

ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO EM ÁREAS SOB DIFERENTES SISTEMAS DE USO E MANEJO NO MUNICÍPIO DE RESERVA – PR

Adalberto Alves Pereira
Doutorando em Geografia – UEPG
adalbertoalvespereira@yahoo.com.br

Edivaldo Lopes Thomaz
Prof. Dr. Departamento de Geografia – UNICENTRO
edivaldo.thomaz@pq.cnpq.br

RESUMO

Este estudo objetivou avaliar as propriedades químicas dos solos comparando diferentes sistemas de manejo, uma vez que o entendimento das modificações ocorridas nas propriedades químicas e físicas, decorrentes do seu cultivo, pode fornecer elementos para produção em bases sustentáveis. Foram escolhidas três áreas cultivadas com feijão (F1, F2 e F3); uma com pastagem (Pt); e uma com floresta (Ft) para realização deste estudo. As áreas foram divididas em três setores, sendo: alta, média e baixa encosta. Em cada setor foram abertas pequenas trincheiras onde foram coletadas três sub-amostras de solo nas profundidades (0-0,05; 0,05-0,15; 0,15-0,30 m). Após coleta as amostras foram catalogadas e enviadas a um laboratório credenciado para análise de macronutrientes, matéria orgânica e pH do solo. O teor de matéria orgânica e a saturação de bases foram os parâmetros químicos que melhor representaram as diferenças entre as formas de manejo. A área F2, por ter sofrido a queima em um estágio de tempo mais recente que as demais áreas, apresentou melhores condições químicas, superiores e/ou semelhantes aos da área de floresta. Conclui-se que o manejo do solo tem maior efeito sobre os atributos químicos do que o tempo de manejo, já que a área F3 (30 anos de manejo) apresentou condições químicas superiores à área F1 (10 anos de manejo).

Palavras-chave: Feijão preto; Matéria orgânica; Degradação do solo.

CHEMICAL ATTRIBUTES OF SOIL IN AREAS UNDER DIFFERENTS TILLAGES AND LAND USES IN RESERVA CITY, PARANÁ STATE

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the chemical properties of soils comparing different management systems, once the understanding of the changes occurring in the chemical and physical properties, resulting from its cultivation, can provide elements for production on a sustainable basis. They were chosen three areas cultivated with beans (F1, F2 e F3); one with pasture (Pt); and a forested (Ft), for this study. The areas were divided into three sectors, namely: high, medium and low slope. In each sector were opened small trenches which were collected three soil sub-samples in the depths (0-0,05; 0,05-0,15; 0,15-0,30 m). After collecting the samples were cataloged and sent to an accredited laboratory for analysis of macronutrients, organic material and the soil pH. The content of organic matter and base saturation were chemical parameters that best represented the differences between the forms of management. The F2 area after suffering burns in a newer time stage than other areas. It showed better chemical conditions, upper and/or similar to the forest area. It is concluded that the handling of the soil has a greater effect on the chemical attributes that handling time, since the area F3 (30 years of management) had chemical conditions above the F1 area (10 years of management).

Keywords: Black bean; Organic matter; Soil degradation.

Recebido em 24/11/2014
Aprovado para publicação em 10/08/2015

INTRODUÇÃO

A remoção da cobertura vegetal natural e a implantação de atividades agropecuárias, devido às ações que envolvem as diferentes formas de uso e manejo, provocam desequilíbrios nos ecossistemas, uma vez que o manejo adotado influenciará os processos físicos, químicos e biológicos do solo (CANELLAS et al., 2003; RANGEL e SILVA, 2007; COSTA et al., 2008).

De acordo com Embrapa (2003) o manejo do solo se constitui de práticas simples e indispensáveis ao bom desenvolvimento das culturas e compreende um conjunto de técnicas que, utilizadas racionalmente, proporcionam alta produtividade, mas, se mal utilizadas, podem levar à degradação dos solos em curto prazo.

