

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E GRANULOMÉTRICA DE SOLOS DE VÁRZEA DE ALGUNS ESTADOS BRASILEIROS¹

NAND KUMAR FAGÉRIA², MOREL PEREIRA BARBOSA FILHO³
e FRANCISCO JOSÉ P. ZIMMERMANN²

RESUMO - Os solos brasileiros de várzeas têm alto potencial de produção agrícola, mas existem poucas informações disponíveis sobre a sua fertilidade. O presente estudo foi realizado com o objetivo de caracterizar a composição química e granulométrica dos solos de várzeas de cinco estados. As amostras do solo foram coletadas na camada de 0-20, 20-40, 40-60 e 60-80 cm de profundidade, em 18 locais nos Estados do Paraná, Minas Gerais, Rio Grande de Norte, Piauí, e Maranhão. O teor médio de matéria orgânica foi de 3,4%, na camada de 0-20 cm. O pH aumentou com a profundidade, em média de 5,6, na camada de 0-20 cm, e de 6,9, na profundidade de 60-80 cm. Em muitas amostras o valor de Al foi superior a 1 cmol. kg⁻¹, mas a saturação de Al foi abaixo de 60%; valor este considerado tóxico para a maioria das culturas. Em geral, a saturação de bases foi baixa, na maioria desses solos, mas os teores de Ca e Mg foram adequados em quase todas as profundidades. Os teores de P, K, Zn e Cu foram adequados na camada 0-20cm de profundidade na maioria desses solos, mas o teor de Fe foi alto em quase todas as amostras analisadas. A maior parte de amostras apresentou alto teor de argila.

Termos para indexação: pH, capacidade de troca de cátions (CTC), para saturação de base, teor de nutrientes.

CHARACTERIZATION OF PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF LOWLAND SOILS OF SOME STATES OF BRAZIL

ABSTRACT - Lowland ("várzea") soils in Brazil have potential to support agricultural production, but very little is known about their fertility. The presente study was undertaken to characterize the chemical and physical properties of representative lowland soils collected at 0-20, 20-40, 40-60, and 60-80 cm depth intervals from 18 sites in the states of Paraná, Minas Gerais, Rio Grande do Norte, Piauí, and Maranhão, Brazil. Organic matter contents averaged 3,4 % in the 20 cm layer of soil. Soil pH increased with depth from a mean value of 5.6 in the surface 20 cm of soil to a mean value of 6.9 in the 60-80 cm depth interval. Several soils had exchangeable Al value > 1 cmol kg⁻¹Al, but soil Al saturation was generally less than 60%, level frequently associated with Al toxicity. Although base saturation was fairly low in some soils, exchangeable Ca and Mg levels were, in general, adequate throughout the profile. Extractable P, K, Zn and Cu levels were adequate in most surface soil samples, but Fe content was quite high in most of the samples analyzed. High percentage of soils in the study showed heavy texture.

Index terms: pH, cation exchange capacity, base saturation, concentration of nutrients.

¹ Aceito para publicação em 10 de setembro de 1993.

² Eng.-Agr., Ph.D., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP), CX. Postal 179, CEP 74001-970, Goiânia, GO. Bolsista do CNPq.

³ Eng.-Agr., Dr., EMBRAPA/CNPAP. Bolsista do CNPq.

INTRODUÇÃO

As várzeas são caracterizadas como áreas excessivamente úmidas, com processos químicos de redução e alta variabilidade de solos, seja sob vegetação de mata ou de campo hidrófilo (Rassini et al., 1984;

Klamt et al., 1985). O potencial de várzeas no Brasil é grande, e sua maioria ainda não foi utilizada. O Brasil possui aproximadamente 30 milhões de hectares de várzeas, distribuídas em todos o território nacional (Fageria, 1989b). Apenas no triângulo Rio de Janeiro-Belo Horizonte-São Paulo, região de melhor infra-estrutura de País, existem, ainda, 3 milhões de hectares de várzeas irrigáveis e não utilizados, dos quais a metade é irrigável por gravidade natural (Brasil, 1982). Nas regiões de cerrado, estima-se uma área de aproximadamente 12 milhões de hectares de várzeas, que podem ser utilizadas para cultivos na entressafrá (Rassini et al., 1984).

