

DEGRADAÇÃO DE ALGUMAS DAS PROPRIEDADES DE UM NITOSSOLO VERMELHO EM FUNÇÃO DO TIPO DE USO NA REGIÃO DE MARINGÁ - PR

IVALDETE BARRETO GÓNGORA¹
MARIA TERESA DE NÓBREGA²

RESUMO: A ocupação solos na região de Maringá, na década 50 se deu pelo desbravamento de áreas de Nitossolo Vermelho e Latossolo Vermelho, para implantação da cultura de café que, posteriormente, passaram a ser exploradas, através de processos mecanizados, para produção de grãos (milho, soja e trigo). A prática dessa agricultura mecanizada e intensiva, a partir da década de 70, sem os métodos adequados de manejo e de controle de erosão, provavelmente contribuiu para a degradação das propriedades pedológicas. Visando avaliar essa degradação, foi realizado um estudo comparativo e algumas propriedades morfológicas, químicas e físicas entre três perfis de solo, representativos de Nitossolo Vermelho sob mata nativa, sob cultura de café e soja/trigo. O perfil, sob mata nativa, serviu para avaliar o grau de alteração dessas propriedades provocados pelos sucessivos tipos de uso e manejo. Os dados obtidos evidenciam a degradação das propriedades físicas e químicas nos perfis cultivados do Nitossolo Vermelho. As maiores alterações ocorreram nas camadas superficiais (até 30 cm de profundidade) dos solos cultivados. Considerando-se o tipo de cultura e o manejo, o café induz a uma maior concentração superficial das frações mais grosseiras, densidade global mais elevada, porosidade mais reduzida e maior acidificação nas camadas superiores, em comparação com a cultura soja/trigo. Efeitos semelhantes, mas mais atenuados, principalmente quanto à acidificação, também são observados na cultura soja/trigo. Como esses sistemas de manejo são os predominantes na região, provavelmente que a degradação observada, seja generalizada na área de ocorrência do Nitossolo Vermelho.

PALAVRAS CHAVES: degradação, propriedades pedológicas, nitossolo vermelho, uso e manejo.

DEGRADATION OF SOME PROPERTIES OF A NITOSSOLO VERMELHO CONSIDERING THE TYPE OF USE IN MARINGÁ CITY REGION - PARANÁ - STATE

ABSTRACT: The occupation in Maringá city region during the 50th century occurred through the digging of Nitossolo Vermelho and Latossolo Vermelho areas to cultivate coffee and, lately, it began to be explored through mechanical processes to product grains (corn, soybean and wheat). This mechanized and intensified agricultural practice, from the 70th century on, without adequate methods of management and controlling of erosion, has contributed for the degradation of pedological properties. Aiming to evaluate this degradation, a comparative study of the morphological, chemical and physical properties among three soil profiles has been performed, one of them about the native forest and the others on coffee/wheat cultivation in the some pedological unit, the Nitossolo Vermelho. The native forest profile was used to evaluate the transformation and impacts extent caused

¹ Especialista em Geografia do Estado do Paraná

² Prof^a Dr^a em Geoquímica

by the successive kinds of use and management. The data made the degradation of the physical and chemical properties in the Nitossolo Vermelho cultivated profiles evident. Most of the changes occurred on the superficial layers (up to 30cm deep) of the cultivated soils. Considering the type of culture and management, coffee induces to a greater superficial concentration of the most coarse fractions, a higher global density, a more reduced porosity and a greater acidification on the upper layers, comparing with the soybean/wheat cultivation. Similar effects, but more attenuated ones, mainly related to the acidification, have also been observed in the soybean/wheat culture. Since these management systems are predominant in the region, it is possible to say that the observed degradation is generalized in the Nitossolo Vermelho occurrence area.

KEY-WORDS: Pedological properties, nitossolo vermelho, management

INTRODUÇÃO

A uso do solo nas diferentes áreas do Norte do Paraná, desde sua colonização, caracterizou-se pela implantação sistemática de práticas agrícolas, decorrentes quase sempre da ação de estímulos econômicos e políticos.

Essa exploração iniciou-se cerca de 50 anos atrás, pelo desbravamento de áreas de terras férteis para a implantação de lavouras cafeeiras.

Após a retirada do café, essas áreas passaram a ser exploradas com culturas anuais principalmente através de processos mecanizados para produção de grãos (milho, soja e trigo).

Atualmente, as pesquisas, realizadas em algumas regiões do País, revelam que estão ocorrendo significativas alterações nas condições físicas de alguns tipos de solos em decorrência dessas práticas. São alterações que interferem nas propriedades pedológicas e trazem, como conseqüência, alterações em suas características morfológicas, físicas e químicas que se refletem, de imediato, na produção das culturas.