Dentre as formas de manejo, duas são as principais: o plantio convencional e o plantio direto. O plantio convencional é caracterizado pelo revolvimento da camada superficial do solo com o uso de equipamentos como o arado e a grade. O plantio direto busca o não revolvimento do solo com plantio sobre os restos culturais do cultivo anterior.

Atualmente o plantio direto é o mais aplicado, isso se dá por não revolver o solo e contribuir no aumento da matéria orgânica, auxiliando dessa forma na melhoria da qualidade ambiental do solo. No entanto, por requerer maior nível de mecanização, este sistema ainda é restrito aos grandes produtores e a áreas com relevo menos dissecado.

Os pequenos produtores fazem uso do plantio convencional que por revolver o solo acaba por desestruturá-lo gerando maior degradação e perda de nutrientes, afetando assim a produtividade das culturas.

Por utilizarem áreas de elevada declividade para plantio os pequenos agricultores fazem uso do fogo para limpeza da área em uma prática conhecida como agricultura de toco (roça, coivara²), a qual, segundo Bonilla (2005) ocasiona a quebra dos ciclos biogeoquímicos, com liberação de nutrientes imobilizados na biomassa florestal, emissão de partículas e gases para a atmosfera. A queima ocasiona o desaparecimento da serapilheira e aumento do pH devido o acúmulo de cinzas no solo, dessa forma, favorece a taxa de troca de cátions e aumento dos teores de fósforo (P), potássio (K) e magnésio (Mg) (FARIAS et al., 2010). Entretanto esse acréscimo de nutrientes não tem efeito duradouro e em alguns anos compromete a fertilidade do solo.

A avaliação das alterações ocorridas em propriedades dos solos em função do seu uso e manejo assume grande importância prática, uma vez que o entendimento das modificações ocorridas nas propriedades químicas e físicas, decorrentes do seu cultivo, pode fornecer elementos à produção em bases sustentáveis (CANELLAS et al., 2003; RANGEL e SILVA, 2007; COSTA et al., 2008; CARNEIRO et al., 2009). Loss et al. (2009) verificaram fertilidade diferenciada em um argissolo vermelho-amarelo influenciada por diferenças nos sistemas de uso e manejo.

Buscando um melhor entendimento sobre o tema em questão e sua relação com as formas de uso e manejo do solo, este estudo objetiva avaliar as propriedades químicas dos solos comparando diferentes sistemas de manejo. O que fornecerá subsídios para a compreensão dos processos de degradação, contribuindo para ajustes nas técnicas de manejo nas áreas avaliadas com destaque aos solos cultivados com feijão preto (*Phaseolus vulgaris L.*).

