

ATRIBUTOS QUÍMICOS DOS SOLOS SOB DIFERENTES USOS E MANEJOS EM UMA SUB-BACIA NO NOROESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO

Carla Deisiane de Oliveira Costa^{1*}; Marlene Cristina Alves²; Antônio de Pádua Sousa³

SAP 9615 Data envio: 20/03/2014 Data do aceite: 15/05/2014
Scientia Agraria Paranaensis – SAP; ISSN: 1983-1471
Marechal Cândido Rondon, v. 14, n. 2, abr./jun., p. 119-126, 2015

RESUMO - As alterações decorrentes do uso e ocupação dos solos afetam a sua estrutura e atividade biológica, afetando assim, seus atributos químicos. A presente pesquisa teve por objetivo avaliar os atributos químicos dos solos da sub-bacia Jardim Novo Horizonte, com o intuito de verificar o efeito dos diferentes usos e manejos do solo. Os solos da sub-bacia são o Latossolo Vermelho e o Argissolo Vermelho-Amarelo. As coletas de solos foram realizadas em 10 locais ao longo da sub-bacia, sendo seis localizados no Latossolo e quatro no Argissolo, e em cada local cinco repetições. Os usos foram: cultura da manga, quatro locais com pastagem e cultura anual, no Latossolo, e dois locais com pastagem, cultura anual e área com fragmento de mata, no Argissolo. O Argissolo apresentou melhores atributos químicos em relação ao Latossolo, maiores conteúdos de matéria orgânica, propiciando melhor capacidade de suporte e, conseqüentemente, maior cobertura vegetal ao solo. As áreas com culturas anuais apresentaram melhores condições de fertilidade para os dois solos, e as pastagens as piores, devido ao manejo inadequado das mesmas. A degradação química do Latossolo pelo uso e manejo, sobretudo nas áreas cultivadas com pastagens, causa maior suscetibilidade à erosão dos solos da sub-bacia estudada.

Palavras-chave: cobertura vegetal do solo, fertilidade do solo, uso e ocupação do solo.

Chemical properties of soils under different uses and management in a sub-river basin in the northwest of São Paulo State, Brazil

ABSTRACT - Changes resulting from the soils use and cropping affect the structure and biological activity, then interfering on the chemical attributes. This research had the objective of evaluating the soil chemical attributes of sub-river basin Jardim Novo Horizonte, in order to verify the effect of different soil uses and management. Soils in the sub-river basin are Red Oxisol and Red-Yellow Alfisol. Six and four spots were evaluated in the first and second soils, respectively, totaling 10 spots along the sub-river basin with five replications each. The following systems were sampled from the Oxisol: area cropped with mango, four areas under pasture and area with annual crop. Two areas under pasture, one with annual crop and another with forest fragment area were sampled in the Alfisol. The Alfisol showed better chemical attributes compared with Oxisol, higher content of organic matter, providing better support capacity and, consequently, greater the soil vegetal cover. Annual crops area had better conditions soils fertility for both, and the pastures worst, due to inadequate management. The chemical degradation of the Oxisol by the use and management, mainly in the areas cultivated with pasture, causes more susceptibility of soil erosion for the sub-river basin studied.

Key words: soil vegetal cover, soil fertility, soil use and cropping.

¹Doutorado em Agronomia/Irrigação e Drenagem, na UNESP/FCA, Rua José Barbosa de Barros 1780, Fazenda Experimental Lageado, CEP 18610-307, Botucatu, SP. E-mail: carladeisiane@hotmail.com. *Autor para correspondência

²Professora Titular do Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, UNESP/FEIS, Rua Monção 226, CEP 15385-000, Ilha Solteira, SP

³Professor Assistente do Departamento de Engenharia Rural, UNESP/FCA, Rua José Barbosa de Barros 1780, Fazenda Experimental Lageado, CEP 18610-307, Botucatu, SP

INTRODUÇÃO

A falta de planejamento ambiental e a ocupação inadequada dos solos vêm causando a sua degradação. É importante compreender os fatores que integram o processo de erosão do solo, pois serve como referência na elaboração de medidas que visem maximizar o uso dos recursos naturais disponíveis. Estes fatores dependem da natureza dos solos e principalmente do manejo, do uso e da ocupação dos mesmos.

Solos com baixa fertilidade promovem menores índices de cobertura do solo, devido ao menor crescimento da vegetação, tendo como consequência, menor proteção da superfície do solo. Quanto menos cobertura tiver a superfície do solo, maior será a desagregação superficial do mesmo, devido ao impacto das gotas de chuva, e mais alta será a velocidade de escoamento.

O fator cobertura sobre o solo é de grande importância na prevenção e no controle da erosão e no agravamento do processo erosivo. Sendo um fator que está intimamente ligado a processos antrópicos, os quais explicam o modo pelo qual vem sendo manejado o solo de uma área (SILVA et al., 2007).

As alterações decorrentes do uso e da ocupação do solo podem alterar diretamente a sua estrutura e atividade biológica, e consequentemente, os seus atributos químicos, dentre eles a matéria orgânica do solo. Após a retirada da vegetação natural, o solo passa por alterações em seus atributos químicos, os quais são dependentes do clima, do tipo de cultura e das práticas culturais adotadas.

Alguns autores verificaram diferença entre os atributos químicos em solos sob diferentes sistemas de uso e manejo, dentre eles citam-se Araújo et al. (2007); Carneiro et al. (2009); Centurion et al. (2001); Corrêa et al. (2009) e Portugal et al. (2008), que observaram melhores condições químicas para os solos das áreas manejadas, devido à adubação realizada nestas áreas.

