

INFLUÊNCIA DE FATORES QUÍMICOS E FÍSICOS DO SOLO SOBRE O DESENVOLVIMENTO DA VEGETAÇÃO DE CERRADO NA RESERVA BIOLÓGICA DE MOJI-GUAÇU, SP.\*

Eduardo Amaral BATISTA\*\*

Hilton Thadeu Zarate do COUTO\*\*\*

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência dos fatores químicos e físicos do solo sobre o desenvolvimento da vegetação de cerrado. Procederam-se às análises químicas e físicas do solo, quantificando-se os seguintes fatores: matéria orgânica, pH, P, K, Ca, Mg, B, Mn, valor S, CTC, V %, Al, areia, areia grossa, areia fina, silte e argila. Utilizaram-se para avaliação as seguintes variáveis biométricas: número de espécies vegetais; número de árvores por hectare; altura média; diâmetro médio; área basal e volume cilíndrico. Os fatores do solo mais influentes foram: K, P, B, Zn, valor S, areia fina e argila. As espécies nativas mais influenciadas pelos fatores edáficos foram: *Qualea grandiflora* Mart. (pau-terra); *Machaerium villosum* Vog. (jacarandá-do-cerrado); *Anadenanthera falcata* Speg (angico) e *Aspidosperma tomentosum* Mart. (leiteiro).

ABSTRACT

It was studied the influence of the soil chemical and physical properties on formation of the savanna vegetation. The soil sample were analyzed for the following chemical and physical properties: soluble phosphorus, organic matter, pH, exchangeable potassium, calcium, and magnesium soluble, boron, zinc, manganese, bases content, cation exchange capacity (CEC), bases saturation (V %), exchangeable aluminium, sand, coarse sand, fine sand, silt and clay. The development of the vegetation was measured as a function of the number of species, number of trees per hectare, mean height, mean diameter, basal area and cylindric volume. The soil factors that most influenced on vegetation were: exchangeable potassium, soluble phosphorus, boron, zinc, sum of bases, fine sand and clay contents. The native species most influenced by the soil factors were: *Qualea grandiflora* Mart.; *Machaerium villosum* Vog.; *Anadenanthera falcata* Speg and *Aspidosperma tomentosum* Mart.

Palavras-chave: edafologia; fitossociologia; cerrado.

Key words: edaphology; savanna; phytosociology.

(\*) Trabalho apresentado no XLI Congresso Nacional de Botânica, realizado em Fortaleza - CE, de 21 a 27 de janeiro de 1990, e aceito para publicação em junho de 1990.

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

(\*\*\*) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP - Caixa Postal, 99 - 13.400 Piracicaba - SP.

BATISTA, E. A. & COUTO, H. T. Z. do Influência de fatores químicos e físicos do solo sobre o desenvolvimento da vegetação de cerrado na Reserva Biológica de Moji-Guaçu, SP.

## 1 INTRODUÇÃO

Inúmeras espécies vegetais nativas do cerrado são utilizadas pelo homem em caráter puramente extrativo. Muitas áreas foram desmatadas e, apesar da tecnologia agrícola empregada, não houve aproveitamento adequado dos recursos naturais. Os desmatamentos indiscriminados, sem uma preocupação com o impacto ambiental, vêm trazendo transtornos à agricultura. Um meio de mitigar o impacto ambiental dos desmatamentos é a manutenção de áreas de preservação, que são pequenos tratos de vegetação nativa mantidos em locais estratégicos. Com isso, estimulou-se a permanência da fauna na região, principalmente a avifauna, que irá controlar a população de insetos danosos à agricultura.

Alguns estudos mostram a existência de interações importantes entre espécies vegetais e o ambiente, ou seja, a existência de espécies com exigências nutricionais diferentes aliadas à variabilidade de solos de área de reflorestamento ou florestamento. Em sentido genérico o cerrado poderia ser definido como "um grupo de formas de vegetação que se apresentam segundo um gradiente de biomassa (EMPRESA BRASILEIRA ..., 1976). A este gradiente deve corresponder um

outro, de componentes do solo influindo nos caracteres fitossociológicos das espécies, estabelecendo as diferentes formas desse tipo de vegetação.

O presente estudo tem por objetivo correlacionar características da vegetação do cerrado com propriedades físicas e químicas do solo.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

Alvim e Araújo apud GOODLAND & FERRI (1979), foram os primeiros a propor que a distribuição do cerrado, ao contrário do que se dá com as florestas, é controlada mais pelo solo do que por qualquer outro fator ecológico.

Segundo ALVIM (1954), a deficiência de minerais constitui a causa principal do surgimento dos cerrados; o fogo seria uma causa secundária. Para este autor, dentre as teorias propostas para explicar a formação dos campos cerrados, a única que se fundamenta em provas experimentais é a que se baseia na composição química do solo, que é função, principalmente, da sua origem geológica.

HARDY (1959) concluiu que

BATISTA, E. A. & COUTO, H. T. Z. do Influência de fatores químicos e físicos do solo sobre o desenvolvimento da vegetação de cerrado na Reserva Biológica de Moji-Guaçu, SP.

os solos sob vegetação de cerrado são intensamente ácidos e acen-tuadamente deficientes em bases e elementos micronutrientes. Aponta o baixo nível de nutrientes do solo e não as repetidas queimadas como o principal fator de desen-volvimento da vegetação de cerrado.

