

AS TERRAS ROXAS ESTRUTURADAS DA AMAZÔNIA

Lúcio Salgado VIEIRA

Engenheiro Agrônomo, MS, Professor
Titular da FCAP.

Paulo César Tadeu C. dos SANTOS

Engenheiro Agrônomo, MS, Professor
Adjunto da FCAP.

Moacir Azevedo VALENTE¹

Engenheiro Agrônomo, IDESP-PA.

Raimundo Cosme de OLIVEIRA JÚNIOR¹

Engenheiro Agrônomo, EMBRAPA
CNPDS - AM.

RESUMO: *As Terras Roxas Estruturadas da Amazônia são solos predominantemente eutróficos, profundos, onde a CTC apresenta-se variando, em média, entre 8,03 e 18,52 meq/100g de solo; Ki em média oscilando no perfil entre 2,06 e 2,13; relação Al_2O_3/Fe_2O_3 em média encontrada entre 1,58 e 1,78; e o Fe_2O_3 livre variando em média entre 11,20 e 12,64%. Possuem CTC predominantemente influenciada pelo conteúdo de matéria orgânica do solo, chegando esta a participar, em média, com 81% das trocas processadas no horizonte A. Apresentam dominância de caolinita e subdominância de óxidos de Fe e Al no material mineral e variabilidade da CTC da fração mineral possivelmente devida à subdivisão de partículas argilosas e desordem de sua rede cristalina.*

1 - INTRODUÇÃO

As Terras Roxas Estruturadas da Amazônia ocupam áreas de pequena extensão, quando comparadas às dos demais solos aí encontrados. Nesta região os estudos levados a efeito dizem mais respeito ao mapeamento e caracterizações física e química, não havendo ainda maior preocupação sobre a interação que deve existir entre elas e as plantas. Apesar disso, já tem havido interesse de pesquisadores para estudos que levam em conta o perfil, como um todo, no processo de utilização dos solos. HARA (4), por exemplo, explica que para ser compreendido o comportamento dos vegetais no solo é necessário que sejam acumulados conhecimentos de suas características intrínsecas, não somente dos hori-

(1) Estudantes de Pós-Graduação da FCAP, Mestrado em Agropecuária Tropical

zontes superficiais, os maiores responsáveis pelo desenvolvimento das plantas, como também dos horizontes subsuperficiais, menos influenciados pelos processos de utilização e que refletem as suas características originais.

As Terras Roxas Estruturadas da Amazônia são solos com conteúdo elevado dominante de bases trocáveis, mas que apresentam muito baixo teor de fósforo disponível, apesar de possuírem elevado conteúdo de fósforo total VIEIRA & BORNEMISZA (11). Segundo FALESI et alii (3); VIEIRA et alii (14); VIEIRA (10); VIEIRA & VIEIRA (13); VIEIRA et alii (15); ROSATELLI et alii (9), CORREA et alii (2), as Terras Roxas Estruturadas da Amazônia são semelhantes às encontradas na parte sul do Brasil e se assemelham aos "Low Humic Latosol" descritos por Sherman e Alexander, citados por VIEIRA & VIEIRA (13) e por CLINE et alii (1) no Havai e aos Reddish Brown Lateritic Soils encontrados no sul dos Estados Unidos da América. São solos minerais argilosos originados predominantemente da decomposição de rochas sub-básicas, básicas e ultrabásicas que, segundo Almeida, citado por FALESI et alii (3), pertencem ao Triássico ou ao Jurássico - Cretáceo.

Conforme o que demonstram VIEIRA & SANTOS (12) e KITAKAWA & MÖLLER (6, 7, 8), estes solos apresentam dominância de materiais argilosos de baixa capacidade de troca catiônica. Possuem em subdominância goetita (Gt) e hematita (Hm) responsáveis pela cor vermelho-fosco que apresentam VIEIRA & SANTOS (12). Segundo KAMPF & SCHWERTMANN (5) a cor dos solos é determinada pelo tipo de óxido de ferro neles encontrado, o que vem reforçar a sua participação na intensidade da cor. Tais autores explicam que o matiz Munsell está relacionado com o quociente $Hm/(Hm + Gt)$. À medida que a proporção de hematita (Hm) se aproxima de 50%, o matiz altera-se de 10YR para 2,5YR e 5YR e amostras úmidas e secas, o aumento de 50 a 92% no conteúdo de hematita produz, entretanto, menores alterações na cor, que passa de 2,5 YR para 10R. Esta fraca alteração é verificada quando o quociente $Hm/(Hm + Gt) > 0,5$, o

que dificulta a diferenciação de solos com dominância de hematita.