A sub-bacia Jardim Novo Horizonte, localizada no município de Ilha Solteira no noroeste do Estado de São Paulo, apresenta grande importância, pois está localizada nas proximidades da Usina Hidrelétrica de Ilha Solteira. Esta região apresenta problemas ambientais, como erosão do solo e assoreamento dos rios, além da escassez de vegetação nativa. Todos estes problemas foram ocasionados pela falta de planejamento ambiental e pelo manejo inadequado dos recursos naturais.

A presente pesquisa teve por objetivo avaliar os atributos químicos dos solos da sub-bacia Jardim Novo Horizonte, com o intuito de verificar o efeito dos diferentes usos e manejos do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na sub-bacia Jardim Novo Horizonte, que está localizada no município de Ilha Solteira, noroeste do Estado de São Paulo, possui 2.200 ha de área, as coordenadas geográficas são 20° 22' 45,17" e 20° 25' 47,68" de latitude Sul, 51° 19' 9,66" e 51° 22' 7,17" de longitude Oeste de Greenwich e altitude média de 320 m.

A classificação climática da região, de acordo

com Köppen, é do tipo Aw, definido como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. As médias anuais são 23 °C de temperatura, 1.370 mm de precipitação pluvial e a umidade relativa do ar está entre 70% e 80% (VANZELA, 2003). A vegetação original da região é de Cerrado.

Os solos mais representativos da sub-bacia são: Latossolo Vermelho Distrófico e Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico, representando 70% e 30% da área total, respectivamente (QUEIROZ, 2008). A análise granulométrica destes solos encontra-se na Tabela 1. Estes foram classificados de acordo com a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SANTOS et al., 2013).

As coletas de solos para estudo dos atributos químicos foram realizadas em dez locais ao longo da sub-bacia, sendo seis localizados no Latossolo Vermelho distrófico e quatro no Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico, as quais foram feitas aleatoriamente, dentro de diferentes formas de uso e de ocupação dos solos.

Para cada uso e ocupação do solo determinado, foram realizadas as coletas em cinco pontos, nas camadas de 0 a 0,10 e de 0,10 a 0,20 m. Os usos e ocupações no Latossolo foram: cultura da manga (M_{lat}), quatro locais com pastagem (P_{lat1} , P_{lat2} , P_{lat3} e P_{lat4}) e a cultura anual (CA_{lat}) (solo preparado para a implantação da cultura do milho). No Argissolo os usos e ocupações foram: dois locais com pastagem (P_{arg1} e P_{arg2}), cultura anual (CA_{arg}) (solo preparado para a implantação da cultura do milho) e a área com fragmento de mata (FM) que se encontra em uma área de transição entre o Latossolo e o Argissolo. A descrição dos usos e ocupações dos solos encontra-se na Tabela 2.

As áreas com pastagens, tanto no Latossolo como no Argissolo, possuem o mesmo tempo de implantação (oito anos) e são todas cultivadas com a mesma espécie (*Brachiaria decumbens* Stapf), diferindo a granulometria e as características do solo. A sub-bacia Jardim Novo Horizonte está ocupada em 50% do total de sua área por pastagens, o que justifica a maior quantidade de locais amostrados neste uso e ocupação do solo.

Foram determinados os teores disponíveis de fósforo e de bases trocáveis. Determinou-se também o teor de matéria orgânica, pH, alumínio e acidez potencial (H+Al). Foram calculadas a soma de bases, CTC e V%, conforme metodologia proposta por Raij et al. (2001).

Os resultados da análise química dos solos foram submetidos à análise conjunta e teste estatístico de Tukey para as comparações de média a 5% de probabilidade. A análise foi realizada para cada classe de solo, sendo utilizado para a realização destas análises o programa computacional SAS (SCHLOTZHAVER; LITTELL, 1997).

Os resultados de pH, teores de fósforo, bases, alumínio e a saturação por bases foram classificados de acordo com Raij et al. (2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de pH variaram de 5,2 a 5,5 no Latossolo (Tabela 3) e de 5,1 a 6,0 no Argissolo (Tabela

4), sendo alto para a cultura anual (CA_{arg}) no Argissolo e médio para os demais usos e ocupações nos dois solos.

O maior valor de pH foi observado para as culturas anuais nas duas classes de solos, devido à correção realizada em anos anteriores. Para as pastagens nas duas classes de solos, esta prática foi realizada nos

últimos cinco anos. Para a área cultivada com manga, a correção do solo foi realizada somente na implantação da cultura. Com relação às culturas anuais, no Latossolo esta havia sido realizada no ano anterior ao período das coletas, e no Argissolo havia sido realizada recentemente.

TABELA 1. Granulometria dos solos, nas camadas de 0,0 a 0,10 e de 0,10 a 0,20 m.