GOODLAND (1971), observou que a presença do Al diminui a disponibilidade de nutrientes às plantas, provocando a precipitação ou diminuindo a solubiliza-ção. Fixaria, ainda, o íon PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> e provavelmente, inibiria a absor-ção do Ca. Além disso, inibiria a síntese das proteínas e a germina-ção das sementes e crescimento das raízes jovens. Essas observa-ções são confirmadas, de certa forma, por KAMPRATH (1977), para quem a neutralização do excesso de Al trocável pela calagem, melhora a disponibilidade em fósforo.

GOODLAND & POLLARD (1973), observaram que a área basal por hectare, medida em 110 lugares no Triângulo Mineiro, MG correlaciona-se, ao nível de 0,1 % de significância, com os teores de N total, P disponível e K tro-cável, medidos nos solos dos mes-mos locais.

A fim de determinar a in-fluência do solo sobre o gradien-

te da vegetação de cerrado, GOODLAND & FERRI (1979), calcularam as medidas dos fatores do solo (pH, C, N, mat. orgânica meq de Ca + Mg, K, PO<sub>4</sub>, Al e % de satu-ração de Al) para cada uma das quatro classes de vegetação: cer-radão, cerrado, campo cerrado e campo sujo. Concluiram que todos os fatores aumentam do campo sujo (quase campina) para cerradão (quase floresta), com exceção do Al, que diminui. Para esses auto-res, o fator que apresentou maior correlação foi o fosfato, seguido pelo nitrogênio e depois pelo po-tássio. O gradiente cerradão-cam-po sujo apresentou uma redução da densidade, no potencial de produção e na estatura das árvo-res, parâmetros que podem ser re-lacionados com a crescente satu-ração em Al dos solos, que varia de 35 % no cerradão a 58 % no campo sujo.

SILVA JÚNIOR (1984) ao analisar a relação entre as ca-racterísticas da vegetação de cerrado e algumas propriedades físicas e químicas do solo, ob-servou que o Al foi um fator edá-fico que apresentou efeitos positi-vos nos modelos estatísticos de predição de crescimento das espé-cies, relativamente aos parâme-tros de densidade total, área ba-sal média e altura total.

BATISTA, E. A. & COUTO, H. T. Z. do Influência de fatores químicos e físicos do solo sobre o desenvolvimento da vegetação de cerrado na Reserva Biológica de Moji-Guaçu, SP.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Utilizou-se para área de estudo a Reserva Biológica de Moji-Guaçu, localizada no município de Moji-Guaçu, SP, entre os paralelos 22°15'S e 22°30'S e entre os meridianos 47°00'W.G. e 47°15'W.G. (FIGURA 1), com altitude média de 680 m.

A vegetação predominante nessa área é do tipo cerrado "sensu lato", apresentando, segundo EITEN (1971), um gradiente fisionômico desde "campo sujo" até "cerradão" e "floresta seca", abrangendo, inclusive, estas formas fisionômicas. Os dados relativos à vegetação foram baseados no estudo fitossociológico realizado por BATISTA (1982), desenvolvido na mesma área, tendo sido escolhido como material básico as espécies amostradas na comunidade vegetal (TABELA 1), correlacionando-se seus parâmetros biométricos com características químicas e físicas do solo. Os seguintes parâmetros biométricos participaram da análise de regressão: altura média das árvores, em metros, número de árvores por hectare, diâmetro médio das árvores, em centímetros, área basal, em metros quadrados por hectare e volume cilíndrico, em metros cúbicos. O índice de diversidade das espécies e o número de espé-

cies foram outras características da vegetação estudada frente à influência dos fatores do solo. Foram considerados apenas os indivíduos com DAP igual ou superior a 5 cm, medida esta obtida a 1,30 m de altura na planta.

O solo foi amostrado em um trajeto no sentido longitudinal da área, sendo o mesmo utilizado para amostragem da vegetação quando da sua análise fitossociológica. As amostras foram obtidas de quarenta e duas parcelas medindo 10 m x 20 m, espaçadas de 140 m totalizando oitenta e quatro amostras. De cada parcela foram coletadas duas amostras compostas, uma relativa à profundidade de 0 a 20 cm e outra de 20 a 40 cm, ambas obtidas dos mesmos seis pontos de amostragem simples. A análise do solo envolveu as seguintes determinações: fósforo (resina), matéria orgânica, pH (Ca Cl<sub>2</sub>), potássio, cálcio e magnésio trocáveis, acidez potencial (H + Al), soma de bases (Valor S), capacidade de troca de cátions (Valor T), índice de saturação em bases (V %), alumínio trocável, zinco, manganês, boro, % areia grossa, % areia, % areia fina, % silte, % argila e % argila dispersa em água.

Para a análise estatística dos dados estudou-se, inicial-

BATISTA, E. A. & COUTO, H. T. Z. do Influência de fatores químicos e físicos do solo sobre o desenvolvimento da vegetação de cerrado na Reserva Biológica de Moji-Guaçu, SP.