Considerando que após períodos prolongados e contínuos, o efeito do uso e manejo nas propriedades do solo é mais evidente, objetivou - se no presente trabalho avaliar a alteração em algumas propriedades de um Nitossolo Vermelho sob as condições de utilização agrícola com culturas de café, soja/trigo e sob condições de mata nativa, para efeito de comparação. O estudo foi realizado na Gleba Ribeirão Maringá, localizada a oeste da cidade de Maringá, próximo a estrada Romeira no Km 135, a 2,500 metros da rodovia que liga Maringá Paranavaí.

1. OS SOLOS E A ATIVIDADE RURAL

A pedologia considera o solo como um complexo dinâmico com as suas propriedades sendo adquiridas progressivamente, sob a ação combinada dos fatores de formação. O resultado desta evolução, segundo Duchaufour (1965), é um meio equilibrado, estável, onde os complexos orgânico-minerais, dotados de propriedades físicas, químicas e biológicas bem definidas, conferem ao solo a sua própria individualidade.

A produção agrícola, por sua vez, é obtida pelo homem a partir de um sistema formado por três componentes: o clima, o solo e a planta (Rezende, 1997). Para que a exploração desse sistema pelo homem seja permanente, é necessário, como afirma Marcos (1983), que os elementos do sistema sejam conhecidos tanto em termos da sua constituição (natureza) quanto de comportamento (reações).

O clima fornece oxigênio, gás carbônico, calor, luz e água ao vegetal e ao solo. O vegetal tem um potencial genético que lhe é particular e que o torna capaz de transformar elementos, substâncias e energia, captados do solo e do clima, em materiais que interessam

ao homem. O solo, através das interações com o sistema radicular do vegetal, coloca à disposição deste, água, oxigênio, calor e nutrientes. Uma rede ideal de poros é, desta maneira, um fator chave na fertilidade do solo (Rezende, 1997), já que é ela quem controla as relações entre drenagem, teor de água disponível para as plantas, absorção de nutrientes, penetração de raízes, aeração, temperatura, etc.

A estrutura que é expressão do estado atual do arranjo e organização das partículas, juntamente com a textura são responsáveis pelas características da porosidade (macro e microporosidade) e, conseqüentemente, pela retenção de umidade e dinâmica dos fluxos hídricos (Riou, 1991). A estrutura varia de solo para solo e dentro de um mesmo solo, em função da textura, da ação antrópica (compactação) e de processos naturais (adensamento).

O solo é, como afirma Pimavesi (*op. cit.*), "um mecanismo complexo, animado, que se modifica constantemente". Assim, deve-se distinguir, segundo esse autor, as modificações que resultam da ação e interação de elementos naturais daquelas que são provocadas pela ação do homem no afã de explorar em seu proveito as potencialidades desse fator na produção de bens, visando a sobrevivência e a obtenção de lucros.

De modo geral, pode-se afirmar que as modificações próprias do dinamismo natural tendem a manter a capacidade produtiva, enquanto a ação do homem tem sido no sentido da degradação, que decorre principalmente do uso de métodos agrícolas que modificam as condições naturais.

As causas básicas da degradação dos recursos naturais podem ser traduzidas por tecnologias mal empregadas. Dentre os problemas observados com relação ao manejo inadequado dos solos destacam-se: acentuada suscetibilidade aos efeitos da erosão hídrica e eólica; acidificação provocada pela contínua lixiviação de bases trocáveis através da infiltração das águas de chuva; baixa disponibilidade de alguns nutrientes em função da degradação da matéria orgânica, das perdas por erosão ou pela retenção por processos químicos naturais dos solos; desagregação, selamento da camada superficial e compactação de camadas subjacentes promovidas pelo uso inadequado de processos mecanizados (Muzilli, 1997).

A degradação do solo está, também, intimamente relacionada, de acordo com Bragagnolo (1994), à deterioração das condições de vida de uma sociedade, gerando uma série de desequilíbrios, como: aumento no custo da produção, aumento no custo dos alimentos, redução da renda dos produtores, redução da demanda de mão-de-obra no meio rural e o êxodo rural.

A partir da década de 70, decorrente da prática de uma agricultura intensiva e mecanizada, associada a um sistema agrícola de monocultura sem métodos adequados de manejo e de controle de erosão, ocorreu uma rápida degradação dos solos paranaenses.

Essa degradação traz como conseqüências alterações nas características morfológicas, físicas e químicas dos solos, que se refletem de imediato na produção e em novos parâmetros ambientais.

A modificação das propriedades físicas do solo, pelo uso contínuo de máquinas, tem despertado o interesse de muitos pesquisadores, pois, com o passar dos anos, os solos intensamente cultivados vêm apresentando problemas de erosão hídrica e redução de produtividade.