Usos e ocupações dos solos	Camadas (m)	Argila	Areia (g kg ⁻¹)	Silte	Classe Textural
Latossolo Vermelho distrófico					
M _{lat}	0,0 - 0,1	208	684	108	Franco-argilo-arenosa
	0,1 - 0,2	284	623	93	Franco-argilo-arenosa
P _{lat1}	0,0 - 0,1	195	710	95	Franco-arenosa
	0,1 - 0,2	238	666	96	Franco-arenosa
P _{lat2}	0,0 - 0,1	60	873	67	Areia franca
	0,1 - 0,2	89	838	73	Areia franca
P _{lat3}	0,0 - 0,1	183	670	147	Franco-arenosa
	0,1 - 0,2	259	598	143	Franco-argilo-arenosa
P _{lat4}	0,0 - 0,1	167	732	101	Franco-arenosa
	0,1 - 0,2	220	649	131	Franco-argilo-arenosa
CA _{lat}	0,0 - 0,1	125	791	84	Franco-arenosa
	0,1 - 0,2	148	772	80	Franco-arenosa
Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico					
FM	0,0 - 0,1	249	554	197	Franco-argilo-arenosa
	0,1 - 0,2	277	520	203	Franco-argilo-arenosa
P _{arg1}	0,0 - 0,1	235	592	173	Franco-argilo-arenosa
	0,1 - 0,2	245	583	172	Franco-argilo-arenosa
CA _{arg}	0,0 - 0,1	339	186	475	Franco-argilo-siltosa
	0,1 - 0,2	362	178	460	Franco-argilo-siltosa
P _{arg2}	0,0 - 0,1	172	701	127	Franco-arenosa
	0,1 - 0,2	238	613	149	Franco-argilo-arenosa

M_{lat} = Cultura da manga, P_{lat1} = Pastagem, P_{lat2} = Pastagem, P_{lat3} = Pastagem, P_{lat4} = Pastagem, CA_{lat} = cultura anual, FM = Área com fragmento de mata, P_{arg1} = Pastagem, CA_{arg} = Cultura anual e P_{arg2} = Pastagem.

TABELA 2. Descrição dos usos e ocupações dos solos da sub-bacia Jardim Novo Horizonte.

Usos e ocupações dos solos	Características
Cultura perene	Área que está sendo cultivada com a cultura da manga (<i>Mangifera indica</i> L.) há 12 anos
Cultura anual	Área que vem sendo cultivada há 20 anos com milho (<i>Zea mays</i> L.) em preparo convencional (arado de discos e grade niveladora)
Pastagem	Área com braquiária (<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf) implantada há 8 anos.
Fragmento de mata	Área de vegetação arbórea com pequenos fragmentos remanescentes de áreas com vegetação nativa

No Latossolo a cultura anual (CA_{lat}) não diferiu estatisticamente dos demais usos. No Argissolo o uso com cultura anual (CA_{arg}) diferiu estatisticamente da área com fragmento de mata (FM) que apresentou o menor valor de pH, pela ausência de correção nesta área.

Para a camada de 0,10 a 0,20 m, os valores de pH

variaram de 4,7 a 5,6 no Latossolo e de 5,2 a 6,1 no Argissolo, sendo baixo para a cultura da manga (M_{lat}) no Latossolo, médio para as pastagens (P_{lat1}, P_{lat2}, P_{lat3}, P_{lat4}) no Latossolo e para a pastagem (P_{arg1}) e a área com fragmento de mata (FM) no Argissolo, alto para a cultura anual (CA_{lat}) no Latossolo e para a pastagem (P_{arg2}) no

Argissolo, e muito alto para a cultura anual (CA_{arg}) no Argissolo. Assim como na camada superficial, os maiores valores encontrados foram para as culturas anuais nos dois solos, e estas não diferiram estatisticamente das pastagens.

O menor valor de pH encontrado foi para o solo cultivado com manga (M_{lat}) no Latossolo e com fragmento de mata (FM) no Argissolo.

TABELA 3. Valores médios dos atributos químicos do Latossolo Vermelho distrófico, sob diferentes formas de uso e de ocupação, nas camadas de 0 a 0,10 e de 0,10 a 0,20 m.