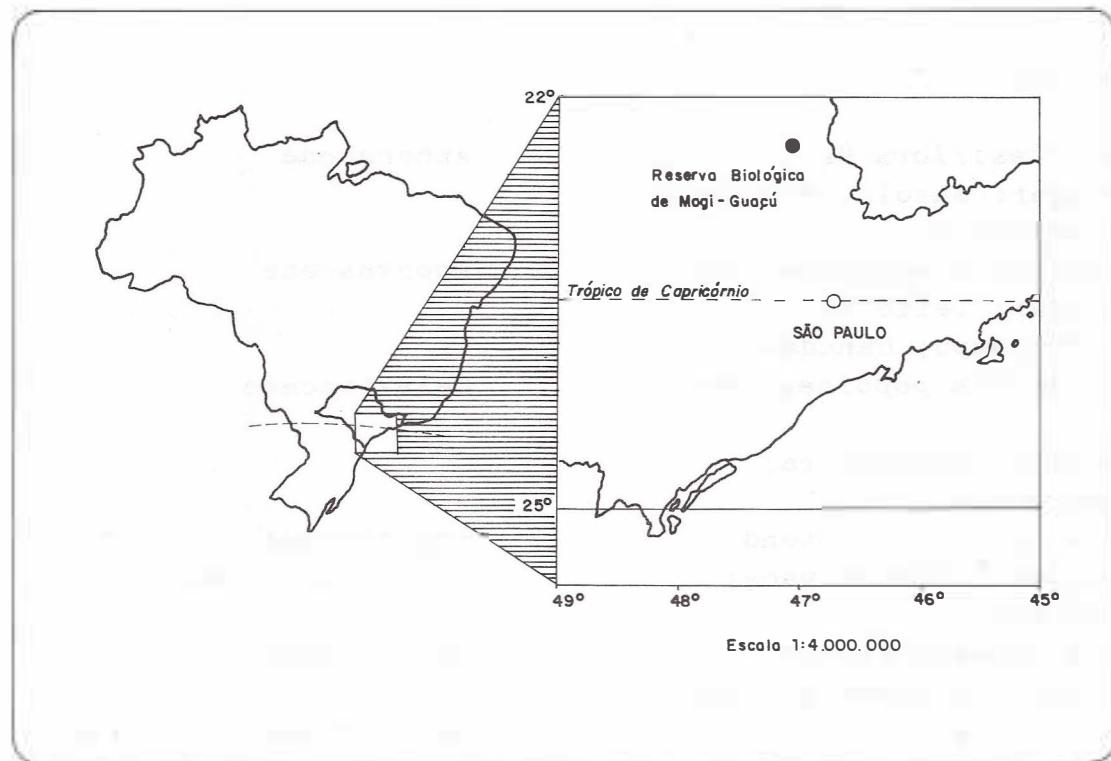


FIGURA 1 - Mapa corográfico da Reserva Biológica de Moji-Guaçu.  
Fonte: De VUONO, Y. S. et alii (1986).

TABELA 1 - Espécies amostradas na área de estudo, com suas famílias e seus nomes vulgares.

	ESPÉCIE	FAMÍLIA
1.	<i>Acosmium dasycarpum</i> (Vog.) Yakolev nome vulgar: chapadinha	Leguminosae - Faboideae
2.	<i>Acosmium subelegans</i> (Mohlenbr.) Yakolev nome vulgar: perobinha	Leguminosae - Faboideae
3.	<i>Alibertia macrophylla</i> Mart. nome vulgar: café-de-bugre	Rubiaceae
4.	<i>Alibertia sessilis</i> (Cham.) K. Schum. nome vulgar: marmelinho	Rubiaceae
5.	<i>Anadenanthera falcata</i> Speg nome vulgar: angico	Leguminosae - Mimosoideae
		continua

BATISTA, E. A. & COUTO, H. T. Z. do Influência de fatores químicos e físicos do solo sobre o desenvolvimento da vegetação de cerrado na Reserva Biológica de Moji-Guaçu, SP.

continuação TAB 1

6.	<i>Annona crassiflora</i> Mart.	Annonaceae
	nome vulgar: marolo, araticum; cabeça-de-negro	
7.	<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	Apocynaceae
	nome vulgar: leiteiro; pérola-do-campo; canudão	
8.	<i>Austroplenckia populnea</i> (Reiss.) Lundell	Celastraceae
	nome vulgar: mangabeira; mangabeira-brava	
9.	<i>Bauhinia holophylla</i> Stend	Leguminosae -
	nome vulgar: unha-de-vaca; casco-de-boi	Caesalpinoideae
10.	<i>Amanonia ternata</i> St.H.L.	Cunoniaceae
	nome vulgar: guapereva; jequitibá	
11.	<i>Bowdichia virgiliooides</i> H.B.K.	Leguminosae - Faboideae
	nome vulgar: sucupira	
12.	<i>Butia paraguayensis</i> (Barb.Rodr.) L.H.Bailey	Palmae
	nome vulgar: coqueiro	
13.	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> (Spr.) Kunt	Malpighiaceae
	nome vulgar: murici-mirim; muricizinho	
14.	<i>Byrsonima verbascifolia</i> (L.) Rich	Malpighiaceae
	nome vulgar: murici	
15.	<i>Caryocar brasiliense</i> Camb.	Caryocaraceae
	nome vulgar: pequi	
16.	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Flacourtiaceae
	nome vulgar: guaçatonga	
17.	<i>Connarus suberosus</i> Planch.	Connaraceae
	nome vulgar: bico-de-papagaio	
18.	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Leguminosae -
	nome vulgar: copaiba; óleo-de-copaiba; pau-d'óleo	Caesalpinoideae
19.	<i>Cordia sellowiana</i> Cham.	Boraginaceae
	nome vulgar: louro-do-campo; baba-de-boi	

continua

BATISTA, E. A. & COUTO, H. T. Z. do Influência de fatores químicos e físicos do solo sobre o desenvolvimento da vegetação de cerrado na Reserva Biológica de Moji-Guaçu, SP.