MATERIAIS E MÉTODOS

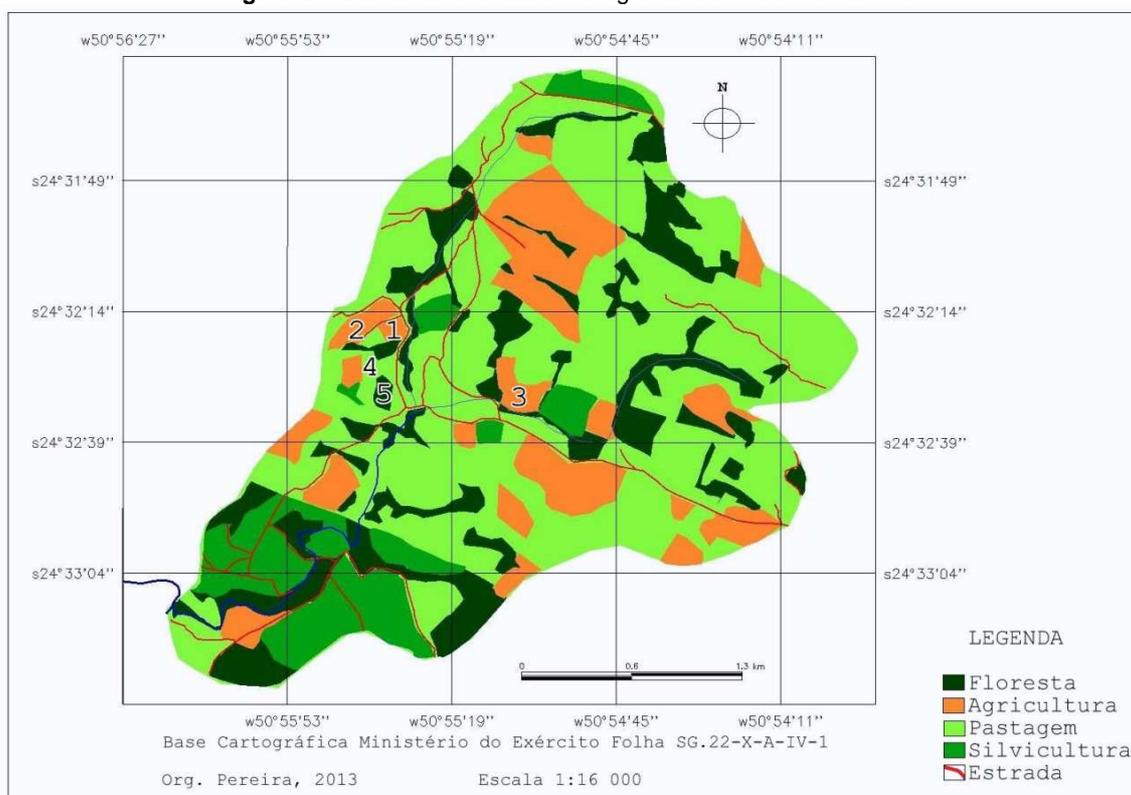
Este trabalho foi realizado na bacia hidrográfica do Arroio Palmeirinha que se localiza a cerca de 20 km no sentido Norte da área urbana do município de Reserva, o qual está inserido na Mesorregião Geográfica Centro Oriental Paranaense e Microrregião Geográfica de Telêmaco Borba. Escolheu-se esta bacia por ser uma área com características representativas dos sistemas agrícolas do município de Reserva.

² Considerado uma das mais antigas formas de plantio direto, já que não há revolvimento do solo para plantio (CERRI, 2007).

A bacia esta localizada entre as coordenadas 24°31'28"S e 24°33'21"S de latitude; e longitudes 50°53'50"W e 50°56'16"W (Folha SG.22-X-A-IV-1). Apresenta uma área total de 774 ha. Os canais da bacia hidrográfica do Arroio Palmeirinha indicam um comprimento total de 7,36 km, o que resulta numa densidade de drenagem de 0,95 km/km². Seu canal principal possui 5,05 km de comprimento.

Foram escolhidas cinco áreas para a realização deste estudo, a saber: três áreas cultivadas com feijão; uma com pastagem; e uma com floresta. A localização e a descrição das características de uso e manejo são melhores descritas na figura 01 e tabela 01. Os solos destas áreas foram classificados como Argissolos vermelho-amarelo eutróficos com textura média sendo: 440 g kg⁻¹ de areia, 220 g kg⁻¹ de silte e 340 g kg⁻¹ de argila.

Figura 01. Uso do solo na bacia hidrográfica do Arroio Palmeirinha.



Legenda: 1 – Área de Feijão 1 (F1); 2 – Área de Feijão 2 (F2); 3 – Área de Feijão 3 (F3); 4 – Pastagem (Pt); 5 – Floresta (Ft)

Tabela 01. Características de uso e manejo das áreas estudadas.

Área	Tamanho (ha)	Características de manejo
Feijão 1 (F1)	2	Terço inferior de vertente retilínea. 10 anos de cultivo com rotação entre feijão e milho, manejo convencional, uma aração e duas gradagens com máquinas à tração animal para plantio em linha e colheita manual. Declividade variando entre 6° e 12°.
Feijão 2 (F2)	1	Terço superior de vertente côncava. Primeiro cultivo após dois anos de regeneração. Declividade entre 20° e 30°. Prática da agricultura de toco com capina, plantio com matraca e colheita manual.
Feijão 3 (F3)	5	Terço médio inferior de vertente côncavo-convexa. Plantio direto

		mínimo ³ , 30 anos de cultivo com rotação milho e feijão. Manejo mecanizado para plantio em linha, e colheita manual. Declividade entre 6° e 12°.
Pastagem (Pt)	3	Terço médio vertente côncavo-retilínea. Utilizada há 10 anos como pastagem, lotação variando entre de uma a dois animais por hectare. Declividade entre 0 e 6°.
Floresta (Ft)	2	Terço médio de vertente côncavo-convexa. Área caracterizada pelos moradores locais como capoeirão, sem dados de alteração. Declividade entre 6° e 12°.