Tais problemas ocorrem, segundo Silveira (1978), devido à formação gradativa de uma camada compactada logo abaixo da superfície. Essa camada impede a penetração mais profunda das raízes, diminui a drenagem interna e a capacidade de armazenamento de água no solo, aumentando, na época das chuvas, os riscos de erosão e nos períodos de estiagem, o estresse hídrico das plantas. Assim, a cultura explorada não encontra no solo condições adequadas para o melhor desenvolvimento vegetativo o que afeta diretamente a produção.

Segundo o autor (*op.cit.*) a compactação pode ser natural ou artificial. Será natural se formada por processos pedogenéticos e artificial quando formada por máquinas usadas no solo, para o cultivo e transporte. O autor explica, ainda, que quando o preparo do solo é feito ano após ano, ocorre a formação de uma camada compactada, chamada de "pé de grade" ou "pé de arado", causada pelos discos do arado ou da grade niveladora ao passarem frequentemente no solo, a uma mesma profundidade.

Para Sidiras (1983), o grau de compactação atingido nas operações com máquinas depende, entre outras variáveis, do sistema de preparo do solo, da umidade da camada preparada, da presença de resíduos culturais, da estrutura do solo e, ainda, do peso do trator e da largura das rodas.

A estrutura do solo é, assim, a característica mais afetada pelo cultivo. A alteração da estrutura facilita o surgimento de camadas compactadas e de crostas superficiais, que se refletem diretamente na porosidade e na distribuição do tamanhos dos poros. Reduz a porosidade total e, em particular, a macroporosidade, o que resulta em aumento na densidade do solo (Silva, 1980), facilitando a erosão hídrica superficial, como relata Machado (1976).

Bigarella e Mazuchowski (1985) enfatizam que é no preparo do solo que se determina a implementação do processo erosivo, sendo importante considerar que, durante esta fase, processam-se alterações na superfície (resteva e rugosidade superficial) e no interior do solo (densidade aparente, macroporosidade e camadas compactadas).

De acordo com Mazuchowski & Derpsh (1985), entre os fatores que mais influenciam na quantidade de perda do solo por erosão em terras agrícolas destacam-se o grau de cobertura do solo (planta e resteva) e a intensidade de movimentação e desagregação do solo pelas operações de preparo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na Gleba Ribeirão Maringá, situada na estrada Ibipitanga, próximo a estrada Romeira no Km 135, a 2.500 metros da rodovia que liga Maringá à Paranavaí.

Geologicamente Maringá se caracteriza por extensos derrames vulcânicos da Formação Serra Geral, pertencente ao grupo São Bento. Na área de pesquisa, ocorrem os andesi-basaltos, cuja composição mineralógica é constituída na sua maior parte de plagioclásio, minerais ferromagnesianos (piroxênios e anfibólios) e opacos.

Maringá está assentada sobre o divisor de águas da bacia hidrográfica do rio Ivaí, ao sul, e do rio Pirapó, bacia hidrográfica do Paranapanema ao norte. O relevo na área pesquisada apresenta-se em forma de suaves colinas e platôs que correspondem aos divisores de água secundários, com vales mais profundos em direção ao rio Ivaí. Na área, os topos dos principais divisores correspondem ao nível Pd1, (elaborado no Plioceno Superior / Pleistoceno Inferior), que corta as efusivas da Formação Serra Geral e os arenitos da Formação Caiuá. (Bigarella & Mazuchowski, 1985).

Os solos de maior ocorrência na área de pesquisa são o Latossolo Vermelho Distroférico (no topo e nas altas vertentes) e o Nitossolo Vermelho Eutroférico (médias altas à baixa vertente).

O clima que domina na área, segundo a classificação de Koppen, é do tipo Cfa subtropical úmido mesotérmico, que se caracteriza por apresentar verões quentes e geadas pouco frequentes, com tendência a concentração de chuvas nos meses de verão, sem estação seca definida. A pluviosidade média anual é 1500mm, sendo que a média das temperaturas dos meses mais quentes é superior a 22°C e a dos meses mais frios é inferior a 18°C. A distribuição das áreas de matas no Paraná segue, em linhas gerais, a distribuição das principais zonas climáticas do Estado. Originalmente a área da pesquisa era recoberta pela Mata Pluvial Subtropical, limitada às altitudes de 500 a 600 metros.

Esta pesquisa fundamenta-se na comparação das propriedades morfológicas, físicas e químicas entre três perfis de solo; um sob mata nativa, (culturas temporária e permanente), todos sobre a mesma unidade pedológica, o Nitossolo Vermelho.

O perfil sob mata nativa, cujo desenvolvimento das propriedades pedológicas se deu em equilíbrio com o ambiente sem a interferência direta da ação antrópica, foi utilizado como referência (controle). A comparação dos dados obtidos neste perfil com aqueles sob cultivo permitiu avaliar o grau de transformação e de impacto provocados pela ocupação e manejo.