continuação TAB 1

20. <i>Couepia grandiflora</i> Benth	Chrysobalanaceae
21. <i>Cupania vernalis</i> Camb. nome vulgar: pau-de-espeto	Sapindaceae
22. <i>Dalbergia muscolobium</i> Vog. nome vulgar: jacarandá-roxo	Leguminosae - Faboideae
23. <i>Didymopanax macrocarpum</i> (Cham. e Schl.) Seem. nome vulgar: manioqueiro-açú; mandiocão; chapéu-de-frade	Araliaceae
24. <i>Didymopanax vinosum</i> Mart. nome vulgar: mandioqueira; mandioquinha	Araliaceae
25. <i>Dimorphandra mollis</i> Benth. nome vulgar: faveiro	Leguminosae - Caesalpinoideae
26. <i>Diospyrus hispida</i> DC. nome vulgar: caqui-do-campo	Ebenaceae
27. <i>Eriotheca gracilipes</i> (K.Schum) A.Robyns nome vulgar: paineirinha; paina-do-campo	Bombacaceae
28. <i>Eugenia pitanga</i> (Berg.) Kiaersk nome vulgar: cambui	Myrtaceae
29. <i>Erythroxylum suberosum</i> St. Hil. nome vulgar: repolhinho; mercúrio-do-campo; cabelo-de-negro	Erythroxylaceae
30. <i>Erythroxylum tortuosum</i> Mart. nome vulgar: cajuzinho	Erythroxylaceae
31. <i>Ficus citrifolia</i> Hort. nome vulgar: figueira	Moraceae
32. <i>Geochnatia pulchra</i> Cabrera nome vulgar: cambará-do-campo	Compositae
33. <i>Guapira noxia</i> (Netto) Lundl nome vulgar: capa-rosa	Nyctaginaceae
34. <i>Hancornia speciosa</i> Gomez nome vulgar: mangaba; mangabeira	Apocynaceae
35. <i>Inga sessilis</i> Mart. nome vulgar: ingá; ingazeiro	Leguminosae - Mimosoideae

continua

BATISTA, E. A. & COUTO, H. T. Z. do Influência de fatores químicos e físicos do solo sobre o desenvolvimento da vegetação de cerrado na Reserva Biológica de Moji-Guaçu, SP.

continuação TAB 1

36. <i>Kielmeyera variabilis</i> Mart.	Guttiferae
nome vulgar: pau-santo; saco-de-boi	
37. <i>Lafoensia pacari</i> St. Hil.	Lythraceae
nome vulgar: dedaleiro	
38. <i>Leandra involucrata</i> DC.	Melastomataceae
39. <i>Licania humilis</i> Cham. e Schl.	Chrysobalaceae
nome vulgar: poleiro-de-corvo	
40. <i>Luehea speciosa</i> Gomez	Tiliaceae
nome vulgar: açoita-cavalo; lixa	
41. <i>Machaerium villosum</i> Vog.	Leguminosae - Faboideae
nome vulgar: jacarandá	
42. <i>Magonia glabrata</i> St. Hil.	Sapindaceae
nome vulgar: lombrigueiro	
43. <i>Myrcia pseudomini</i> DC.	Myrtaceae
nome vulgar: jambuzeiro; pitangueira	
44. <i>Myrcia albotomentosa</i> DC.	Myrtaceae
nome vulgar: alecrim	
45. <i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC.	Myrtaceae
nome vulgar: araçá; goiabeira-brava	
46. <i>Ocotea pulchella</i> Mart.	Lauraceae
nome vulgar: canela; canelinha; amarelinho; capitão	
47. <i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harms.	Leguminosae - Faboideae
nome vulgar: olho-de-cabra	
48. <i>Ouratea castanaefolia</i> (DC.) Engler	Ochnaceae
nome vulgar: folha-da-serra	
49. <i>Ouratea spectabilis</i> (Mart.) Engl.	Ochnaceae
nome vulgar: murici-bravo	
50. <i>Pera glabrata</i> St. Hil.	Sapindaceae
nome vulgar: tamanqueiro	
51. <i>Pera obovata</i> Baill	Euphorbiaceae
nome vulgar: pindaíba; pindaúva	
52. <i>Persea pyrifolia</i> Nees e Mart.	Lauraceae
nome vulgar: maçaranduva	

continua

BATISTA, E. A. & COUTO, H. T. Z. do Influência de fatores químicos e físicos do solo sobre o desenvolvimento da vegetação de cerrado na Reserva Biológica de Moji-Guaçu, SP.