Variável	Uso e ocupação do solo						CV (%)
	M _{lat}	P _{lat1}	P _{lat2}	P _{lat3}	P _{lat4}	CA _{lat}	
Camada 0 a 0,10 m							
pH (CaCl ₂)	5,3 A	5,4 A	5,3 A	5,2 A	5,4 A	5,5 A	5,35
MO (g dm ⁻³)	17 A*	18 A*	10 A*	18 A*	19 A*	17 A*	23,89
P (mg dm ⁻³)	13 A	8 A	6 A	7 A	7 A	12 A	27,93
K ⁺ (mmol _c dm ⁻³)	1,4 A*	1,3 A*	1,5 A*	1,4 A*	0,9 A*	1,8 A*	28,79
Ca ⁺² (mmol _c dm ⁻³)	27 AB	24 AB	18 B	18 B	33 AB	43 A	38,91
Mg ⁺² (mmol _c dm ⁻³)	9 AB	11 AB	5 B	8 AB	13 AB	14 A	39,58
Al ⁺³ (mmol _c dm ⁻³)	1 A	1 A	1 A	1 A	1 A	1 A	24,21
H+Al (mmol _c dm ⁻³)	25 A	21 A	16 A	20 A	21 A	23 A	21,68
SB (mmol _c dm ⁻³)	37 AB	36 AB	25 B	28 B	46 AB	59 A	37,20
CTC (mmol _c dm ⁻³)	62 AB	57 AB	41 B	47 B	67 AB	82 A	28,22
V (%)	60 A	63 A	59 A	59 A	68 A	70 A	10,94
B (mg dm ⁻³)	0,36 A	0,31 AB	0,18 C	0,24 BC	0,31 AB	0,28 AB	16,72
Cu (mg dm ⁻³)	1,1 B*	1,2 B*	3,6 AB*	1,6 B*	1,5 B*	14,6 A*	49,05
Fe (mg dm ⁻³)	51 A*	25 A*	23 A*	32 A*	31 A*	33 A*	23,67
Mn (mg dm ⁻³)	18,6 B	33,4 AB	36,3 AB	27,4 B	26,9 B	63,6 A	47,26
Zn (mg dm ⁻³)	0,8 BC*	0,4 C*	2,4 AB*	0,7 BC*	0,9 ABC*	2,9 A*	35,71
Camada 0,10 a 0,20 m							
pH (CaCl ₂)	4,7 B	5,4 A	5,4 A	5,4 A	5,4 A	5,6 A	5,24
MO (g dm ⁻³)	11 A	10 A	8 A	8 A	13 A	10 A	34,02
P (mg dm ⁻³)	8 AB	7 AB	7 B	6 B	6 A	10 A	27,91
K ⁺ (mmol _c dm ⁻³)	0,8 A*	1,0 A*	0,9 A*	1,5 A*	0,7 A*	1,0 A*	35,13
Ca ⁺² (mmol _c dm ⁻³)	20 B	22 B	23 B	19 B	30 AB	43 A	31,07
Mg ⁺² (mmol _c dm ⁻³)	7 AB	7 AB	4 B	8 AB	9 AB	12 A	41,43
Al ⁺³ (mmol _c dm ⁻³)	2 A	1 A	1 A	1 A	1 A	1 A	23,47
H+Al (mmol _c dm ⁻³)	35 A	19 B	15 B	15 B	19 B	19 B	15,85
SB (mmol _c dm ⁻³)	28 B	31 B	27 B	29 B	40 AB	56 A	31,21
CTC (mmol _c dm ⁻³)	63 AB	49 B	43 B	44 B	59 AB	75 A	22,13
V (%)	45 B	62 A	62 A	65 A	68 A	74 A	11,16
B (mg dm ⁻³)	0,33 A	0,29 AB	0,19 C	0,21 BC	0,29 AB	0,27 ABC	18,09
Cu (mg dm ⁻³)	1,2 B*	1,3 B*	4,6 AB*	1,4 B*	1,4 B*	11,9 A*	42,90
Fe (mg dm ⁻³)	32 A	15 B	19 B	17 B	20 B	24 AB	23,35
Mn (mg dm ⁻³)	18,6 B	33,4 AB	36,3 AB	27,4 B	26,9 B	63,6 A	47,26
Zn (mg dm ⁻³)	0,8 BC*	0,4 C*	2,4 AB*	0,7 BC*	0,9 ABC*	2,9 A*	35,71

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

* As letras são referentes à comparação dos dados transformados para raiz quadrada.

M_{lat} = Cultura da manga, P_{lat1} = Pastagem, P_{lat2} = Pastagem, P_{lat3} = Pastagem, P_{lat4} = Pastagem, CA_{lat} = cultura anual.

Estes resultados concordam com os obtidos por Freixo et al. (2002) que, estudando um Latossolo sob diferentes sistemas de uso e manejo, observaram menor acidez nos solos cultivados em relação ao solo sob vegetação natural de cerrado, devido a correção dos solos nas áreas cultivadas.

O uso e o manejo do solo são fatores que interferem no conteúdo de matéria orgânica do solo. A

matéria orgânica (MO) variou de 10 a 19 g dm⁻³ no Latossolo e de 20 a 33 g dm⁻³ no Argissolo. Comparando-se os dois solos, observa-se que os maiores conteúdos de matéria orgânica foram encontrados para o Argissolo, sendo o maior conteúdo verificado para a cultura anual (CA_{arg}). Isto ocorreu devido ao maior conteúdo de argila, pois solos argilosos tendem a apresentar maiores conteúdos de matéria orgânica.

Na camada de 0,10 a 0,20 m a matéria orgânica (MO) variou de 8 a 13 g dm⁻³ no Latossolo e de 14 a 25 g dm⁻³ no Argissolo, apresentando conteúdos mais baixos que na camada superficial, normalmente com o aumento da profundidade há diminuição do conteúdo de matéria orgânica devido à cobertura vegetal sobre o solo. Estes resultados concordam com os obtidos por Lopes et al. (2006). Assim como na camada superficial, os maiores conteúdos foram encontrados para o Argissolo, sendo o maior valor observado para a cultura anual (CA_{arg}).

O conteúdo de fósforo (P) nos solos variou de 6 a 13 mg dm⁻³ no Latossolo e de 10 a 35 mg dm⁻³ no Argissolo, sendo alto para a área com fragmento de mata

(FM) no Argissolo, médio para a cultura da manga (M_{lat}) no Latossolo, para a pastagem (P_{arg1}) e para a cultura anual (CA_{arg}) no Argissolo, e baixo para os demais usos e ocupações. No Latossolo o maior conteúdo de fósforo foi observado para o solo cultivado com a cultura anual (CA_{lat}) e o menor para a pastagem (P_{lat2}). No Argissolo também foi observado comportamento semelhante, sendo o maior conteúdo encontrado para a cultura anual (CA_{arg}) e o menor valor para a pastagem (P_{arg2}).

Tabela 4. Valores médios dos atributos químicos do Argissolo Vermelho-amarelo eutrófico, sob diferentes formas de uso e de ocupação, nas camadas de 0 a 0,10 e de 0,10 a 0,20 m.