As descrições morfológicas dos perfis de solo foram realizadas de acordo com Manual de Método de Trabalho de Campo (Lemos & Santos, 1976), em trincheiras as amostras coletadas foram submetidas a análises físicas (granulometria, densidade de partículas e densidade do solo) e químicas, (determinação do pH e matéria orgânica) realizadas de acordo com as técnicas preconizadas pela EMBRAPA, 1979 e Camargo *et al.*, 1986).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os perfis estudados estão situados numa mesma posição topográfica (média - baixa vertente). O perfil 2 (café) e o perfil 3 (trigo/soja) estão distanciados lateralmente 280m e 500m, respectivamente do perfil 1 (mata).

Características gerais da localização dos perfis estudados:

-Situação e declive: perfis situados em área de média - baixa vertente.

-Altitude: 520 metros.

-Litologia: basalto.

-Relevo: suavemente ondulado.

-Erosão: não observada.

-Drenagem: bem drenados.

-Vegetação: mata original sobre o perfil 1; cultivo permanente de café desde 1948 sobre o perfil 2; cultivo temporário soja/trigo desde 1975, sobre o perfil 3.

As descrições morfológicas, esquematizadas na Tabela 1, mostram que existem diferenças entre os três perfis tanto na espessura como na seqüência e subdivisão dos horizontes. Essas variações ocorrem em função da irregularidade do topo rochoso e do distanciamento de um perfil em relação ao outro e em relação a uma cabeceira de drenagem. O perfil de mata está mais próximo dessa cabeceira, e é o que apresenta menor espessura, enquanto que o perfil 3 (soja/trigo) está mais distanciado - é o mais espesso.

Observa-se, ainda, diferenças com relação à estrutura. O perfil de mata exibe uma estrutura poliédrica em blocos grandes e fortes (no Bt), enquanto que nos perfis sob cultivo, essa estrutura poliédrica apresenta blocos que se rompem com mais facilidade em agregados menores, granulares, em particular no perfil sob soja/trigo. Apenas na área de soja/trigo aparece a 160cm de profundidade do perfil o horizonte Bw, que se caracteriza por sua estrutura "maciça porosa," e cuja ocorrência é comum nos perfis espessos do Nitossolo Vermelho (Oliveira *et al.*, 1992).

Nos três perfis estudados, as cores dos horizontes variam do vermelho escuro ao bruno avermelhado, e esta última em maior profundidade.

No perfil de solo da mata foi constatada a ocorrência, a 125 cm de profundidade, de um nível com blocos muito resistentes e siltosos que testemunham a provável existência de material sedimentar siltoso (em forma de lentes) intercalado entre os derrames de lavas.

Os dados referentes as análises físicas e químicas do perfil 1 (mata), 2 (café) e o perfil 3 (soja/trigo) estão relacionados na Tabela 2.

A análise e comparação dos dados granulométricos revelam que os três perfis apresentam textura argilosa, com teores de argila variando entre 59% e 74%. De um modo geral, observa-se uma tendência de aumento do teor de argila em profundidade e que resulta em uma maior concentração no horizonte Bt (textura muito argilosa), diminuindo ligeiramente abaixo destes (perfis 1 e 3). Observa-se ainda que no perfil sob a mata, os horizontes superficiais exibem teores de argila mais baixos (49% e 51%) do que nos outros perfis (na soja/trigo o teor chega a 65%), gerando um gradiente textural mais acentuado, como mostram as relações B/A obtidas segundo a EMPRAPA (1999), 1,43 para o perfil 1 (mata), 1,25 para o perfil 2 (café) e 1,04 para o perfil 3 (soja/trigo).

O perfil sob a mata apresenta, nos horizontes superficiais, os maiores teores de silte fino (33% e 23%), do que nos outros perfis onde esses teores variam de 15% a 20%, aproximadamente. Este fato está provavelmente relacionado ao teor mais alto de matéria orgânica no perfil da mata e ao seu papel aglutinador. A associação da matéria orgânica com a argila forma agregados mais estáveis e resistentes, dificultando a sua dispersão na análise granulométrica. Por outro lado, verifica-se que há uma tendência geral à diminuição da fração silte fino em profundidade nos perfis de solo sob cultivo, enquanto que no perfil da mata, esta fração diminui significativamente no horizonte Bt (9%) e, nos horizontes subjacentes, volta a se elevar chegando a duplicar o teor (19 e 20%). Aqui, é a proximidade da rocha (material de alteração) e a presença dos blocos silteosos a responsável por esta distribuição diferente da fração silte fino ao longo deste perfil.