continuação TAB 1

53. <i>Piptocarpha rotundifolia</i> (Less.) Backer	Compositae
nome vulgar: pratéia; macieira	
54. <i>Plathymenia reticulata</i> Benth.	Leguminosae -
nome vulgar: candeia; vinhático do campo	Mimosoideae
55. <i>Platypodium elegans</i> Vog.	Leguminosae - Faboideae
nome vulgar: cachorro-magro; amendoim-do-campo; jacarandá-branco	
56. <i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	Sapotaceae
nome vulgar: brasa-viva	
57. <i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) March.	Burseraceae
nome vulgar: amesca	
58. <i>Prunus brasiliensis</i> (Chan & Schl.) D. Dieta	Rosaceae
nome vulgar: pessegueiro	
59. <i>Pseudobombax longiflorum</i> (Mart. e Zucc.) A. Robyns	Bombacaceae
nome vulgar: embiruçú	
60. <i>Qualea grandiflora</i> Mart.	Vochysiaceae
nome vulgar: pau-terra	
61. <i>Qualea multiflora</i> Mart.	Vochysiaceae
nome vulgar: pau-terra-de-folha-vermelha	
62. <i>Qualea parviflora</i> Mart.	Vochysiaceae
nome vulgar: pau-terrinha	
63. <i>Rapanea guianensis</i> Aubl.	Myrcinaceae
nome vulgar: pororoca	
64. <i>Rapanea lancifolia</i> Mez.	Myrcinaceae
nome vulgar: guatambu; imbirá	
65. <i>Roupala montana</i> Aubl.	Proteaceae
nome vulgar: carne-de-vaca; catinga-de-barrão	
66. <i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Anacardiaceae
nome vulgar: aroeira	

continua

BATISTA, E. A. & COUTO, H. T. Z. do Influência de fatores químicos e físicos do solo sobre o desenvolvimento da vegetação de cerrado na Reserva Biológica de Moji-Guaçu, SP.

continuação TAB 1

67. <i>Sclerobium aureum</i> (Tul.) Benth.	Leguminosae - Caesalpinoideae
nome vulgar: guaritá	
68. <i>Strychnos pseudoquina</i> St. Hil.	Loganiaceae
nome vulgar: quina-de-campo	
69. <i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	Leguminosae - Mimosoideae
nome vulgar: barbatimão	
70. <i>Styrax ferrugineus</i> Nees e Mart.	Styracaceae
nome vulgar: laranjeira-do-campo	
71. <i>Syagrus flexuosa</i> (Mart.) Becc.	Palmae
nome vulgar: guarirova; palmeira-do-campo	
72. <i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassm.	Palmae
nome vulgar: palmeira	
73. <i>Symplocos pubescens</i> Klotz	Symplocaceae
74. <i>Tabebuia caraiba</i> (Mart.) Bur.	Bignoniaceae
nome vulgar: ipê-do-campo	
75. <i>Tabebuia ochracea</i> Cham.	Bignoniaceae
nome vulgar: ipê-amarelo; piúva	
76. <i>Tabebuia</i> sp.	Bignoniaceae
nome vulgar: ipê-da-mata	
77. <i>Talauma ovata</i> St. Hil.	Magnoliaceae
nome vulgar: pinho-do-brejo	
78. <i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Anacardiaceae
nome vulgar: peito-de-pomba	
79. <i>Tibouchina stenocarpa</i> Cogn.	Melastomataceae
nome vulgar: quaresmeira	
80. <i>Vernonia ferruginea</i> Less.	Compositae
nome vulgar: assá-peixe	
81. <i>Vochysia tucanorum</i> (Spr.) Mart.	Vochysiaceae
nome vulgar: cinzeiro; pau-de-tucano	
82. <i>Xylopia aromaticia</i> Baill.	Annonaceae
nome vulgar: pimenta-de-macaco	

continua

BATISTA, E. A. & COUTO, H. T. Z. do Influência de fatores químicos e físicos do solo sobre o desenvolvimento da vegetação de cerrado na Reserva Biológica de Moji-Guaçu, SP.

continuação TAB 1

83. *Zanthoxylum rhoifolium* Lam. Rutaceae  
nome vulgar: mamica-de-porca

Fonte: BATISTA (1982).

mente, o coeficiente de correlação entre as variáveis da vegetação e os fatores químicos e físicos do solo. Posteriormente estudaram-se através do método de seleção de variáveis independentes, pelo procedimento passo-a-passo, os modelos para predição de crescimento de maior significância. Os melhores modelos foram escolhidos através do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e teste F (GIRÃO & BARROCAS, 1968). Essas análises foram realizadas em computador utilizando-se do pacote estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 1979).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

São apresentados a seguir os valores médios das variáveis biométricas da vegetação, estudadas na área e os fatores do solo correspondentes (TABELAS 2 e 3), bem como equações de regressão, representando os melhores modelos de predição de crescimento da vegetação (TABELA 4).

Embora alguns fatores

edáficos favoráveis ao crescimento normal das plantas tenham apresentado coeficientes de correlação negativos e significativos aos níveis de 1 % e 5 % de probabilidade pelo teste F, constatou-se através das variáveis biométricas das espécies, o pleno desenvolvimento das mesmas provavelmente devido à tolerância a determinados elementos nocivos do solo, ou à capacidade de acumular os facultativamente sem sofrer deficiência nutricional (GOODLAND & FERRI, 1979), ou ainda devido ao fato de a análise considerar os elementos isoladamente (pares de variáveis), sem considerar as possíveis relações conjuntas entre eles.

As variáveis selecionadas pelos coeficientes de correlação foram submetidas à análise de regressão linear múltipla para obtenção de modelos de predição de crescimento. A TABELA 4 apresenta os modelos estatísticos relacionando as características químicas e físicas do solo das camadas 0-20 cm e 20-40 cm com as variáveis da vegetação.

BATISTA, E. A. & COUTO, H. T. Z. do Influência de fatores químicos e físicos do solo sobre o desenvolvimento da vegetação de cerrado na Reserva Biológica de Moji-Guaçu, SP.