Variável	Uso e ocupação do solo				CV (%)
	FM	P _{arg1}	CA _{arg}	P _{arg2}	
Camada 0 a 0,10 m					
pH (CaCl ₂)	5,2 B	5,5 AB	6,0 A	5,3 AB	8,07
MO (g dm ⁻³)	21 A*	27 A*	33 A*	20 A*	19,04
P (mg dm ⁻³)	12 B	14 B	35 A	10 B	48,93
K ⁺ (mmol _c dm ⁻³)	1,5 A*	2,4 A*	2,7 A*	1,0 A*	43,16
Ca ⁺² (mmol _c dm ⁻³)	52 A*	99 A*	148 A*	49 A*	45,09
Mg ⁺² (mmol _c dm ⁻³)	18 A*	22 A*	38 A*	17 A*	33,38
Al ⁺³ (mmol _c dm ⁻³)	2 A*	1 A*	1 A*	1 A*	30,84
H+Al (mmol _c dm ⁻³)	28 A	27 A	27 A	27 A	16,61
SB (mmol _c dm ⁻³)	72 A*	123 A*	189 A*	67 A*	41,52
CTC (mmol _c dm ⁻³)	100 A*	149 A*	215 A*	93 A*	31,47
V (%)	63 A	73 A	83 A	66 A	23,05
B (mg dm ⁻³)	0,28 B	0,32 AB	0,40 A	0,26 B	20,86
Cu (mg dm ⁻³)	5,9 B*	10,1 AB*	17,3 A*	7,9 AB*	32,31
Fe (mg dm ⁻³)	23 A	49 A	32 A	34 A	46,46
Mn (mg dm ⁻³)	41,7 A	29,8 A	65,4 A	29,5 A	47,91
Zn (mg dm ⁻³)	2,7 A*	2,2 A*	2,4 A*	1,1 A*	34,37
Camada 0,10 a 0,20 m					
pH (CaCl ₂)	5,2 B	5,5 AB	6,1 A	5,8 AB	8,57
MO (g dm ⁻³)	14 A*	22 A*	25 A*	18 A*	28,29
P (mg dm ⁻³)	14 A*	11 A*	18 A*	8 A*	27,48
K ⁺ (mmol _c dm ⁻³)	1,1 A*	1,2 A*	1,7 A*	0,4 A*	50,65
Ca ⁺² (mmol _c dm ⁻³)	49 B*	92 AB*	185 A*	77 A*	35,12
Mg ⁺² (mmol _c dm ⁻³)	15 B*	22 AB*	45 A*	26 AB*	32,23
Al ⁺³ (mmol _c dm ⁻³)	2 A*	1 A*	1 A*	1 A*	25,84
H+Al (mmol _c dm ⁻³)	25 A	24 A	24 A	21 A	23,76
SB (mmol _c dm ⁻³)	65 B*	115 AB*	231 A*	105 AB*	33,30
CTC (mmol _c dm ⁻³)	8 B	138 AB	256 A	125 AB	48,02
V (%)	65 B	74 AB	90 A	80 AB	16,75
B (mg dm ⁻³)	0,28 B	0,32 AB	0,40 A	0,26 B	20,86
Cu (mg dm ⁻³)	5,9 B*	10,1 AB*	17,3 A*	7,9 AB*	32,31
Fe (mg dm ⁻³)	23 A	49 A	32 A	34 A	46,46
Mn (mg dm ⁻³)	41,7 A	29,8 A	65,4 A	29,5 A	47,91
Zn (mg dm ⁻³)	2,7 A*	2,2 A*	2,4 A*	1,1 A*	34,37

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

* As letras são referentes à comparação dos dados transformados para raiz quadrada.

FM = Fragmento de mata, P_{arg1} = Pastagem, CA_{arg} = Cultura anual e P_{arg2} = Pastagem.

Observa-se para os dois solos que os menores conteúdos de fósforo foram encontrados para as pastagens,

devido à ausência de adubação quando comparado com a cultura anual. Estes resultados concordam com os obtidos

por Centurion et al. (2001), Faria et al. (2010), Frazão et al. (2008) e Lourente et al. (2011) que também observaram os menores teores de fósforo para os solos cultivados com pastagem.

Para a camada de 0,10 a 0,20 m os conteúdos de fósforo nos solos variaram de 6 a 10 mg dm⁻³ no Latossolo e de 8 a 18 mg dm⁻³ no Argissolo, estes foram alto para a área com fragmento de mata (FM) no Argissolo, médio para a cultura anual (CA_{arg}) no Argissolo e baixo para os demais usos e ocupações. Observa-se que os conteúdos para esta camada decresceram em relação à camada superficial, e estes resultados concordam com os obtidos por Lopes et al. (2006), o que comprova a baixa mobilidade do fósforo. De modo semelhante à camada superficial, os maiores conteúdos foram encontrados para as culturas anuais nos dois solos.

Quanto às bases trocáveis, o conteúdo de potássio (K⁺) variou de 0,9 a 1,8 mmol_c dm⁻³ para o Latossolo e de 1,0 a 2,7 mmol_c dm⁻³ para o Argissolo, sendo médio para as culturas anuais (CA_{lat} e CA_{arg}) nos dois solos e para a pastagem (P_{arg1}) no Argissolo, e baixo para os demais usos e ocupações.

Para o conteúdo de cálcio (Ca⁺²), estes foram altos para todos os usos e ocupações no Argissolo, variando de 49 a 148 mmol_c dm⁻³. No Latossolo, estes foram altos para a cultura anual (CA_{lat}) e a pastagem (P_{lat4}), médios para a área cultivada com manga (M_{lat}) e a pastagem (P_{lat1}) e baixo para a pastagem (P_{lat3}), variando de 18 a 43 mmol_c dm⁻³. E os de magnésio (Mg⁺²) variaram entre 5 e 14 mmol_c dm⁻³ para o Latossolo e entre 17 e 38 mmol_c dm⁻³ para o Argissolo, sendo estes médios para as pastagens (P_{lat2} e P_{lat3}) no Latossolo e alto para os demais usos e ocupações.