Tabela 1. Características morfológicas dos perfis de solo

	Horiz.	Prof. (cm)	Cor (seco)	Textura	Estrutura	Consistência	Transição
M A T A	A	0 - 10	Bano avermelhado escuro (2,5 YR 3/4)	argilosa	granular, fraca e pequena	mpl. p.	difusa plana
	AB	14 - 27	Bruno avermelhado escuro (2,5 YR 3/4)	argilosa	polédrica, blocos angulares e médios	mpl. p.	difusa plana
	Bt	27 - 125	Vermelho escuro (2,5 YR 3/6)	muito argilosa	polédrica, blocos angulares e médios	mpl. mp.	irregular clara
	BC1	125 - 140	Bruno escuro (7,5 YR 5/6)	argilosa	polédrica, blocos subangulares grandes e fracos	pl. p.	irregular gradual
	BC2	140 - 200	Bruno avermelhado escuro (2,5 YR 3/4)	muito argilosa	polédrica, blocos subangulares grandes e fracos	mpl. mp.	
C A F É	Ap	0 - 10	Vermelho escuro (2,5 YR 3/6)	argilosa	granular, fraca e pequena	mpl. p.	difusa plana
	AB	10 - 30	Vermelho escuro (2,5 YR 3/6)	argilosa	polédrica, blocos angulares médios	mpl. p.	difusa plana
	Bt1	30 - 90	Bruno avermelhado escuro (2,5 YR 3/4)	muito argilosa	polédrica, blocos subangulares grande, se desfaz em granular	mpl. mp.	gradual ondulada
	Bt2	90 - 130	Bruno avermelhado escuro (7,5 YR 3/4)	muito argilosa	polédrica, blocos subangulares grandes, se desfaz em blocos pequenos	pl. p.	gradual ondulada
Bt3	130 - 200	Bruno avermelhado escuro (2,5 YR 3/4)	muito argilosa	polédrica, blocos subangulares médios	mpl. mp.		
S O J A / T R I G O	Ap	0 - 10	Vermelho escuro (2,5 YR 3/6)	muito argilosa	granular, fraca e pequena	pl. p.	difusa plana
	AB	10 - 35	Vermelho escuro (2,5 YR 3/6)	muito argilosa	polédrica, blocos fracos subangulares pequena, se desfaz em granular pequena moderada	pl. p.	difusa plana
	Bt1	35 - 70	Vermelho escuro (2,5 YR 3/6)	muito argilosa	polédrica, blocos subangulares grandes e fracos, se desfaz em granular pequena	pl. p.	difusa plana
	Bt2	70 - 120	Vermelho escuro (2,5 YR 3/6)	muito argilosa	polédrica, blocos subangulares grandes e fortes	pl. p.	difusa plana
	Bt3	120 - 160	Bruno avermelhado escuro (2,5 YR 3/4)	muito argilosa	polédrica, blocos subangulares que se desfaz em granular pequena	pl. p.	difusa plana
	Bw	160 - 200	Bruno avermelhado escuro (2,5 YR 3/4)	muito argilosa	maciça porosa	pl. p.	

mpl. p - muito plástico e pegajoso

mmp. mp - muito plástico e muito pegajoso

pl. p - plástico e pegajoso

A fração areia, nos três perfis, é predominantemente constituída por areia fina. Os teores de areia, que nos horizontes Bt são muito baixos (< 5%), nas camadas mais superficiais (horizontes A e AB) se elevam, não ultrapassando, contudo 10%. O perfil sob a cultura do café é o que apresenta o teor de areia mais alto (9,20%) em superfície; no perfil

sob soja/trigo esta fração, até 35 cm de profundidade, representa aproximadamente 5%. Essas diferenças podem ser explicadas, em parte, pelo tipo de manejo nesses cultivos. As diversas gradagens para a cultura da soja e do trigo, possibilitam uma "homogeneização" textural na camada trabalhada. No café, a camada superficial está sempre mais exposta à ação do escoamento superficial, sujeita, portanto, a uma concentração relativa da fração areia.

A participação da fração areia grossa na granulometria dos materiais dos solos estudados é inexpressiva (<2%). A sua distribuição acompanha aquela da areia fina - o perfil sob café exibe os teores em superfície mais elevados (1,67%).

Tabela 2. Características físicas e químicas dos perfis - de solos - estudados.