Diante do exposto e das poucas informações disponíveis sobre solos de várzeas, o presente estudo teve por objetivo caracterizar química e granulometricamente os solos de várzeas de alguns estados brasileiros.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de solos de várzeas foram coletadas em 18 localidades diferentes, cobrindo 17 municípios dos Estados

do Paraná, Minas Gerais, Rio Grande do Norte, Piauí e Maranhão. Os locais onde foram feitas as amostragens, a taxonomia do solo, o cultivo do ano anterior à coleta, são apresentados na Tabela 1. As amostras de solo foram coletadas até 80 cm de profundidade, em camada de 20 cm. Elas foram secadas e peneiradas para análise, de acordo com método descrito por EMBRAPA (1979).

Os valores mínimos e máximos, a média e o desvio padrão foram calculados para cada fração granulométrica e química dos solos e para cada profundidade. Os coeficientes de correlação simples foram determinados para cada propriedade do solo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados relativos às características químicas e granulométricas das diferentes profundidades do perfil dos solos constam das Tabelas 2, 3, 4, e 5.

Matéria orgânica

O conteúdo de matéria orgânica dos solos estudados variou, respectivamente, de 0,6 a 16,8% na ca-

TABELA 1. Locais onde foram feitas amostragens do solo, classificação do solo e cultivo anterior.

Nº da amostra	Município e Estado	Classificação do solo	Cultivo anterior
01	Pronta Grossa - PR	Gley Húmico	Pasto
02	Campo Mourão - PR	Gley Pouco Húmico	Arroz
03	Londrina - PR	Gley Húmico	Arroz
04	Governador Valadares-MG	Gley Húmico	Milho
05	Leopoldina - MG	Gley Húmico	Arroz
06	Prudente de Moraes-MG	Gley Húmico	Arroz
07	Ipanguaçu - RN	Aluvial	Arroz
08	Caicó - RN	Aluvial	Arroz
09	Cruzeta - RN	Aluvial	Arroz
10	Messias - RN	Aluvial	Arroz
11	Apodi - RN	Aluvial	Arroz
12	Teresina - PI	Aluvial	Feijão
13	Piripiri - PI	Aluvial	Feijão
14	Luzilândia - PI	Aluvial	Milho
15	Parnaíba - PI	Aluvial	Pousio
16	Picos - PI	Aluvial	Arroz
17	Arari - MA	Gley Húmico	Veg. nativa
18	Arari - MA	Gley Húmico	Veg. nativa

TABELA 2. Características químicas e granulométricas dos solos de várzeas, na camada de 0-20 cm de profundidade.

Nº da amostra	M.O. %	pH em H ₂ O	P mg.kg ⁻¹	K+	Ca ²⁺	Mg ²⁺ cmol.kg ⁻¹	Al ³⁺	Cu	Zn	Fe	Mn	CTC kg ⁻¹	Sat. base %	Sat. Al %	Areia	Silte	Argila
1	16,8	4,0	12,0	60	0,2	0,3	6,5	0,3	0,5	43	1	53	15	46	615	230	155
2	14,0	4,9	72,6	120	6,2	4,6	2,0	15,8	2,5	48	13	53	32	10	555	90	355
3	10,5	4,1	24,6	73	1,3	0,6	4,8	2,7	1,4	103	21	50	20	32	630	240	130
4	3,7	4,7	6,1	234	3,2	2,0	0,7	2,6	11,8	780	153	19	36	9	77	158	765
5	1,5	5,0	15,0	33	1,4	1,5	0,8	3,0	3,2	680	51	10	34	19	401	119	480
6	2,2	5,4	31,9	133	7,1	1,2	0,1	3,1	8,7	420	90	16	57	1	192	273	535
7	1,3	6,7	73,3	261	12,7	7,5	0,1	3,1	2,8	250	140	34	93	0	115	525	360
8	1,4	6,9	30,2	164	12,4	12,0	0,1	2,3	1,2	330	130	47	94	0	570	205	225
9	1,0	7,0	71,6	183	7,6	4,6	0,1	1,5	1,9	76	86	24	96	0	449	315	237
10	8,0	7,4	5,2	55	9,9	4,8	0	1,2	1,9	620	280	65	98	0	480	240	275
11	0,9	7,6	45,4	179	9,4	4,3	0	1,4	2,2	260	180	23	95	0	540	255	205
12	1,4	5,7	38,9	177	4,8	1,8	0,1	1,0	4,7	270	44	18	80	1	655	145	200
13	1,2	5,9	7,2	59	24,9	15,4	0,2	8,8	2,8	270	86	63	90	0	95	440	465
14	0,9	5,6	16,6	100	10,8	6,2	0,2	3,8	5,4	660	72	23	80	1	152	458	390
15	1,1	4,8	3,4	104	5,6	5,3	2,8	2,5	2,4	480	67	31	73	11	250	305	445
16	0,6	5,8	2,0	134	5,2	5,0	0,2	1,0	0,9	230	38	16	81	2	355	325	320
17	0,7	4,6	2,5	129	9,3	17,7	2,2	1,2	5,3	330	25	44	73	6	11	259	730
18	0,9	5,0	1,2	35	4,0	3,7	0,8	0,5	2,0	310	61	14	66	8	225	560	215
Mínima	0,6	4,0	1,2	33	0,2	0,3	0	0,3	0,5	43	1	10	15	0	11	90	130
Máxima	16,8	7,6	73,3	261	24,9	17,7	6,50	15,8	11,8	780	280	65	98	46	655	560	765
Média	3,4	5,6	25,5	124	7,5	5,4	1,21	3,1	3,4	342	85	34	67	8	354	286	360
Desv. Padrão	5,0	1,1	25,3	66	5,7	4,9	1,84	3,7	2,9	224	70	18	28	13	216	133	184