Os altos conteúdos de cálcio (Ca⁺²) e magnésio (Mg⁺²) observados foram devido à aplicação de calcário, Queiroz (2008) avaliando os solos desta sub-bacia, também encontrou altos conteúdos de cálcio e magnésio. Frazão et al. (2008) também observaram altos conteúdos de cálcio e magnésio para as áreas onde foi aplicado calcário.

Observa-se que, os maiores conteúdos para todas as bases trocáveis, foram para as culturas anuais nos dois solos. Sendo os menores valores observados para o Latossolo, principalmente nas áreas com pastagens. Como observado para o fósforo, as bases também apresentaram os menores conteúdos para as pastagens nos dois solos, evidenciando mais uma vez a ausência de adubação quando comparado às culturas anuais.

Frazão et al. (2008) estudando um Neossolo quartzarênico e Souza e Alves (2003) analisando os atributos químicos de um Latossolo sob diferentes usos e manejos, também observaram menores teores de fósforo e potássio para as pastagens. Portugal et al. (2010), estudando os atributos químicos de um Cambissolo, observaram melhores condições químicas do solo nas áreas cultivadas com culturas, e uma baixa fertilidade para a área sob pastagem, concordando com os resultados obtidos neste estudo.

Com relação às bases trocáveis na camada de 0,10 a 0,20 m, os conteúdos de potássio (K⁺) variaram de 0,7 a

1,5 mmol_c dm⁻³ no Latossolo e de 0,4 a 1,7 mmol_c dm⁻³ no Argissolo, sendo muito baixo para as pastagens (P_{lat4}) no Latossolo e (P_{arg2}) no Argissolo, baixo para a cultura da manga (M_{lat}) no Latossolo, para as pastagens (P_{lat1}, P_{lat2}, P_{lat3}) no Latossolo e (P_{arg1}) no Argissolo, para a cultura anual (CA_{lat}) no Latossolo e para a área com fragmento de mata (FM) no Argissolo, e médio para a cultura anual (CA_{arg}) no Argissolo.

Os conteúdos de cálcio (Ca⁺²) variaram de 49 e 185 mmol_c dm⁻³ no Argissolo, o qual foram altos para todos os usos e ocupações. No Latossolo, variaram de 19 a 43 mmol_c dm⁻³, sendo alto para a cultura anual (CA_{lat}) e a pastagem (P_{lat4}), médio para a área cultivada com manga (M_{lat}) e as pastagens (P_{lat1}) e (P_{lat2}), e baixo para a pastagem (P_{lat3}).

Quanto aos conteúdos de magnésio (Mg⁺²) que variaram de 4 a 12 mmol_c dm⁻³ no Latossolo e de 15 a 45 mmol_c dm⁻³ no Argissolo, foram médio para a cultura da manga (M_{lat}) e para as pastagens (P_{lat1}, P_{lat2} e P_{lat3}) no Latossolo, e alto para os demais usos e ocupações do solo. Estas seguem a mesma tendência da camada superficial, com maiores valores para as culturas anuais e menores para as pastagens.

Os valores de alumínio (Al⁺³) não apresentaram diferenças significativas, estes foram 1 mmol_c dm⁻³ para todos os usos nos dois solos, com exceção a área com fragmento de mata (FM) no Argissolo, que apresentou o maior valor observado com 2 mmol_c dm⁻³, sendo baixo para todos os usos nos dois solos. Os valores de alumínio (Al⁺³) para a camada de 0,10 a 0,20 m seguiram a tendência da camada superficial, apresentando baixos teores para este elemento em todos os usos, sendo o maior valor observado para a área com fragmento de mata (FM) no Argissolo.

Com relação à acidez potencial (H+Al), os valores variaram de 16 a 25 mmol_c dm⁻³ no Latossolo e de 27 a 28 mmol_c dm⁻³ no Argissolo. No Latossolo o maior valor foi observado para a cultura da manga (M_{lat}). No Argissolo o maior valor foi encontrado para a área com fragmento de mata (FM), concordando com os resultados obtidos por Carneiro et al. (2009), o qual observou maiores valores para áreas não manejadas. O solo sob fragmento de mata não diferiu estatisticamente dos demais usos no Argissolo (P_{arg1}, CA_{arg} e P_{arg2}).

Para a camada de 0,10 a 0,20 m os valores de acidez potencial (H+Al) variaram de 15 a 35 mmol_c dm⁻³ no Latossolo e de 21 a 25 mmol_c dm⁻³ no Argissolo, sendo no Latossolo o maior valor encontrado para a cultura da manga (M_{lat}), e no Argissolo o maior valor observado para a área com fragmento de mata (FM), assim como observado para a camada superficial.

Os valores de soma de bases (SB) variaram de 25 a 59 mmol_c dm⁻³ no Latossolo e de 67 a 189 mmol_c dm⁻³ no Argissolo e a capacidade de troca catiônica (CTC) variou de 41 a 82 mmol_c dm⁻³ no Latossolo e de 93 a 215 mmol_c dm⁻³ no Argissolo. A saturação por bases (V%) variou de 59 a 70% no Latossolo e de 63 a 83% no Argissolo, sendo considerado médio para todos os usos no Latossolo, e médio para a área com fragmento de mata (FM) e a pastagem (P_{arg2}) e alto para a pastagem (P_{arg1}) e a cultura

anual (CA_{arg}) no Argissolo. Para estas variáveis os maiores valores encontrados foram para as culturas anuais nos dois solos. No Latossolo os menores valores foram observados para a pastagem (P_{lat2}), refletindo os teores das bases.