Escolheram-se áreas cultivadas com feijão, por ser esta uma das principais espécies cultivadas no município, com produção aproximada de 28.000 toneladas anuais, tornando-o o terceiro maior produtor do estado do Paraná e o décimo maior do país, com participação de 0,73% do total nacional (SALVADOR, 2011).

A área de pastagem foi escolhida por ocupar mais de 50% da área da bacia do Arroio Palmeirinha. A área de floresta foi utilizada como área controle, por se considerar que os solos em áreas de floresta apresentam melhor qualidade ambiental (BRADY e WEIL, 2008).

As áreas foram divididas em três setores, sendo: alta, média e baixa encosta. Em cada setor foram abertas três pequenas trincheiras onde foram coletadas três sub-amostras de solo nas profundidades (0-0,05; 0,05-0,15; 0,15-0,30 m), totalizando em cada área nove amostras. Após a coleta, as amostras foram catalogadas e enviadas a um laboratório credenciado para análise de macronutrientes, matéria orgânica e pH do solo.

O pH do solo foi determinado por potenciometria em solução de CaCl₂ (1:2,5), (EMBRAPA, 1997). A Matéria orgânica foi quantificada por oxidação em via úmida, utilizando-se solução de dicromato de potássio em meio ácido, com fonte externa de calor (YEOMANS e BREMNER, 1988). O fósforo e o potássio foram extraídos com Mehlich e determinados por colorimetria e fotometria de chama, respectivamente. A determinação do cálcio, magnésio e do alumínio foi por espectrofotometria de absorção atômica, extraídos com KCl mol L⁻¹(EMBRAPA, 1997). Com base nos dados referentes aos micronutrientes e teor de Al pode-se determinar a CTC e as saturações de bases e alumínio.

Utilizou-se o *software* Bioestat para análise estatística. Em princípio realizou-se análise descritiva (média, desvio padrão, coeficiente de variação) e avaliação da distribuição dos dados. Na sequência os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), utilizando-se delineamento inteiramente casualizado, com o tratamento na área (parcela) e as profundidades na subparcela. A comparação de médias foi feita pelo teste Tukey, a 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

PH E MATÉRIA ORGÂNICA

O pH do solo representa sua condição ácida (<7), neutra (7) ou alcalina (>7). Solos ideais para cultivo devem apresentar pH entre 6,0 e 6,5. Porém, esta faixa pode ser estendida de 5,5 a 6,8 (RONQUIN, 2010).

Os solos das áreas estudadas podem ser caracterizados com acidez alta, especialmente nas maiores profundidades. A área F2 na camada de 0 – 0,05 m foi a única a apresentar acidez baixa, enquanto a área F1 na camada de 0,15 – 0,30 m apresentou acidez muito alta (Tabela 02).

Não houve diferença entre a acidez da camada superficial nas diferentes áreas, nas camadas de 0,05 - 0,15 m e 0,15 – 0,30 m a área F1 apresentou diferença em relação às demais.

³ Consiste no uso de implementos sobre os resíduos da cultura anterior, com o revolvimento mínimo necessário para o cultivo seguinte. Geralmente é utilizado um escarificador a 15 cm suficiente para romper crostas e pé de grade niveladora (EMBRAPA, 2003).

Tabela 02. pH (CaCl₂) do solo nas diversas áreas e profundidades.