Além dos óxidos citados, existem também neles a presença de óxidos de manganês e titânio.

2 – MATERIAL E MÉTODO

Foram selecionados 13 perfis de Terra Roxa Estruturada descritas em várias partes da Amazônia, nos quais foram estudados os horizontes A₁, A₃, B₁ e B₂.

A capacidade de troca catiônica (CT) da matéria orgânica foi determinada pela fórmula de VIEIRA & SANTOS (12) como segue:

$$CT \text{ da MO.} = \frac{CTC (\% C \times 4,5)}{(\% \text{ arg.} \times 0,08) + (\% C \times 4,5)}$$

Os resultados analíticos dos solos selecionados foram submetidos à análise estatística para a determinação dos valores médios, máximos e mínimos, da variância, do desvio padrão, da assimetria e da coeficiência de variação.

O valor “t”, calculado para o coeficiente de assimetria, foi determinado pela fórmula $t = gl/sgl$, onde gl é o grau de liberdade e sgl o desvio padrão do coeficiente de assimetria.

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Terras Roxas Estruturadas eutróficas apresentam textura com valores médios de silte variando no horizonte A de 27 a 28% e em torno de 23% no horizonte B, considerando aqui somente o B₁ e o B₂. Segundo VIEIRA & SANTOS (12), os valores extremos mínimos e máximos (limites inferiores e superiores) variam, no perfil de 11% na B₂ a 38% no A₁, respectivamente (Tabelas 1 e 2).

As terras roxas estruturadas da Amazônia

LÚCIO SALGADO VIEIRA; PAULO CÉZAR TADEU C. DOS SANTOS;
MOACIR AZEVEDO VALENTE; RAIMUNDO COSME DE OLIVEIRA
JÚNIOR

TABELA 1 — Resultados analíticos médios das Terras Roxas Estruturadas eutróficas, textura argilosa e muito argilosa da Amazônia.

HOR.	Granulometria %		Argila natural %	Grau floc. %	Silte Argila
	Silte	Argila total			
A ₁	28	38	19	53	0,75
A ₃	27	50	19	60	0,59
B ₁	23	55	7	84	0,48
B ₂	23	57	7	92	0,41

%			Ki	Kr	Fe ₂ O ₃ (livre) %	%		C/N
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃				C	N	
17,62	15,55	16,82	2,11	1,16	11,20	2,91	0,27	8
19,16	16,61	18,44	2,13	1,21	12,58	1,07	0,12	8
21,16	18,22	17,11	2,08	1,27	12,50	0,58	0,08	7
24,41	19,89	19,13	2,06	1,30	12,64	0,34	0,04	9

pH		Δ pH	Al_2O_3	100 Al	P_2O_5
H_2O	KCl		Fe_2O_3	Al + S	mg/100g
6,1	5,5	−0,6	1,78	4	0,79
6,1	5,3	−0,8	1,69	2	0,43
6,1	5,5	−0,6	1,88	4	0,38
5,9	5,3	−0,6	1,76	4	0,32

Complexo Sortivo meq/100g								V %
Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺⁺	S	H ⁺	Al ⁺⁺⁺	T	
13,12	2,76	0,36	0,28	16,52	1,79	0,05	18,36	90
6,17	1,47	0,22	0,17	8,03	1,82	0,16	10,01	80
3,85	1,23	0,18	0,16	5,42	1,45	0,17	7,04	77
2,76	1,28	0,15	0,13	4,32	1,29	0,23	5,84	74

As terras roxas estruturadas da Amazônia

LÚCIO SALGADO VIEIRA; PAULO CÉZAR TADEU C. DOS SANTOS;
MOACIR AZEVEDO VALENTE; RAIMUNDO COSME DE OLIVEIRA
JÚNIOR

TABELA 2 – Resultados analíticos máximos e mínimos extremos das Terras Roxas Estruturadas eutróficas, textura argilosa e muito argilosa da Amazônia.