Os valores de saturação por bases (V%) não diferiram estatisticamente entre si nos dois solos. Verifica-se que os valores de saturação por bases foram maiores para o Argissolo, devido ser um solo eutrófico.

Quanto aos valores de capacidade de troca catiônica (CTC), observa-se que estes refletiram os conteúdos de matéria orgânica no solo. Pode-se verificar também que, o Argissolo apresentou os maiores valores de capacidade de troca catiônica (CTC), devido além dos maiores conteúdos de matéria orgânica no solo, aos maiores conteúdos de argila presente neste solo.

Estes resultados concordam com Lopes et al. (2006) que também observaram os maiores valores de capacidade de troca catiônica (CTC) para as áreas com maior conteúdo de matéria orgânica e argila, os mesmos salientam que a fração argila é uma componente importante da CTC do solo. Ciotta et al. (2003) observaram que o acúmulo de matéria orgânica promoveu aumento na capacidade de troca catiônica (CTC) do solo. De acordo com Bayer & Bertol (1999), a matéria orgânica contribui para a formação de muitas cargas negativas no solo, e assim, a elevação dos teores aumentam a CTC.

Os valores de soma de bases (SB) para a camada de 0,10 a 0,20 m variaram de 27 a 56 $mmol_c dm^{-3}$ no Latossolo e de 65 a 231 $mmol_c dm^{-3}$ no Argissolo, e a capacidade de troca catiônica (CTC) variou de 43 a 75 $mmol_c dm^{-3}$ no Latossolo e de 89 a 256 $mmol_c dm^{-3}$ no Argissolo. Para a CTC os valores se apresentaram de forma semelhante à camada superficial. A saturação por bases (V%) variou de 45% a 74% no Latossolo e de 65% a 90% no Argissolo, sendo baixo para a cultura da manga (M_{lat}), médio para as pastagens e alto para a cultura anual (CA_{lat}) no Latossolo, e médio para a área com fragmento de mata (FM) e alto nos demais usos para o Argissolo.

Para as variáveis soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação por bases (V%), os maiores valores encontrados foram para as culturas anuais nos dois solos. No Latossolo, os menores valores de soma de bases (SB) e capacidade de troca catiônica (CTC) foram para a pastagem (P_{lat2}), assim como na camada superficial, e, estes valores refletem os teores das bases. Para a saturação por bases (V%), o menor valor observado foi para a cultura da manga (M_{lat}). No Argissolo os menores valores de soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação por bases (V%) foram observados para a área com fragmento de mata (FM).

Para os micronutrientes, na camada de 0,0 a 0,10 m, os conteúdos de boro (B) foram baixos para a pastagem (P_{lat2}) no Latossolo e médio para os demais usos e ocupações. Para o cobre (Cu), o ferro (Fe), o manganês (Mn) e o zinco (Zn) os conteúdos foram altos para todos os usos nos dois solos. Para a camada de 0,10 a 0,20 m, os conteúdos de boro (B) foram baixo para a pastagem (P_{lat2}) no Latossolo e médio para os demais usos e ocupações. Para o cobre (Cu), o ferro (Fe) e o manganês (Mn) foi observado alto conteúdo para todos os usos e ocupações

nos dois solos. Para o zinco (Zn) foi observado baixo conteúdo para a pastagem (P_{lat1}) no Latossolo, médio para a cultura da manga (M_{lat}) e para as pastagens (P_{lat3} , P_{lat4}) no Latossolo e a pastagem (P_{arg2}) no Argissolo, e alto para os demais usos e ocupações.

No geral, os maiores conteúdos foram observados para as culturas anuais e os menores para as pastagens nos dois solos. Com isso observa-se que esses menores valores encontrados para as pastagens são reflexos do manejo inadequado das mesmas quanto à adubação. A pastagem (P_{lat2}) no Latossolo apresentou o menor teor de bases e consequentemente a menor saturação por bases, o que pode ser atribuído à baixa capacidade de troca catiônica (CTC) neste uso do solo, reflexo do baixo conteúdo de matéria orgânica encontrada, devido ser uma área com alto conteúdo de areia, pois solos arenosos tendem a apresentar menores CTC e conteúdo de matéria orgânica.

A área com fragmento de mata (FM) no Argissolo apresentou o menor valor de pH, e os maiores teores de alumínio (Al^{+3}) e acidez potencial (H+Al), devido à ausência de adubação nesta área, estes resultados concordam com os obtidos por Carneiro et al. (2009), que também encontraram maiores teores destes quando comparados às áreas manejadas. Por outro lado, o conteúdo de matéria orgânica, fósforo, as bases Ca^{+2} e Mg^{+2} , e a capacidade de troca catiônica (CTC) apresentaram-se altos, devido se tratar de um solo eutrófico, além disso, mata nativa, o que lhe confere melhores atributos químicos.

A área com a cultura da manga (M_{lat}) no Latossolo também apresentou baixo valor de pH e o maior teor de acidez potencial (H+Al) para a camada de 0,10 a 0,20 m, também reflexo da ausência de correção do solo, o que pode afetar o desenvolvimento das plantas, uma vez que, o sistema radicular se concentra nesta camada.

Verifica-se que o Latossolo apresentou condições menos favoráveis ao desenvolvimento das plantas quando comparado com o Argissolo, devido ser um solo distrófico, característica dos Latossolos que apresentam baixa fertilidade natural, além disso, ao manejo inadequado deste, principalmente as áreas cultivadas com pastagens.