mada de 0-20 cm; de 0,4 a 10,9% na de 20-40 cm; de 0,2 a 11,3% na de 40-60 cm; e de 0,4 a 1,3% na de 60-80 cm de profundidade. Isto significa que existe uma grande variabilidade no conteúdo de matéria orgânica dos solos de várzea. Vitorello et al. (1989) também verificaram uma grande variação no conteúdo orgânico dos solos ácidos sob floresta e cultivados, no Brasil. Em geral, a matéria orgânica diminui com a profundidade do solo.

Cochrane et al. (1985), ao fazer um levantamento das terras de baixada da América Tropical, classificaram esses solos, em termos de matéria orgânica, como sendo: teores de M.O. > 4,5% valor alto; de 1,5 a 4,5% valores médios; e < 1,5% baixo teor de matéria orgânica. De acordo com esta classificação, 22% dos solos na camada superficial (0-20 cm) tinham alto teor de matéria orgânica, e o restante, baixo.

A correlação da matéria orgânica com as diferentes características dos solos, na camada 0-20 cm, consta na Tabela 6. Entre as características químicas,

o conteúdo de matéria orgânica foi positiva e altamente correlacionado com o Al³⁺ e teor de argila. Apresentou, também, correlação positiva com o teor de Cu, embora apresentasse correlação negativa, significativa, com o pH e a saturação de base dos solos de 0-20. A relação significativa e positiva com argila significa que solos argilosos são mais ricos em matéria orgânica.

pH do solo

As médias de pH do solo podem ser usadas para prever o comportamento químico dos solos, particularmente em relação à disponibilidade de nutrientes e à presença de elementos tóxicos. O pH do solo variou de 4 a 7,6, na camada de 0-20 cm; de 4,2, a 8,4 na de 20-40 cm; de 4,3 a 8,3 na de 40-60 cm; e de 4,8 a 8,5 na de 60-80 cm de profundidade.

Em média, os valores do pH do solo, para cada profundidade, foram de 5,6, para a camada de 0-20

TABELA 3. Características químicas e granulométricas dos solos de várzeas, na camada de 20-40 cm de profundidade.