TABELA 2 - Volumes mínimos, médios e máximos das características químicas e físicas do solo.

VARIÁVEL	0 a 20 cm			20 a 40 cm		
	Mín.	Médio	Máx.	Mín.	Médio	Máx.
P (ppm)	13,80	17,54	22,10	12,40	16,96	20,40
K (meq/cm <sup>3</sup> )	0,06	0,13	0,24	0,06	0,12	0,21
Ca (meq/cm <sup>3</sup> )	1,70	1,93	2,10	1,61	1,91	2,08
Mg (meq/cm <sup>3</sup> )	0,89	0,97	1,06	0,87	0,98	1,06
H + Al (meq/cm <sup>3</sup> )	4,23	8,44	12,12	3,47	6,94	9,82
Al (meq/cm <sup>3</sup> )	0,60	1,22	2,00	0,70	1,03	1,60
pH (Ca Cl <sub>2</sub> )	3,65	3,78	3,95	3,70	3,83	4,00
Mat. org. (%)	0,79	1,94	2,70	0,32	1,54	2,10
Valor S (meq/cm <sup>3</sup> )	2,70	3,04	3,20	2,60	3,01	3,20
CTC (meq/cm <sup>3</sup> )	7,30	11,40	15,30	7,60	10,19	16,70
Satur. em bases (v%)	20,70	26,84	42,20	19,20	29,99	40,90
Zn (ppm)	0,01	0,44	1,35	0,01	0,17	0,69
Mn (ppm)	0,58	1,45	4,62	0,34	0,87	3,54
B (ppm)	0,05	0,32	0,66	0,08	0,30	0,62
Areia grossa (%)	13,50	27,15	44,40	16,50	27,32	42,40
Areia fina (%)	18,90	36,58	51,00	19,50	36,05	47,40
Areia (%)	38,00	63,75	77,30	44,50	63,25	75,40
Silte (%)	2,10	10,46	43,00	3,70	9,55	21,20
Argila (%)	14,30	25,79	43,50	16,40	27,19	46,50
Argila dispersa (%)	5,60	14,70	28,60	4,00	15,41	28,40

BATISTA, E. A. & COUTO, H. T. Z. do Influência de fatores químicos e físicos do solo sobre o desenvolvimento da vegetação de cerrado na Reserva Biológica de Moji-Guaçu, SP.

TABELA 3 - Valores mínimos, médios e máximos das variáveis dependentes relativas às características biométricas das espécies nativas.

VARIÁVEL	Min.	Médio	Máx.
Nº espécies por parcela	1,00	9,00	16,00
Nº árvores x ha <sup>-1</sup>	50,00	935,00	2.500,00
Altura (m)	1,90	4,72	9,01
Diâmetro (cm)	6,02	9,76	24,96
Área basal (m <sup>2</sup> x ha <sup>-1</sup> )	0,31	7,42	23,91
Volume cilíndrico (m <sup>3</sup> x ha <sup>-1</sup> )	0,60	39,35	111,19

TABELA 4 - Equações de regressão relacionando fatores químicos e físicos do solo e características biométricas das espécies nativas amostradas na área.

EQUAÇÃO DE REGRESSÃO	R <sup>2</sup>	F	Sy.x	
Camada 0 - 20 cm			**	
Nº espécie	= 70,1971 - 20,0437 pH + 0,3867 + 1,4314 Zn + 11,8670 B	0,52	10,06	3,23
Nº espécie	= - 11,5284 + 0,3799 areia fina + 0,2813 silte + 0,2667 argila dispersa	0,27	4,67	3,94
Nº árvore x ha <sup>-1</sup>	= 4,557,1480 - 1,895,5530 Ca - 103,8756 H + Al + 318,6549 Mn + 1,405,5340 B	0,57	12,44	407,65
Nº árvore x ha <sup>-1</sup>	= - 2,215,8033 + 58,6093 areia fina + 39,7283 silte + 40,2392 argila dispersa	0,35	6,80	496,84
Altura	= 0,9218 + 12,0154 K + 0,8531 Mn + 3,0323 B	0,32	5,90	1,39
		**		

continua

BATISTA, E. A. & COUTO, H. T. Z. do Influência de fatores químicos e físicos do solo sobre o desenvolvimento da vegetação de cerrado na Reserva Biológica de Moji-Guaçu, SP.