HOR.	Granulometria %				Silte/Argila		Ki	
	Silte		Argila total		MAX	MIN	MAX	MIN
	MAX	MIN	MAX	MIN				
A1	38	16	48	23	1,24	0,40	2,71	1,05
A3	32	19	60	26	1,19	0,40	2,61	1,33
B1	37	14	69	34	1,08	0,21	2,53	1,26
B2	40	11	70	35	0,88	0,15	2,71	0,68

Fe ₂ O ₃ livre %		C%		pH				Al ₂ O ₃ /Fe ₂ O ₃	
MAX	MIN	MAX	MIN	H ₂ O		KCl		MAX	MIN
				MAX	MIN	MAX	MIN		
13,30	10,20	6,30	1,35	7,0	5,2	6,5	4,6	4,73	0,50
15,60	11,20	2,10	0,60	7,3	5,2	6,1	4,8	3,10	0,53
15,60	11,60	0,90	0,30	6,9	5,3	5,5	5,0	2,99	0,83
15,50	11,80	0,60	0,20	6,9	4,9	6,2	4,8	3,15	1,21

Complexo Sort. meq/100g				V %		P ₂ O ₅ meq/100g	
S		T		MAX	MIN	MAX	MIN
MAX	MIN	MAX	MIN				
37,28	5,73	39,86	8,12	99	70	2,31	< 0,11
11,82	2,82	23,23	4,96	98	57	0,55	< 0,11
10,34	2,31	14,16	3,63	97	53	0,55	< 0,11
6,94	2,30	9,70	3,21	97	50	0,96	< 0,11

Apresentam alto grau de floculação de argila, principalmente no horizonte B, devido, em grande parte, à subdominância dos óxidos de ferro na fração argilosa; possuem capacidade de troca catiônica, em média, variando de 10,01 a 18,36 meq/100g de solo no A e de 5,84 a 7,04 meq/100g de solo no B, com valores extremos mínimos e máximos, VIEIRA & SANTOS (12) que vão de 3,21 meq/100g de solo no B₂ a 39,86 meq/100g de solo no A₁; média da saturação de bases variando no perfil de 74% (B₂) a 90% (A₁); e baixo conteúdo de fósforo disponível, apesar de, segundo VIEIRA & BOR-NEMISZA (11), conterem elevado conteúdo de P total em forma não utilizável.

Apresentam relação Ki variando, em média, entre 2,06 (B₂) a 2,13 (A₃) no perfil, com valores extremos, segundo VIEIRA & SANTOS (12), de 0,68 (B₂) e 2,71 (A₁ e B₂); a relação Al₂O₃/Fe₂O₃ varia, em média, entre 1,58 e 1,88, com valores extremos mínimos e máximos de 0,50 e 4,73, respectivamente. O Fe₂O₃ livre varia, em média, no perfil, de 11,20 a 12,64%, apresentando limite inferior de 10,20% e limite superior de 15,60%.

Com respeito às trocas catiônicas da matéria orgânica destes solos, verifica-se haver dominância bastante marcante, em relação à CTC da argila (Tabela 3). No horizonte A₁ pode chegar a 91%, embora os valores médios estejam entre 54 e 81% no horizonte A e entre 25 e 40% no horizonte B₁, valores estes que se aproximam ao dos Latossolos Amarelos, apesar de não diferirem muito dos demais Latossolos, VIEIRA & SANTOS (12).

Nas Terras Roxas Estruturadas amazônicas, as adições de matéria orgânica ao solo estão grandemente influenciadas pela acentuada intemperização biológica a que vem sendo submetida, e a sua diluição no perfil é o reflexo de intensa lixiviação proporcionada pela precipitação pluviométrica regional elevada e concentrada em um período bastante longo, seguido de um período seco característico. Nelas as remoções são contrabalançadas pela intemperização dos minerais primários nos solos eutróficos e são bastante acentuadas nos solos distróficos, onde o pH demonstra acidez elevada, condição que possibilita maior disponibilidade de Fe e Al,

proporcionando inclusive a intemperização dos silicatos secundários. Por sua vez, a matéria orgânica condiciona que, principalmente, os compostos de Fe sejam translocados e possam contribuir na formação dos micro-agregados, fortemente cimentados, que podem mascarar a determinação da composição granulométrica destes solos. Dessa maneira haveria a falsa idéia de valores mais elevados de silte e menores de argila.

São solos que apresentam alto grau de floculação das argilas minerais, condição que contribui para a formação de uma macro-estrutura de moderada a fortemente desenvolvida, como acontece nas Terras Roxas Estruturadas do município de Óbidos, no estado do Pará.