Simb.	Prof. (cm)	Areia*		Silte**		Argila	Argila	Grau	Grau			Densidade	VTP***	pH	Carbono
		G	F	G	F				Natural	Floc.	Disp.				
MATA															
A	0 - 14	1,2	4,0	9,3	33,1	51,9	24	54	46	1,53	2,63	42	7,4	3,30	
AB	14 - 27	0,8	8,5	18,1	23,0	49,5	34	31	69	1,51	2,85	47	7,0	2,43	
Bt	27 - 125	0,3	2,5	13,8	9,1	74,4	42	44	56	1,59	2,70	41	7,5	1,03	
BC1	125 - 140	0,2	5,3	20,4	19,1	54,5	27	50	50	1,65	2,70	39	6,8	0,61	
BC2	140 - 200	0,1	1,4	14,8	20,1	63,7	4	94	6	1,46	2,63	44	6,0	0,41	
CULTURA DO CAFÉ															
Ap	0 - 10	1,7	9,2	21,6	15,1	52,0	25	52	48	1,62	2,70	40	5,3	27,3	
AB	10 - 30	1,0	6,1	17,8	16,0	58,9	31	47	53	1,65	2,70	39	5,7	13,4	
Bt1	30 - 90	0,6	3,1	22,3	9,9	64,2	0	100	0	1,34	2,77	52	5,2	0,92	
Bt2	90 - 130	0,6	2,8	22,5	10,8	63,4	0	100	0	1,37	2,70	49	4,8	0,30	
Bt3	130 - 200	0,7	3,8	13,9	12,8	68,8	0	100	0	1,24	2,63	53	4,8	0,25	
CULTURA SOJA/TRIGO															
Ap	0 - 10	1,3	5,1	12,9	14,9	65,2	28	58	42	1,44	2,85	49	6,2	2,27	
AB	10 - 35	1,2	5,2	12,8	19,5	61,4	13	79	21	1,50	2,77	46	5,9	1,65	
Bt1	35 - 70	1,0	4,6	15,4	9,2	69,9	1	99	1	1,45	2,70	46	5,2	0,87	
Bt2	70 - 120	0,8	4,2	15,4	12,1	68,0	1	98	2	1,26	2,85	56	5,0	0,87	
Bt3	120 - 160	0,8	4,5	9,5	12,0	73,3	1	99	1	1,26	2,70	53	4,8	0,77	
Bw	160 - 200	0,8	4,4	22,5	11,2	61,1	1	98	2	1,19	2,70	56	4,9	0,49	

* G - Grossa 2 - 0,2mm; F - Fina 0,2 - 0,05mm. **G - Grosso 0,05mm; F - Fino 0,002mm Argila menor que 0,002mm

***VTP - Volume total de poros

Quanto à densidade global, os dados obtidos pelo método do torrão indicam valores elevados para o perfil 1 (mata), ao longo de toda a espessura. Os perfis sob cultivo do café e de soja/trigo apresentam uma maior densidade do solo nos horizontes superficiais com diminuição dos valores em profundidade. Isto ocorre, de um lado, em função da perda de matéria orgânica nos solos cultivados, o que dificulta a formação de grumos (estrutura mais porosa) e leva à diminuição da estabilidade estrutural e, por outro lado, o uso constante de maquinários nas tarefas agrícolas, que acabam por promover o aumento de densidade nessas camadas (Buckman & Brady, 1976). O cultivo intensivo aumenta ainda mais essa tendência (Machado, 1976). No perfil 2 (café), os dados são superiores àqueles verificados para o perfil sob soja/trigo, possivelmente devido ao longo tempo com o mesmo tipo de uso (cultura do café desde 1948), o que implica em capinas periódicas e passagem das rodas do

trator para os devidos tratamentos culturais que essa lavoura exige. Na cultura soja/trigo a camada superficial (10cm), o revolvimento do solo para o plantio (época da coleta das amostras) é provavelmente o responsável pela densidade mais baixa que aquela verificada no solo sob cultura de café. Abaixo do horizonte Ap, nos dois casos (café e soja/trigo), aparece a camada mais densa dos perfis, o que corresponde ao efeito de pé de grade provocado pelo uso de maquinário.

Na mata, os valores de porosidade total variam pouco ao longo do perfil (39% à 47%), apresentando, contudo, os horizontes A e AB com porosidade mais alta que o Bt. Nos perfis sob cultivo, ao contrário, verifica-se uma redução de cerca de 10% à 12% da porosidade nos horizontes Ap e AB em relação ao Bt.

Nos perfis sob cultura de café e soja/trigo, ocorre até 35 cm de profundidade a argila dispersa naturalmente em água, em profundidade ela se torna praticamente nula (horizonte Bt). O grau de dispersão varia para o perfil 2 (café) entre 48% e 53%, enquanto que no perfil sob soja/trigo a faixa de variação é entre 21% e 43%. Na mata, os teores de argila natural, como pode ser observado na Tabela 3, são mais altos. O grau de dispersão se mantém, assim, relativamente elevado (46% a 69%) em quase todo o perfil, inclusive no horizonte Bt (56%), reduzindo-se somente no BC2 (6%). O comportamento da argila natural no perfil da mata indica a vigência de condições físico-químicas distintas daquelas dos perfis cultivados.