continuação Tab 4

Área basal	= 37,4771 - 11,2475 S (valor) + 12,9864 B	0,24	6,27	4,90
Área basal	= 14,1781 + 0,5423 areia fina - 0,3634 areia - 0,6290 argila + 0,8706 argila dispersa	0,34	4,97	4,67
Vol. cilíndr.	= 44,9501 - 17,1409 mat. org. + 86,0754 B	0,18	4,44	30,86
Vol. cilíndr.	= 136,2387 - 2,2653 areia grossa - 4,4136 argila + 5,3367 argila dispersa	0,27	4,66	29,62
Diâmetro	= 11,8143 - 0,0767 areia grossa - 0,2073 argila + 0,3662 argila dispersa	0,21	3,47	1,93
 Camada 20 - 40 cm				
No espécie	= 133,0138 - 24,4687 pH + 8,7037 Zn - 11,8688 Al + 2,2847 B	0,67	18,96	2,68
No espécie	= 11,9132 + 0,3788 areia fina + 0,0431 silte + 0,2188 argila dispersa	0,32	5,95	3,80
No árvore x ha <sup>-1</sup>	= 15,234,5987 - 3,428,7422 pH + 274,6142 Mn - 1,603,1034 Al + 831,9595 B	0,68	19,63	353,24
No árvore x ha <sup>-1</sup>	= -1,024,3404 + 37,8241 areia fina + 6,2429 silte	0,38	12,05	477,95
Altura	= 17,5324 + 12,5015 K - 13,3904 Mg + 1,1743 Zn + 0,8914 Mn - 2,1215 Al	0,45	5,94	1,28
Altura	= 1,3959 + 0,0540 areia grossa + 0,0193 silte	0,16	3,91	1,51
Área basal	= 138,7574 - 3,6603 mat. org. - 28,6009 pH - 16,5463 Al + 3,1127 B	0,41	6,38	4,45
Área basal	= -6,5605 + 0,2780 areia fina + 0,0414 silte	0,22	5,66	4,96
Vol. cilíndr.	= 866,4370 - 154,0978 pH - 167,1228 Mg - 70,8931 Al	0,35	6,89	27,88
Vol. cilíndr.	= 30,1963 + 1,0679 areia fina + 0,3249 silte	0,18	4,28	30,96

(\*\*) Significativo ao nível de 1 % de probabilidade

(\*) Significativo ao nível de 5%

A amostragem da vegetação abrangeu uma variação de 1 a 16 espé-

cies por parcela dentre as 83 espécies encontradas na área de estudo. Os fatos do solo pH e

BATISTA, E. A. & COUTO, H. T. Z. do Influência de fatores químicos e físicos do solo sobre o desenvolvimento da vegetação de cerrado na Reserva Biológica de Moji-Guaçu, SP.

Al foram incluídos nos modelos estatísticos com efeito negativo indicando que quanto maiores seus valores, menor seria o número de espécies encontradas. As variáveis Zn, B, areia fina e silte influiram positivamente nos modelos de predição, donde se supõe que o aumento na quantidade de espécies de cerrado está intimamente relacionado ao acréscimo dos teores dessas variáveis no solo.

A variação de 50 para 2.500 árvores por hectare indica um gradiente na densidade da vegetação. Al e pH foram incluídos na equação de regressão com sinal negativo, traduzindo acréscimo na densidade da vegetação com a redução de seus valores. Os micronutrientes Mn e B participaram positivamente do modelo, com seus teores influindo em ambas as profundidades (TABELA 4). Tal correlação poderia ser explicada baseada na correspondência existente entre o pH e a densidade arbórea, discutida acima, e na maior disponibilidade daqueles micronutrientes às plantas em solos com baixo pH. Tal afirmativa concorda com BARROS (1979), segundo o qual o pH, por si, não é um fator produtivo e sua relação com o crescimento é, geralmente, indireta, isto é, seus efeitos podem refletir-se sobre outros fatores do

solo, como na disponibilidade de nutrientes. Areia fina também exerceu influência positiva como variável independente na equação de regressão, indicando que favorece a elevação do número de indivíduos com o aumento de sua porcentagem nas profundidades consideradas.

Os dados relativos à altura média das árvores mostram uma variação de 1,90 m a 9,00 m, com valor médio de 4,72 m (TABELA 3). As equações de regressão que estabelecem a altura média das árvores como variável dependente incluem vários fatores do solo como responsáveis pelo crescimento das plantas, dentre os quais K, Mn, B, areia, silte e argila tiveram efeito positivo nos modelos de predição, demonstrando que o crescimento das árvores é diretamente proporcional aos aumentos de seus teores na camada superficial. Na camada 20 - 40 cm, dos fatores incluídos no modelo estatístico (TABELA 4) apenas Mg e Al tiveram efeito negativo. É um fato curioso a influência negativa do Mg e Al que tiveram efeito negativo. É um fato curioso a influência negativa do Mg uma vez que esse nutriente é tido como essencial ao desenvolvimento das plantas, de modo geral. O Zn foi outro fator fortemente correlacionado com a altura das plantas.

BATISTA, E. A. & COUTO, H. T. Z. do Influência de fatores químicos e físicos do solo sobre o desenvolvimento da vegetação de cerrado na Reserva Biológica de Moji-Guaçu, SP.

Quanto maior o teor desse micronutriente na camada de 20 - 40 cm, maior o valor da variável dependente.

Todos os fatores do solo, químicos e físicos não se correlacionaram significativamente com a variável diâmetro das árvores. Ao nível de 5 % de probabilidade é apresentado o modelo estatístico incluindo apenas as variáveis físicas areia grossa e argila, ocorrentes na camada superficial do solo. Os fatores químicos do solo, em ambas profundidades da amostragem, não atingiram significância estatística suficiente para serem incluídas numa equação de regressão para diâmetro médio das árvores como variável dependente.

A variável biométrica da vegetação "área basal por hectare" representa a soma das áreas basais de todas as ávores contidas nas parcelas, extrapolada para um hectare. Os resultados indicam que essa variável oscila entre um mínimo de 0,31 m<sup>2</sup>/ha e um máximo de 23,91 m<sup>2</sup>/ha, com um valor médio para toda a vegetação de 7,419 m<sup>2</sup>/ha. Estes dados se assemelham aos encontrados por GOODLAND & FERRI (1979) no Triângulo Mineiro, MG, os quais afirmam ser bastante baixos quando comparados aos das vegetações

florestais. Segundo esses autores, é um dado freqüentemente usado como medida de dominância por ser proporcional à área da copa de uma árvore, que constitui o fator que mais afeta a porção do solo que lhe fica debaixo. Os seguintes fatores edáficos participaram positivamente das equações de regressão: B, areia fina, silte e argila dispersa em água, favorecendo o desenvolvimento da vegetação em função do aumento de seus teores no solo. Outros fatores como matéria orgânica, pH, Al, soma de bases, argila e areia surtiram efeito negativo nos modelos de predição de crescimento, indicando que um aumento de seus níveis no solo representa diminuição da área basal por hectare da vegetação.