Os índices Ki destes solos apresentam-se elevados, possivelmente devido à ação dos compostos orgânicos sobre os compostos de Fe e Al ou da liberação da sílica em pH adequado. Assim sendo, os valores tendem sempre a decrescer em profundidade, o que pode ser devido a um maior conteúdo de Al liberado pela distribuição biológica dos quelatos nos solos distróficos ou por maior perda de sílica nos solos eutróficos.

Outro fato a considerar é a relação $\text{Al}_2\text{O}_3 / \text{Fe}_2\text{O}_3$ que indica a existência de um acúmulo de Fe_2O_3 em relação ao Al_2O_3 .

A CTC da fração organo-mineral, tanto nos solos eutróficos como nos distróficos, apresenta grande variação nos valores encontrados, refletindo, dessa maneira, o alto coeficiente de variação encontrado. Por outro lado, sabendo-se de dominância da Caolinita e subdominância dos óxidos de Fe e Al nestes solos VIEIRA & SANTOS (12) não deveria haver valores discordantes da CTC da fração mineral dos vários perfis estudados. Isto, entretanto, reflete a presença de partículas de tamanhos diferentes na composição da fração argilosa, associada a um maior ou menor conteúdo de óxido de Fe e à desordem da rede cristalina de alguns minerais argilosos. Quando há diminuição do tamanho das partículas da caolinita, há aumento do conteúdo de Fe, daí então a variação encontrada na CTC da fração argilo-mineral destes solos da Região Amazônica, nos quais existe alto conteúdo de Fe_2O_3 livre.

TABELA 3 – Capacidade de troca catiônica (CT) da matéria orgânica, por 100g de solo, das Terras Roxas Estruturadas da Amazônia, segundo VIEIRA & SANTOS, 1987.

Solo Hor.	CTC *			CT da Matéria Orgânica					
	meq/100g			meq/100g			%		
	MAX	MED	MIN	MAX	MED	MIN	MAX	MED	MIN
TEe A ₁	27,95	18,36	9,24	25,42	14,90	6,43	91	81	69
A ₃	16,78	10,01	5,95	12,70	5,46	2,14	75	54	36
B ₁	10,79	7,04	6,41	6,42	2,62	1,25	59	37	19
B ₂	8,83	5,84	5,79	3,71	1,46	1,06	36	25	18
TEd A ₁	14,53	11,43	11,87	11,99	8,61	8,23	82	75	72
A ₃	7,96	7,12	4,14	4,97	4,00	1,84	62	56	44
B ₁	8,04	5,64	4,89	3,49	2,25	1,63	43	40	33
B ₂	8,35	5,10	5,77	2,34	1,21	1,07	32	25	18

*

Os valores máximo, médio e mínimo da CTC total estão relacionados aos valores máximo, médio e mínimo da CT da matéria orgânica. TEe – Terra Roxa Estruturada eutrófica; TEd – Terra Roxa Estruturada distrófica.

Portanto, os resultados analíticos apresentados por estes solos descritos e coletados na Amazônia, constantes dos vários trabalhos publicados nos últimos 30 anos, não possuem representatividade em relação às médias, talvez devido aos poucos dados disponíveis e analisados. Apesar disso, os dados estudados demonstraram uma tendência lógica e portanto devem ser considerados como um ponto de referência para trabalhos futuros mais precisos.

4 – CONCLUSÃO

A partir dos dados estudados foi possível concluir que:

- existe uma heterogeneidade bastante grande dos dados analíticos disponíveis com relação à morfologia destes solos;

- b) as médias determinadas deverão ser tomadas somente como ponto de referência para outros trabalhos onde os dados a estudar possam estar estatisticamente ajustados;
- c) a capacidade de troca catiônica dos solos está bastante influenciada pelo teor de matéria orgânica neles encontrados, pois a capacidade de troca da matéria orgânica chega a alcançar valores entre 54 e 81%, em média, das trocas processadas no horizonte A_1 .