Nº da amostra	M.O. %	pH em H ₂ O	P mg.kg ⁻¹	K+ mg.kg ⁻¹	Ca ²⁺ mg.kg ⁻¹	Mg ²⁺ mg.kg ⁻¹	Al ³⁺ mg.kg ⁻¹	Cu mg.kg ⁻¹	Zn mg.kg ⁻¹	Fe mg.kg ⁻¹	Mn mg.kg ⁻¹	CTC cmol.kg ⁻¹	Sat. base %	Sat. Al %	Areia g.kg ⁻¹	Silte g.kg ⁻¹	Argila g.kg ⁻¹
1	10,9	4,2	4,5	31	0,1	0,3	4,5	0,3	0,7	29	1	42	14	44	670	210	120
2	10,1	4,7	94,4	57	2,9	2,1	4,2	26,0	2,7	64	9	45	24	28	495	150	355
3	7,4	4,7	26,6	34	0,6	0,2	3,9	4,1	2,0	59	3	41	24	28	595	215	190
4	2,7	4,8	4,1	168	2,6	1,8	0,6	2,9	91,0	760	148	16	40	9	93	122	785
5	1,2	5,2	7,9	23	1,4	0,7	0,5	2,2	1,4	360	42	7	38	16	366	109	525
6	1,7	5,9	17,5	37	7,4	0,8	0,1	3,0	5,2	280	73	14	65	1	160	290	550
7	0,9	7,2	49,8	129	15,1	7,4	0,1	2,4	1,9	120	90	41	95	0	135	510	355
8	1,0	7,3	31,2	90	12,7	7,0	0,1	2,1	0,9	180	100	44	97	0	590	190	215
9	0,9	7,3	66,7	140	15,8	7,2	0,1	1,8	1,3	75	71	43	97	0	400	350	250
10	0,4	8,4	26,4	39	9,4	3,2	0	0,9	2,0	250	160	77	100	0	540	225	235
11	0,5	7,7	26,4	148	11,7	4,7	0	1,1	2,0	130	97	27	96	0	530	225	245
12	1,3	6,2	35,2	128	4,8	1,7	0,1	0,9	3,4	220	61	10	73	1	682	113	205
13	0,9	6,4	9,0	22	8,7	4,7	0,1	4,3	3,0	220	63	21	90	1	660	100	240
14	0,5	5,9	16,2	39	9,6	5,8	0,2	2,7	3,5	220	37	20	84	1	300	440	260
15	0,7	5,0	2,3	66	4,5	5,5	1,0	2,0	3,7	180	67	41	88	3	430	315	255
16	0,9	6,1	1,2	81	5,0	4,9	0,2	0,8	0,6	134	25	15	83	2	440	345	215
17	0,5	4,6	2,0	140	9,8	23,1	1,2	1,0	3,7	220	17	51	83	3	11	219	770
18	0,5	5,0	1,3	31	5,1	5,0	0,4	0,5	1,9	180	53	18	84	3	245	530	230
Mínima	0,4	4,2	1,2	22	0,1	0,2	0	0,3	0,6	29	1	7	14	0	11	100	120
Máxima	10,9	8,4	94,4	168	15,8	23,1	4,5	26,0	91,0	760	160	77	100	44	682	530	785
Média	2,4	5,9	23,2	78	7,1	4,8	0,9	3,28	7,27	205	62	32	71	8	409	259	333
Desv. Padrão	3,4	1,24	25,2	51	4,8	5,2	1,5	5,79	20,93	163	46	18	29	13	210	133	195

cm; de 5,9, para a de 20-40 cm; de 6,2, para a de 40-60 cm; e de 6,9, para a de 60-80 cm.

O grau de acidez do solo está descrito, quantitativamente, como levemente ácido (pH entre 6 e 7), moderadamente ácido (pH entre 5,5 a 6), fortemente ácido (pH entre 5 e 5,5), muito ácido (pH 4,5 a 5) e extremamente ácido (pH menor que 4,5) (Brady, 1974). Isto significa que os solos de várzeas estudados são moderadamente ácidos até 40 cm de profundidade, e necessitam de calagem para aumentar a produtividade das culturas, principalmente leguminosas. Houve correlação positiva significativa, entre os valores de pH e Ca, Na, Mn, saturação de base e areia, nas profundidades de 0-20 cm. A correlação positiva e significativa entre pH, Ca e saturação de base significa que com o aumento de pH, também houve um aumento no teor de Ca e saturação de base no solo.

Alumínio extraível apresentou correlações nega-

tivas significativas com o pH. A correlação negativa com pH e Al³⁺ significa que com o aumento de pH diminui o teor de Al³⁺ no solo.

Fósforo, potássio, cálcio e magnésio

Os valores de P, K, Ca, Mg e Na extraíveis variaram de 61, 8, 125, 59 e 123 vezes, respectivamente, na camada superficial do solo (0-20 cm de profundidade). Em geral, os valores de P, K, Ca e Mg foram mais altos na camada superficial do solo (0-20 cm de profundidade), quando comparados com as profundidades de 40-60 e 60-80cm, e o conteúdo de Na aumentou com a profundidade do perfil do solo.

O teor de P do solo teve correlação significativa, positiva, com a concentração de K, e significativa, negativo, com o teor de Fe, na camada superficial. O Ca possui correlações significativas, positiva, com teor de Mg e saturação de base, e significativo, nega-

TABELA 4. Características químicas e granulométricas dos solos de várzeas, na camada de 40-60 cm de profundidade.