Multiplicando-se a área basal por hectare pela altura média total, obter-se-á o "volume cilíndrico por hectare". Na camada 0 - 20 cm as seguintes variáveis do solo foram incluídas nos modelos de predição de crescimento com efeito negativo: matéria orgânica, areia grossa e argila. O boro influiu positivamente, apresentando um coeficiente de correlação também positivo e significativo ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste F. Relativamente à profundidade de 20 - 40 cm, o modelo de predição para

BATISTA, E. A. & COUTO, H. T. Z. do Influência de fatores químicos e físicos do solo sobre o desenvolvimento da vegetação de cerrado na Reserva Biológica de Moji-Guaçu, SP.

volume cilíndrico x ha<sup>-1</sup> incluiu os fatores pH, Mg, Al, areia fina e silte.

## 5 CONCLUSÕES

O desenvolvimento da vegetação manteve estreita correlação com os fatores químicos e físicos do solo, atribuídos aos seus teores existentes nas profundidades de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm. Pôrém, correlações significativas ao nível de 1 % de probabilidade (altamente significativas) foram mais freqüentes na profundidade de 20 a 40 cm.

Os fatores do solo mais influentes na quantidade de espécies foram: pH, Zn, B, Al, areia fina e silte. O número de espécies vegetais é diretamente proporcional ao aumento dos níveis de Zn e B.

A densidade arbórea depende, em geral, da elevação dos teores de Mn, B e areia fina do solo. Al e pH, ao contrário, exerceram efeitos negativos sobre essa variável. Nenhum fator do solo refletiu efeito negativo sobre o diâmetro médio das árvores. A área basal por hectare foi positivamente influenciada pelos fatores: B, argila, areia fina e

silte e, negativamente influenciada por pH e Al. A altura média das árvores teve, como responsáveis pela sua variação, os seguintes fatores de solo: K, Mn, Zn, Mg, Al, areia e silte, sendo que o Al teve efeito negativo no modelo estatístico selecionado para predição de crescimento da vegetação.

## 6 LITERATURA CITADA

ALVIM, P. de T. 1954. Teoria sobre a formação dos campos cerrados. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, 16(4):496-498.

BARROS, N. F. 1979. Growth and foliar nutrient concentrations of *Eucalyptus grandis* in relation to spodosol properties in South Florida, Gainsville, University of Florida. 174p. (PhD. Thesis)

BATISTA, E. A. 1982. Levantamentos fitossociológicos aplicados a vegetação de cerrado, utilizando-se de fotografias aéreas verticais. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". 86p. (Dissertação de Mestrado)

EITEN, G. 1971. Habitat flora

BATISTA, E. A. & COUTO, H. T. Z. do Influência de fatores químicos e físicos do solo sobre o desenvolvimento da vegetação de cerrado na Reserva Biológica de Moji-Guaçu, SP.

- of Fazenda Campininha, São Paulo, Brazil. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 1. Anais. São Paulo, Ed. da Universidade de São Paulo. p. 155-202
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. 1976. Relatório técnico anual do centro de pesquisa agropecuária do cerrado. Planaltina, EMBRAPA. p. 17 (A região dos cerrados)

GIRÃO, J. A. & BARROCAS, J. M. 1968. *Análise de regressão; o algoritmo*. Lisboa, STRAP, Fundação Carluoste Gulbenkien. 52p.

GOODLAND, R. 1971. Oligotrofismo e alumínio no cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 3. Anais. São Paulo, Ed. Universidade de São Paulo. p. 44-60

\_\_\_\_\_ & POLLARD, R. 1973. The Brazilian cerrado vegetation; a fertility gradient. *Journal of Ecology*, Oxford, 61(1):219-224.

\_\_\_\_\_ & FERRI, M. G. 1979. *Ecologia do cerrado*. Belo Horizonte, Ed. Itatiaia Ltda. e São Paulo, Ed. da USP. 193p.

HARDY, F. 1959. Supplementary report on the soils of experiment stations of Minas Gerais, Brazil. Turrialba, Inter-Ame-

rican Institute of Agricultural Sciences. (Report nº 32-B)

KAMPRATH, E. J. 1977. Phosphorus fixation and availability in highly weathered soils. In: SIMPOSIO SOBRE O CERRADO, 4. São Paulo, Ed. Universidade de São Paulo e Belo Horizonte, Ed. Itatiaia Ltda. p. 333-347. (Bases para utilização agropecuária)

S.A.S. INSTITUTE. 1979. *SAS user's guide*. Raleigh, North Carolina, SAS Institute Inc. edition.

SILVA JÚNIOR, M. C. da. 1984. *Composição florística, estrutura e parâmetro fitossociológico do cerrado e sua relação com o solo na Estação Florestal de Experimentação de Paraopeba, MG*. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. 130p. (Dissertação de Mestrado)