(Aprovado para publicação em 14.3.88)

5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 – CLINE, M.G. et alii. *Soil survey of territory of Hawaii; islands of Hawaii, Kawai, Lanai, Mani, Molokai and Oahu*. Washington D.C., U.S. Department of Agriculture, 1939, 1955. p. 3-635. (Soil Survey Series, 25)
- 2 – CORREA, P.R.S. et alii. Levantamento exploratório de solos. In: BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto RADAM-BRASIL. *Folha NA. 20-Boa Vista e parte das folhas NA-21-Tumucumaque, NB-20 -Roraima e NB-21*; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1975. p. 183-273 (RADAM-BRASIL. Levantamento de Recursos Naturais, 8)
- 3 – FALESI, I.C. et alii. *Levantamento de reconhecimento dos solos da colônia agrícola Paes de Carvalho, Alenquer - Pará*. Belém, Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Norte, 1970. 150p. (IPEAN. Série: Solos da Amazônia, v.2, nº 2)

- 4 – HARA, T. *Capacidade de troca catiônica de três solos de Minas Gerais*. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1974. 74p. (Tese de Mestrado)
- 5 – KAMPF, N. & SCHWERTMANN, U. Relação entre óxidos de ferro e a cor em solos cauliniticos do Rio Grande do Sul. *REV. BRAS. CIÊNCIA SOLO*, Brasília, 7(1): 27-31, jan./abr. 1983.
- 6 – KITAGAWA, Y. & MOLLER, M.R.F. Clay mineralogy of some typical soils in Brazilian Amazon region. *PESQUISA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA*, Brasília, 14(3): 201-228, jul. 1979.
- 7 – _____. Clay mineralogy of the Terra Roxa Estruturada soils from florest/savannah the Amazon region. *SOIL SCIENCE & PLANT NUTRITION*, Tokio, 25(3): 385-95, 1979.
- 8 – _____. Comparative clay mineralogy of Terra Roxa Estruturada soils in Amazon region. *SOIL SCIENCE & PLANT NUTRITION*, Tokio, 25 (3): 385-95, 1979.
- 9 – ROSATELLI, J.S. et alii. Levantamento exploratório de solos da Folha SB. 22-Araguaia e parte da Folha SC. 22-Tocantins. In: BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto RADAM. *Folha SB. 22-Araguaia e parte da Folha SC 22-Tocantins*; geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1974. p. III/1-90. (RADAM. Levantamento de Recursos Naturais, 4).
- 10 – VIEIRA, L.S. *Manual da ciência do solo*. São Paulo, Agromômica Ceres, 1975. 464p.

- 11 – VIEIRA, L.S. & BORNEMISZA, E. Categorías y formas de fósforo en los principales grandes grupos de suelos en la Amazonia de Brasil. *TURRIALBA*, Turrialba, 18(3): 242 - 48, jul./set., 1968.
- 12 – _____ & SANTOS, P.C.T.C. dos. *Amazônia: seus solos e outros recursos naturais*. São Paulo, Agronômica Ceres, 1987. 450p.
- 13 – _____ & VIEIRA, M. de N.F. *Manual de morfologia e classificação de solos*. São Paulo, Agronômica Ceres, 1983. 313p.
- 14 – _____; OLIVEIRA, N.V. de C.; BASTOS, T.X. *Os solos do Estado do Pará*. Belém, Instituto do Desenvolvimento Econômico Social do Pará, 1971. 175p. (IDESP. Cadernos Paraenses, 8)
15. _____ et alii. Folha SB. 21 - Tapajós. III – Levantamento exploratório de solos. In: BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto RADAM. *Folha SB. 21-Tapajós*; geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1975. p. 161-232. (RADAM. Levantamento de Recursos Naturais, 7).

As terras roxas estruturadas da Amazônia

LÚCIO SALGADO VIEIRA; PAULO CÉZAR TADEU C. DOS SANTOS;
MOACIR AZEVEDO VALENTE; RAIMUNDO COSME DE OLIVEIRA
JÚNIOR

VIEIRA, Lúcio Salgado; SANTOS, Paulo Cézar Tadeu C. dos; VALENTE, M.A.; OLIVEIRA Jr., R. C. de. As terras roxas estruturadas da Amazônia. BOLETIM da FCAP, Belém (17): 31-44, dez. 1988.

ABSTRACT: *The Terra Roxa Estruturada of Amazonia are dominantly eutrophic soils, deep, where the CEC present with variation in average between 8,03 and 18,52 meg/100g of soils; Ki in average varying between 2,06 and Fe_2O_3 free, varying between 11,20 and 12,64%. They have CEC dominantly influenced by the organic matter content of soil, that has a participation in average of 81% of changes found in a horizon. They present cominantly Kaolinite and subdominance of Fe and Al oxides in mineral material, and variability of CEC of mineral fraction, may be due to subdivision of clay particles and disturbance of structural units.*