Nº da amostra	M.O. %	pH em H ₂ O	P --- mg.kg ⁻¹	K+	Ca ²⁺ ---	Mg ²⁺ cmol.kg ⁻¹	Al ³⁺ ---	Cu	Zn	Fe	Mn	CTC cmol.kg ⁻¹	Sat. base %	Sat. Al %	Areia ---	Silte g.kg ⁻¹	Argila -----
1	11,3	4,3	2,4	21	0,1	0,3	3,8	0,3	0,8	30	1	38	17	37	685	230	85
2	9,8	4,4	56,3	39	3,5	1,9	7,8	40,0	3,3	123	15	52	24	62	390	185	425
3	4,7	4,6	31,5	14	0,7	0,2	4,2	9,3	0,2	103	2	29	27	35	530	185	285
4	1,2	4,8	1,8	94	1,3	1,8	0,3	2,4	7,6	480	89	9	49	6	93	127	780
5	1,1	5,2	2,5	19	0,6	0,6	0,7	2,8	1,6	220	15	5	33	30	319	131	550
6	1,4	6,9	10,8	35	6,3	1,9	0,1	2,6	3,4	220	60	12	72	1	152	304	545
7	0,9	7,4	62,5	109	16,9	8,5	0,1	2,4	1,8	88	77	44	95	0	120	515	365
8	1,0	7,6	28,1	86	11,8	7,7	0,1	2,1	0,9	230	140	49	99	0	620	190	190
9	0,9	7,2	65,5	105	11,8	6,4	0,1	1,4	1,1	34	26	33	95	0	455	310	235
10	0,4	8,3	30,4	27	5,0	2,5	0	1,0	1,6	650	160	62	100	0	655	210	125
11	0,6	7,9	61,4	105	6,5	2,7	0	1,0	1,6	110	59	18	96	0	690	170	140
12	1,2	6,3	34,4	94	4,6	1,9	0,1	0,9	2,7	190	56	10	74	1	642	148	210
13	1,1	6,9	10,8	22	10,3	5,3	0,1	3,9	3,2	131	41	19	88	1	670	95	235
14	0,5	6,1	18,3	33	8,6	5,1	0,1	2,2	3,4	210	31	17	87	1	385	465	150
15	0,6	6,4	4,0	51	3,5	4,8	0,1	1,0	0,8	90	58	50	98	0	635	215	150
16	0,9	6,4	1,0	51	5,7	5,9	0,2	0,6	0,3	120	16	20	88	1	390	345	265
17	0,5	4,8	2,1	160	7,6	24,8	0,5	1,1	3,5	170	14	54	86	1	14	186	800
18	0,2	5,4	3,1	41	6,5	4,7	0,2	0,6	2,1	210	47	20	92	1	260	540	205
Mínima	0,2	4,3	1,0	14	0,1	0,2	0	0,3	0,2	30	1	5	17	0	14	95	85
Máxima	11,3	8,3	65,5	160	16,9	24,8	7,8	40,0	7,6	650	160	62	99	62	690	540	800
Média	2,1	6,2	23,7	61	6,2	4,8	1,0	4,2	2,2	189	50	30	73	10	428	253	319
Desv. Padrão	3,2	1,3	23,7	42	4,5	5,6	2,1	9,2	1,8	153	44	18	29	18	214	134	217

tivo com saturação de Al. O Mg teve uma correlação significativa, positiva, com a saturação de base.

A correlação positiva entre dois elementos significa que, ao aumentar o teor de um, aumenta-se, também, a disponibilidade do outro, desde que este não se encontre em teor muito baixo no solo, a ponto de causar deficiência. O contrário ocorre quando há correlação negativa, isto é, ao aumentar a disponibilidade de um nutriente, diminui a de outro (Cochrane et al., 1985).