Prof (m)	F1	F2	F3	Pt	Ft
0-0,05	5,00 ±0,10 A	5,63 ±0,65 A	5,10 ±0,26 A	4,83 ±0,38 A	4,97 ±0,06 A
0,05-0,15	4,23 ±0,06 B	5,00 ±0,52 A	4,93 ±0,30 A	4,73 ±0,06 A	4,70 ±0,10 A
0,15-0,30	3,93 ±0,06 B	4,65 ±0,64 A	4,57 ±0,42 A	4,53 ±0,06 A	4,63 ±0,15 A

Legenda: média±desvio padrão. F1 – Plantio em linha; F2 – Plantio com matraca; F3 – Plantio em linha mecanizado; Pt – Pastagem; Ft – Floresta. Letras iguais na mesma linha não diferem significativamente a 5% no teste de Tukey.

A matéria orgânica age mediante sua estrutura complexa e longas cadeias de carbono, agregando partículas minerais. Além das estruturas complexas, a maior parte da matéria orgânica do solo é pouco molhável, protegendo os agregados contra o umedecimento e quebra (HÉNIN et al., 1976). Brady (1989) coloca que a matéria orgânica é o principal agente formador de agregados do tipo granular em grumos nos horizontes superficiais, afetando também as características de cor, plasticidade, coesão e retenção de água no solo.

Por ser um elemento de grande influência sobre as características do solo, a matéria orgânica é considerada como um indicador da qualidade ambiental dos solos.

Nas camadas de 0 - 0,05 m e 0,05 - 0,15 m o teor de matéria orgânica variou entre 30 e 40 g dm⁻³ em todas as áreas, já na camada de 0,15 - 0,30 m estes valores variaram entre 17 e 33 g dm⁻³ (Tabela 03).

A área F1 apresentou os menores teores de matéria orgânica entre as áreas avaliadas nas três camadas de estudo. Na camada superficial a área F2 apresentou teores de matéria orgânica semelhantes à área de floresta, com redução em profundidade, sendo que, na camada de 0,15 - 0,30 m a área F2 apresentou valores superiores apenas à área F1.

Tabela 03. Teor de matéria orgânica (g dm⁻³) nas diversas áreas e profundidades

Prof (m)	F1	F2	F3	Pt	Ft
0-0,05	33.10 ±1,6 B	39.83 ±10,8 AB	36.23 ±1,3 A	34.00 ±4,1 AB	39.37 ±6,6 AB
0,05-0,15	28.17 ±1,4 B	30.43 ±2,8 AB	33.53 ±2,3 A	32.63 ±3,4 AB	35.80 ±7,4 AB
0,15-0,30	17.00 ±2 C	21.50 ±0 B	30.43 ±2,8 A	26.83 ±8 ABC	33.07 ±8,6 AB

Legenda: média±desvio padrão. F1 – Plantio em linha; F2 – Plantio com matraca; F3 – Plantio em linha mecanizado; Pt – Pastagem; Ft – Floresta. Letras iguais na mesma linha não diferem significativamente a 5% no teste de Tukey.

A recente queima da vegetação sem o revolvimento profundo do solo contribui para a concentração da matéria orgânica na camada superficial da área F2. Na área F1 os teores reduzidos de MO se explicam devido ao revolvimento contínuo causado pelos equipamentos agrícolas, os quais contribuem para que a matéria orgânica sofra mineralização.

Por ser uma área com maior aporte de restos vegetais e ter apenas revolvimento superficial, a área F3 das áreas cultivadas com feijão foi a que apresentou maior homogeneidade no teor de MO entre as camadas avaliadas, com dinâmica de redução entre camadas semelhante à área florestada.

A área Pt nas camadas de 0,00-0,05 e 0,05-0,15 m onde ocorre maior concentração de raízes, obteve significativos teores de MO, com redução expressiva na camada 0,15-0,30 m associada à redução na densidade de raízes das gramíneas.

A maior concentração de MO nas áreas F2 e F3 contribui para a melhor qualidade química destas áreas, já que, teores elevados de matéria orgânica resultam no aumento da capacidade de troca de cátions (CTC) do solo (TESTA et al., 1992; BAYER e MIELNICZUK, 1997), na diminuição da

toxicidade de Al (SALET, 1994) e na maior disponibilidade de nutrientes, principalmente do N (TEIXEIRA et al., 1994; BURLE et al., 1997).