O pH do solo é uma forma de medida das condições físico-químicas e, analisando-se os dados obtidos na Tabela 2, constatam-se diferenças marcantes entre os perfis cultivados e aquele da mata. Neste último, o pH em água varia entre 7,0 no horizonte AB profundidade. 14 - 27cm e 7,5 no horizonte Bt profundidade. 27 - 125cm (pH neutro a ligeiramente alcalino), enquanto que no horizonte BC2 profundidade 140 - 200m. o pH cai para 6,0 (ligeiramente ácido). Estes valores indicam a presença de cátions básicos no perfil saturando o complexo sorativo. Segundo Duchaufour (1991), há uma relação estreita entre o pH e a saturação por bases: acima de pH 7 a saturação é de 100% ou próxima deste valor. Nos perfis sob cultivo (café e soja/trigo) o pH é ligeiramente ácido em superfície (6,2 a 5,2), tornando-se ácido (<5,0) em profundidade a partir do Bt2. Nestas condições, o solo apresenta-se, de acordo com o autor acima citado, dessaturado e os íons H^+ e Al^{3+} são preponderantes. A presença ou não de cátions (denunciada pelo pH), interfere nas características das superfícies das partículas e na sua reação face à água, gerando condições, dependendo dos elementos envolvidos, de maior ou menor dispersão para a argila. Observa-se nos dados apresentados na Tabela 2, que há uma relação entre o grau de dispersão e, o pH ao longo de cada perfil: nas camadas com pH mais altos a argila apresenta dispersão e quando o pH abaixa, a argila se dispersa pouco ou não se dispersa. O aumento da acidez provoca também, segundo Duchaufour (1991), uma diminuição da atividade biológica global e o íon Al^{3+} exerce cada vez mais uma ação direta, tóxica, afetando a nutrição das plantas. A aplicação de adubos químicos, visando corrigir a deficiência em nutrientes do solo, para ser eficiente nesses casos, exige uma correção prévia do pH.

O conteúdo de matéria orgânica nos perfis estudados é maior nas camadas superficiais, diminuindo gradualmente em profundidade. A diferença mais marcante foi observada nas camadas de 0 a 35 cm. Os valores mais elevados de matéria orgânica foram encontrados no perfil 1 (mata) e são devidos ao acúmulo constante de detritos vegetais. No perfil 2 (café), constatou-se uma camada superficial de resíduos orgânicos, parcialmente decompostos, oriundos de folhas da própria cultura do café e de algumas culturas temporárias (milho, feijão e amendoim) cultivadas nas entrelinhas do cafeeiro. De maneira geral, o teor de matéria orgânica do solo tende a diminuir à medida que aumenta o tempo de cultivo.

As observações morfológicas e os resultados das análises físicas e químicas mostram que ocorrem diferenças importantes entre os perfis. Nos perfis sob cultivo, a estrutura em blocos, característica do Nitossolo Vermelho, apresenta-se mais fraca com estrutura em blocos menores ou mesmo granular. Desta forma, a porosidade fissural, preponderante no perfil sob a mata (padrão), também se modifica em função do novo tipo de arranjo estrutural, tendendo a apresentar uma redução da porosidade nas camadas superficiais (até 30cm aproximadamente), nos perfis sob cultivo. Além da degradação dessas propriedades físicas, verificam-se mudanças acentuadas em relação às propriedades químicas, refletidas nesta pesquisa nos dados de pH e matéria orgânica. O pH dos perfis cultivados demonstram uma acidificação acentuada em relação ao estado do solo original (mata), indicando uma dessaturação importante do complexo sortivo e a possibilidade de concentração de elementos tóxicos, como por exemplo o Al^{3+} . Em paralelo, ocorre a perda de matéria orgânica. Esses fatos revelam, também, que os solos não estão sendo manejados quimicamente de forma correta.

A manutenção e/ou melhoria da produtividade desses solos implica, em um primeiro momento, no reconhecimento do estágio de degradação das suas propriedades. Este diagnóstico é fundamental para orientar o manejo e a aplicação de insumos adequados para cada cultura e cada solo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados obtidos nesta pesquisa evidenciam a degradação de propriedades físicas e químicas nos perfis de solos de Nitossolo Vermelho, cultivados com café e soja/trigo. As maiores transformações ocorrem nas camadas superficiais, até aproximadamente 30 cm de profundidade. É também neste nível que se observam as diferenças entre os dois perfis sob cultivo.