Alumínio, saturação de alumínio, CTC e saturação de base

Na camada de 0-20 cm de profundidade de solo, os teores de Al variam de 0 a 6,5 cmol.kg⁻¹ (1cmol.kg⁻¹ = 1 miliequivalente por 100 gramas); a saturação, de 0 a 46%; a acidez total, de 0,99 a 44,88 cmol.kg⁻¹; a CTC, de 10 a 65 cmol.kg⁻¹; e a saturação

de bases, de 15 a 98% (Tabela 2). Considerando apenas os teores de Al, cerca de 1 cmol Al kg⁻¹ é considerado tóxico para a maioria das culturas (Lopes & Cox, 1977). Dentre os 18 solos analisados, cinco apresentaram teores tóxicos (Tabela 2). Entretanto, como a saturação de Al é considerada um dos melhores parâmetros de toxidez nos solos tropicais (Cochrane, 1989), e aproximadamente 60% do teor dele é considerado tóxico para a maioria das culturas (Sanchez et al., 1982), nenhum dos solos atingiu este nível. O Al apresentou uma correlação positiva, significativa, com a saturação, e significativo, negativo, com Mn e saturação de base, na camada superficial do solo. Entretanto, a saturação de Al tinha correlação negativa, significativa, com pH, Ca, Mn e saturação de base (Tabela 6).

O número total de cátions trocáveis que um solo pode reter é chamado de capacidade de troca de cátions (CTC). Quanto mais alta a CTC de um solo,

TABELA 5. Características químicas e granulométricas dos solos de várzeas, na camada de 60-80 cm de profundidade.

Nº da amostra	M.O. %	pH em H ₂ O	P ---mg.kg ⁻¹ ---	K+	Ca ²⁺ ----	Mg ²⁺ cmol.kg ⁻¹ ----	Al ³⁺ ----	Cu	Zn	Fe	Mn	CTC cmol.kg ⁻¹ ----	Sat. base %	Sat. Al %	Areia ---	Silte g.kg ⁻¹ ----	Argila
1 ¹	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2 ¹	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3 ¹	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	0,7	5,1	1,6	43	0,7	1,6	0,1	2,0	100	240	53	6	52	3	116	140	745
5	0,9	5,4	2,2	31	0,5	0,5	0,5	2,9	1,5	180	6	4	33	25	304	146	550
6	1,1	6,5	7,8	29	5,6	0,8	0	2,0	2,9	180	57	9	75	0	187	303	510
7	0,8	7,4	57,6	97	16,3	9,3	0,1	2,3	1,8	92	82	49	95	0	150	480	370
8	1,1	7,5	27,5	70	11,3	6,0	0,1	1,7	0,9	120	92	44	98	0	645	180	175
9	0,8	7,1	58,3	136	15,8	8,6	0,1	1,6	1,2	50	52	40	96	0	400	330	260
10	0,4	8,5	52,3	17	1,6	0,8	0	0,4	1,3	220	99	8	100	0	730	140	130
11	0,5	7,9	64,2	86	6,2	2,4	0	0,8	1,8	110	54	17	98	0	715	165	120
12	1,3	6,4	35,2	84	4,7	1,7	0	0,9	2,4	230	65	10	75	0	659	160	180
13 ¹	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14 ¹	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15 ¹	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	0,9	6,3	1,0	48	4,6	4,9	0,3	0,5	0,2	120	15	18	86	2	374	336	290
17	0,5	4,8	2,4	160	7,5	31,0	0,5	1,0	3,0	130	86	63	90	1	13	197	790
18	0,5	6,2	9,3	47	6,3	5,3	0,1	0,8	2,8	220	47	22	96	1	250	545	205
Mínima	0,4	4,8	1,0	17	0,5	0,5	0	0,4	0,2	50	6	4	33	0	13	140	120
Máxima	1,3	8,5	64,2	160	16,3	31,0	0,5	2,9	100	240	99	63	100	25	730	545	745
Média	0,8	6,9	26,7	71	6,8	6,1	0,2	1,4	10	149	59	24	83	3	370	269	360
Desv. Padrão	0,3	1,1	25,6	44	5,3	8,4	0,2	0,8	28	62	29	20	21	7	280	139	268

¹Nº de amostras 1, 2, 3, 13, 14 e 15 não foram coletadas amostras de 60-80 cm de profundidade e por isso não foram apresentados dados de análise química e física.

mais cátions este pode reter. A CTC pode ser classificada como baixa (menor de 10 cmol.kg⁻¹), média (10 a 30 cmol.kg⁻¹) e alta (>30 cmol.kg⁻¹) (Fageria, 1989a). De acordo com este critério, quase todas as amostras analisadas tinham alta CTC, na camada mais superficial do solo.

