira de Botânica*, Campinas, 10:125-137.
- SILVA, J. G. M. 1992. *Relações solo-vegetação como instrumento para o manejo da vegetação do cerrado no Triângulo Mineiro*. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. 110p. (Tese de Doutorado)
- SOLLINS, P. 1989. Factors affecting nutrient cycling in tropical soil. In: PROCTOR, J. (ed.) *Mineral nutrients in tropical forest and savanna ecosystems*. Oxford, Blackwell. p. 85-95.
- TOLEDO FILHO, D. V. de *et al.* 2000. Fitossociologia de um fragmento florestal nas margens do rio do Peixe, município de Lindóia, SP. *Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, 12(1):37-45. (no prelo)
- TURNER, J. & HOLMES, G. I. 1985. Site classification of *Pinus radiata* plantations in the lithgow district, New South Wales, Australia. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, 12(1):53-63.
- TURVEY, M. D.; RUDRA, A. B & TURVEY, J. 1986. Characteristics of soil and productivity of *Pinus radiata* (D. Don) in New South Wales I. Relative importance of soil physical and chemical parameters. *J. Soil Res.*, Australia, 24:95-102.
- VARJABEDIAN, R. 1994. *Aspectos comparativos da ciclagem de nutrientes minerais em mata atlântica de encosta e em mata sobre restinga, no Parque Estadual da Ilha do Cardoso, SP*. São Paulo, Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências. 177p. (Dissertação de Mestrado)
- YOUNG, A. 1976. *Tropical soils and soil survey*. Cambridge, Cambridge University Press. 468p.