Considerando-se o tipo de cultura e manejo, constata-se que o café induz a uma maior concentração relativa superficial de frações mais grosseiras (provavelmente em decorrência da exposição freqüente da superfície ao escoamento superficial difuso), densidade de solo mais elevada e porosidade mais reduzida. Também apresenta maior acidificação nas camadas superiores, comparada a observada para a cultura soja/trigo. Esta degradação do solo para cultura do café resulta de um sistema de manejo convencional. Efeitos semelhantes, mas mais atenuados, principalmente quanto à acidificação, também são observados na cultura soja/trigo. Considerando-se que os sistemas de manejo da área pesquisada eram, até pouco tempo, os predominantes em toda a região é possível, portanto, supor que a degradação aqui observada seja generalizada na área de ocorrência do Nitossolo Vermelho.

REFÊRENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BIGARELLA, J. J. & MAZUCHOWSKI, Z. 1985. Visão Integrada da Problemática da Erosão. In: *Simpósio Nacional de Controle de Erosão* (3: 1985, Maringá). Curitiba: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 329p.
- BRAGAGNOLO, N., 1994. Uso dos Solos Altamente Suscetíveis à Erosão. In: *Solos Altamente suscetíveis à Erosão*. FCAV-UNESP/SBCS, Jaboticabal, 253p.
- BUCKMAN, H. O & BRADY, N.C. 1976. *Natureza e Propriedades dos Solos*. 4 ed. Rio de Janeiro: USAID, 594p.
- CAMARGO, O A.; MUNIZ, A. C, JORGE, J. A.; VALADARES, G. M. A.S. 1986. *Método de Análise Química, Mineralógica e Física de Solos*, Instituto Agrônomo, Campinas.
- DUCHAFOUR, P. 1991. *Pédologie*. 3^o ed. Paris Masson, 289p.

- DUCHAUFOR, P. 1965. *Précis de Pédologie*. 2 ed. Paris, Masson.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de solos. 1979. *Manual de Métodos de Análises de Solo*. Rio de Janeiro, EMBRAPA/SNLCS, 228p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de solos.1999. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro.412p.
- LEITE, J.A MEDINA, B.F. 1984. Efeito de sistemas de manejo sobre as propriedades físicas de um latossolo amarelo do Amazonas. 19(11):1417-1422. *Pesq. agropec. bras., Brasília*.
- LEMONS, R. C., SANTOS, R. D, 1976. *Manual de Método de Trabalho de Campo*, 4º ed. Campinas SBCS.
- MACHADO, J. A. 1976. *Efeito do Sistema Convencional de Cultivo na Capacidade de Infiltração da Água do Solo*. Tese de Mestrado, Santa Maria - CCR-UFSM 135p.
- MACHADO, J. A.; & BRUM, A.C.R, 1978. Efeito de sistemas de cultivo em algumas propriedades físicas do solo. *R. bras. Ci. Solo*, Campinas 2 (2):84
- MACHADO, J.; PAULA SOUZA, D. M. & BRUM, A C. R. 1981. Efeito de anos de cultivo convencional em propriedades físicas do solo. *R. bras. Ci. Solo*, Campinas, 5(3)187-189.
- MARCOS, Z. Z. , 1983. O Sistema de Produção Agrícola Ministério da Agricultura da Bahia, ESALQ, USP, Salvador.
- MAZUCHOWSKI, J. Z. & DERPSCH, R. 1984. *Guia de Preparo do Solo para Culturas Anuais Mecanizadas*. Curitiba, ACARPA, 68p.
- MUZILLI, 1997. Diretrizes para o Manejo Sustentável dos Solos Brasileiro.(CD ROM) *Anais - XXVI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo*.
- OLIVEIRA, J. B., JACOMINE, P. K. T. CAMARGO. 1992. *Classes Gerais de Solos do Brasil*. Guia Auxiliar para o seu Reconhecimento. FUNEP, Jaboticabal. 201 p.
- PRIMAVESI, A 1988. *Manejo Ecológico do Solo em Regiões Tropicais*. Nobel, São Paulo.
- REZENDE, J. de O. Compactação e Adensamento do Solo, Metodologia para Avaliação e Práticas Agrícolas Recomendadas (CD ROM). *Anais XXVI Congresso Brasileiro de Ciências do Solo*, Rio de Janeiro, 1997.
- RIOU, G. 1990. *L'eau et les sols dans les géosystèmes tropicaux*. Paris. Luasson, 201 p.
- SIDIRAS, N.; DERPSCH, R.; MONDARDO. 1983. A Influência de Diferentes Sistemas de Preparo do Solo na Variação da Umidade do Rendimento da Soja, em Latossolo Roxo Dístico (oxisol) . *R. bras. Ci. Solo*, Campinas, 7:103-106.
- SILVA, I da F. da. 1980. *Efeitos de Sistemas de Manejo e Tempo de Cultivo sobre Propriedade Físicas de um Latossolo*. Tese de Mestrado, UFRGS Porto Alegre, 70p.
- SILVEIRA, E. M. da. 1978. Escarificação e Subsolagem, os Recursos para Terras Compactadas. *A Granja*, 365p.