Baixa porcentagem de saturação de bases significa uma predominância de H e Al no complexo de troca. Deficiências de Ca, Mg e K ocorrem, comumente, em solos com baixa CTC e baixa saturação de bases. Em termos de produtividade, cerca de 50% a 60% da saturação de bases é considerada adequada para a maioria dos cereais, e de 60% a 70% é adequada para a maioria das leguminosas (Fageria, 1989a). De acordo com o critério acima, 28% das amostras de solo analisadas tinham baixos teores de saturação de bases para cereais, e 33% para produção de legumes (Tabela 2). Isto significa que alguns destes solos preci-

sam de calagem para uma boa produção de legumes e cereais. A saturação de bases correlacionou-se positiva e significativamente com o pH e com os teores de Ca, Mg, Mn e, negativa e significativamente, com a matéria orgânica e com o teor de Al.

Cobre, zinco, ferro e manganês

Os valores desses micronutrientes variaram consideravelmente nas amostras analisadas. Do ponto de vista de fertilidade, todos os nutrientes estavam em quantidades necessárias para a produção das culturas. Em poucas amostras, os teores de Zn e de Cu encontram-se no nível crítico, cerca de 1 mg.kg⁻¹ para Zn e 0,5 mg.kg⁻¹ de Cu (Fageria, 1989a). Deve-se tomar cuidado ao se fazer calagem nestes solos, para evitar que se induza deficiências de Zn e de Cu. O Fe teve correlação significativamente negativa com matéria

TABELA 6. Coeficientes de correlação entre características químicas e granulométricas dos solos das várzeas, nas camadas de 0-20 cm de profundidade.

Propriedades	M.O	pH	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	Cu	Zn	Fe	Mn	CTC	Sat. base	Sat. Al	Areia	Silte
M.O.	1															
pH	-0,56*	1														
P	0,18ns	0,39ns	1													
K	-0,22ns	0,37ns	0,56*	1												
Ca ²⁺	-0,42ns	0,52*	0,08ns	0,11ns	1											
Mg ²⁺	0,37ns	0,22ns	-0,13ns	0,06ns	0,76**	1										
Al ³⁺	0,80**	-0,72**	-0,19ns	-0,37ns	0,50*	-0,24ns	1									
Cu	0,38ns	-0,12ns	0,38ns	-0,06ns	0,32ns	0,18ns	-0,2ns	1								
Zn	-0,20ns	-0,22ns	-0,12ns	0,38ns	-0,04ns	-0,08ns	-0,27ns	0,02ns	1							
Fe	-0,50*	0,03ns	-0,49*	-0,03ns	0,04ns	-0,03ns	-0,40ns	-0,20ns	0,60**	1						
Mn	-0,46ns	0,74**	0,02ns	-0,26ns	0,35ns	0,06ns	-0,55*	-0,20ns	0,14ns	0,47ns	1					
CTC	-0,43ns	0,03ns	-0,01ns	-0,26ns	0,42ns	0,42ns	0,37ns	0,37ns	-0,38ns	-0,31ns	0,14ns	0,55*	-0,9ns	1		
Sat. base	-0,78**	0,84**	0,14ns	0,32ns	0,67**	0,51*	-0,73**	-0,21ns	-0,17ns	0,07ns	0,55*	-0,9ns	1			
Sat. Al	0,79**	-0,71**	-0,21ns	-0,43ns	-0,61**	-0,43ns	0,93**	-0,08ns	-0,23ns	-0,26ns	-0,51*	0,21ns	-0,84**	1		
Areia	0,28ns	0,56*	0,29ns	0,01ns	-0,24ns	-0,30ns	-0,35ns	-0,47ns	-0,47ns	-0,26ns	0,20ns	-0,06ns	0,35ns	-0,18ns	1	
Silte	0,38ns	0,04ns	0,08ns	-0,11ns	0,42ns	0,24ns	-0,06ns	0,25ns	-0,28ns	-0,33ns	-0,10ns	0,10ns	0,35ns	-0,29ns	-0,51**	1
Argila	0,88**	-0,33ns	0,04ns	0,33ns	-0,29ns	-0,32ns	-0,06ns	0,14ns	0,72**	0,53*	0,11ns	-0,30ns	-0,72**	0,38ns	-0,34ns	-0,35ns

*, ** Significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente
 ns = Não significativo.

orgânica, P, e CTC e, positiva, com teor de argila e Zn. O Mn correlacionou-se significativa e negativamente com a matéria orgânica.