Com isso observa-se que o Latossolo encontra-se em processo de degradação química. Salienta-se também, que o Latossolo representa 70% da área da sub-bacia, e que as pastagens representam 50% do total da área, merecendo bastante atenção quanto ao manejo e adubação para que se possa proporcionar um melhor desenvolvimento da vegetação e uma melhor cobertura sobre o solo, evitando assim, o escoamento superficial de água e o arraste de partículas do solo.

CONCLUSÕES

O Argissolo apresentou melhores atributos químicos em relação ao Latossolo, maiores conteúdos de matéria orgânica, propiciando melhor capacidade de suporte, e consequentemente, maior cobertura vegetal ao solo.

As culturas anuais apresentaram melhores condições químicas para os dois solos, e as pastagens as piores, devido ao manejo inadequado das mesmas.

A degradação química do Latossolo pelo uso e manejo, sobretudo nas áreas cultivadas com pastagens, causa maior suscetibilidade à erosão dos solos da sub-bacia estudada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, R.; GOEDERT, W.; LACERDA, M.P.C. Qualidade de um solo sob diferentes usos e sob cerrado nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, p.1099-1108, 2007.
- BAYER, C.; BERTOL, I. Características químicas de um Cambissolo Húmico afetadas por sistemas de preparo, com ênfase a matéria orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.23, p.687-694, 1999.
- CARNEIRO, M.A.C.; SOUZA, E.D.; REIS, E.F.; PEREIRA, H.S.; AZEVEDO, W.R. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.33, p.147-157, 2009.
- CENTURION, J.F.; CARDOSO, J.P.; NATALE, W. Efeito de formas de manejo em algumas propriedades físicas e químicas de um Latossolo Vermelho em diferentes agroecossistemas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.5, p.254-258, 2001.
- CIOTTA, M.N.; BAYER, M.; FONTOURA, S.M.V.; ERNANI, P.R.; ALBUQUERQUE, J.A. Matéria orgânica e aumento da capacidade de troca de cátions em solo com argila de atividade baixa sob plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, p.1161-1164, 2003.
- CORRÊA, R.M.; FREIRE, M.B.G.S.; FERREIRA, R.L.C.; FREIRE, F.J.; PESSOA, L.G.M.; MIRANDA, M.A.; MELO, D.V.M. Atributos químicos de solos sob diferentes usos em perímetro irrigado no semiárido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.33, p.305-314, 2009.
- FARIA, A.F.G.; SANTOS, A.C.; SANTOS, T.M.; FILHO, F.B. Influência do manejo do solo nas propriedades químicas e físicas em toposequência na bacia do rio Araguaia, Estado de Tocantins. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.34, p.517-524, 2010.
- FRAZÃO, L.A.; PÍCCOLO, M.C.; FEIGL, B.J.; CERRI, C.C.; CERRI, C.E.P. Propriedades químicas de um Neossolo Quartzarênico sob diferentes sistemas de manejo no cerrado mato-grossense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, p.641-648, 2008.
- FREIXO, A.A.; MACHADO, P.L.O.A.; GUIMARÃES, C.M.; SILVA, C.A.; FADIGAS, F.S. Estoques de carbono e nitrogênio e distribuição de frações orgânicas de Latossolo do cerrado sob diferentes sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.26, p.425-434, 2002.
- LOPES, E.L.N.; FERNANDES, A.R.; GRIMALDI, C.; RUIVO, M.L.P.; RODRIGUES, T.E.; SARRAZIN, M. Características químicas de um Gleissolo sob diferentes sistemas de uso, nas margens do rio Guamá, Belém, Pará. **Ciências Naturais**, Belém, v.1, p.127-137, 2006.
- LOURENTE, E.R.P.; MERCANTE, F.M.; ALOVISI, A.M.T.; GOMES, C.F.; GASPARI, A.S.; NUNES, C.M. Atributos microbiológicos, químicos e físicos de solo sob diferentes sistemas de manejo e condições de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.41, p.20-28, 2011.
- PORTUGAL, A.F.; COSTA, O.D.A.V.; COSTA, L.M.; SANTOS, B.C.M. Atributos químicos e físicos de um Cambissolo háptico Tb distrófico sob diferentes usos na zona da mata mineira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, p.249-258, 2008.
- QUEIROZ, H.A. **Caracterização fisiográfica e de alguns atributos físicos e químicos dos solos da microbacia Jardim Novo Horizonte, em Ilha Solteira, SP**. 2008. 61p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual "Júlio de Mesquita Filho", UNESP/FEIS, Ilha Solteira, SP, 2008.
- RAIJ, B.V.; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. **Análise Química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 285p.
- SANTOS, R.D.; LEMOS, R.C.; SANTOS, H.G.; KER, J.C.; ANJOS, L.H.C.; SHIMIZU, S.H. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 6. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2013. 100p.
- SCHLOTZHAVER, S.D.; LITTELL, R.C. **SAS: System for elementary statistical analysis**. 2.ed. Cary: SAS, 1997. 905p.
- SILVA, A.M.; SCHULZ, H.E.; CAMARGO, P.B. **Erosão e hidrossedimentologia em bacias hidrográfica**. 2.ed. São Carlos: Editora Rima, 2007. 158p.
- SOUZA, Z.; ALVES, M.C. Propriedades químicas de um Latossolo vermelho distrófico de cerrado sob diferentes usos e manejos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, p.133-139, 2003.
- VANZELA, L.S. Caracterização da microbacia do cinturão verde de Ilha Solteira – para fins de irrigação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 32, 2003, Goiânia, GO. **Anais...** Goiânia, GO, 2003. CD/ROM.