Areia, silte e argila

Na profundidade de 0-20 cm do solo, os valores dos teores de areia variaram de 11 a 655 g.kg⁻¹; silte, de 90 a 560 g.kg⁻¹; e argila, de 130 a 765 g.kg⁻¹ do solo (Tabela 2). De acordo com a Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (1989), solos arenosos possuem <15% de argila; solos de textura média, de 15% a 35%; e solos argilosos, > 35% de argila. De acordo com esta classificação, 53% dos solos estavam no grupo argiloso, e os restantes 47% no de textura mediana, na camada superficial. Isto significa que a maior parte desses solos é de textura argilosa. A areia teve uma correlação positiva, significativa, com pH, enquanto o teor de argila se correlacionou significativa e positivamente com a matéria orgânica e com Zn e Fe, e, significativa e negativamente com a saturação de base, na camada mais superficial do solo (Tabela 6).

CONCLUSÕES

1. As características químicas e granulométricas dos solos de "várzeas", dos Estados do Paraná, Minas Gerais, Rio Grande do Norte, Piauí e Maranhão, variaram largamente.
2. A maioria dos solos analisados apresentaram-se com baixos teores de matéria orgânica, moderadamente ácidos e possuem em alto teor de P, K, Ca, Mg e baixa saturação de Al na camada 0-20 cm de profundidade.
3. Os micronutrientes analisados (Cu, Zn, Fe e Mn) encontraram-se em quantidades adequadas para atender às necessidades das culturas.
4. As amostras de solos apresentaram, na maioria, textura argilosa, sendo necessária, portanto, drenagem adequada em casos de se adotarem sistemas de rotação de culturas.
5. A diferença das propriedades estudadas pode ser resultante da variabilidade das propriedades físicas e químicas naturais e das diferenças nas práticas de manejo. Estes resultados sugerem que, nos manejos destes solos para produção de culturas, é necessá-

rio que existam diferentes práticas tecnológicas, com especial referência a fertilização.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR) – Londrina –, à Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) – Belo Horizonte –, à Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual (UEPAE de Teresina) – Teresina –, à Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EM-PARN) – Natal –, e à Empresa Maranhense de Pesquisa Agropecuária (EMAPA) – São Luís –, pela coleta das amostras de solo que foram utilizadas neste estudo.

REFERÊNCIAS

- BRADY, N.C. *The nature and properties of soils*. 8.ed. New York: MacMillan, 1974. 639p.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. Programa Nacional para Aproveitamento Racional de Várzeas Irrigáveis. *PROVÁRZEAS. Relatório Anual 1982*. Brasília, 1982. 33p.
- COCHRANE, T.T. Chemical properties of natural savana and forest soils in Central Brazil. *Soil Science Society of American Journal*, Madison, v.53, p.139-141, 1989.
- COCHRANE, T.T.; SANCHEZ, L.G.; AZEVEDO, L.G. de; PORRAS, J.A.; GARVERL, C.L. *A terra na América tropical*. Cali: CIAT/EMBRAPA-CPAC, 1985. 146p.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. (Lavras, MG.) *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais; 4a. aproximação*. Lavras, 1989. 176p.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro, 1979. 1v.
- FAGERIA, N.K. Química de solos de várzea. In: SIMPÓSIO AVANÇADO DE SOLOS E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 2., 1989, Piracicaba, SP. *Anais...* Campinas: Fundação Cargill, 1989b. p.93-114.
- FAGERIA, N.K. *Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas*. Brasília: EMPRAPA-CNPAP, 1989a. 425p. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 18).
- KLAMT, E.; KAMPF, N.; SCHNEIDER, D. *Solos de várzea no Estado do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Agronomia, 1985. 42p. (Boletim Técnico de Solos, 41).
- LOPES, A.S.; COX, F.R.A. A survey of the fertility status of surface soils under cerrado vegetation in Brazil. *Soil Science Society of American Journal*, Madison, v.41, p.742-746, 1977.
- RASSINI, J.B.; REIS, A.E.G.; MACEDO, J.; LEITE, J.C. *Caracterização de várzeas na região dos cerrados*. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1984. 16 p. (EMBRAPA-CPAC. Boletim de Pesquisa, 22).
- SANCHEZ, P.A.; BANDY, D.E.; VILLACHIGA, J.H.; NICHOLAIDES, J.J. Amazon basin soils: management for continuous crop production. *Science*, Washington, v.216, p.821-827, 1982.
- VITORELLO, V.A.; CERRI, C.C.; FELLER, E.; VITORIAL, R.L. Organic matter and natural carbon-13 distribution in forest and cultivated oxisols. *Soil Science Society of American Journal*, Madison, v.53, p. 773-778, 1989.