MACRONUTRIENTES

O fósforo (P) é um dos elementos mais importantes para o desenvolvimento das plantas, já que, aciona a maioria dos processos bioquímicos que exigem energia, como a captação de nutrientes e seu transporte no interior da planta (BRADY e WEIL, 2008).

A área Pt apresentou os menores valores de P na camada superior (Tabela 04), considerados críticos devido à sua importância para as plantas. Pela elevada variabilidade das áreas F1 e Ft estas acabaram por não diferir estatisticamente, apenas as áreas F2 e F3 diferiram significativamente da área Pt.

Tabela 04. Teor de Fósforo (mg dm⁻³) nas diversas áreas e profundidades

Prof (m)	F1	F2	F3	Pt	Ft
0-0,05	10.17 ±7,10 AB	8.23 ±2,81 A	6.30 ±1,25 A	2.50 ±1,51 B	10.33 ±11,67 AB
0,05-0,15	3.70 ±1,65 AB	5.13 ±2,25 AB	4.90 ±0,6 A	2.33 ±0,8 B	2.43 ±1,45 B
0,15-0,30	1.97 ±0,64 A	3.60 ±1,98 A	3.57 ±1,88 A	1.23 ±0,92 AB	1.07 ±0,23 B

Legenda: média±desvio padrão. F1 – Plantio em linha; F2 – Plantio com matraca; F3 – Plantio em linha mecanizado; Pt – Pastagem; Ft – Floresta. Letras iguais na mesma linha não diferem significativamente a 5% no teste de Tukey.

Neste estudo observa-se que apesar das áreas avaliadas apresentarem saturação por bases consideradas apropriadas ao cultivo, ao avaliar a saturação separadamente, observa-se que o Ca apresenta níveis baixos de saturação, enquanto K e Mg apresentam níveis ideais (Tabela 05).

Tabela 05. Saturação de Cátions (cmol dm⁻³)

Prof (m)	F1	F2	F3	Pt	Ft
0-0,05	0.62 ±0,3 A	1.04 ±0,26 A	0.63 ±0,15 A	0.49 ±0,14 A	0.96 ±0,35 A
0,05-0,15	0.19 ±0,04 A	0.67 ±0,25 AB	0.60 ±0,15 AB	0.36 ±0,1 AB	0.81 ±0,26 B
0,15-0,30	0.17 ±0,04 A	0.35 ±0,01 A	0.53 ±0,27 A	0.29 ±0,14 A	0.62 ±0,18 A
Ca					
0-0,05	4.27 ±0,93 A	6.80 ±2,17 A	6.67 ±0,92 A	4.83 ±0,55 A	6.10 ±1 A
0,05-0,15	2.87 ±1,17 A	5.90 ±3,27 A	6.17 ±1,44 A	4.37 ±1,45 A	6.10 ±1 A
0,15-0,30	1.37 ±0,21 A	3.85 ±3,04 AB	4.87 ±0,32 B	3.27 ±0,81 AB	5.17 ±0,91 B
Mg					
0-0,05	1.87 ±0,55 A	1.63 ±0,55 A	1.53 ±0,23 A	2.07 ±0,5 A	1.77 ±0,23 A
0,05-0,15	1.93 ±0,21 A	1.53 ±0,61 A	1.43 ±0,40 A	1.60 ±0,17 A	2.53 ±1,27 A
0,15-0,30	2.03 ±0,11 A	1.65 ±0,07 A	1.33 ±0,35 A	1.83 ±0,81 A	2.50 ±0,5 A

Legenda: média±desvio padrão. F1 – Plantio em linha; F2 – Plantio com matraca; F3 – Plantio em linha mecanizado; Pt – Pastagem; Ft – Floresta. Letras iguais na mesma linha não diferem significativamente a 5% no teste de Tukey.

CTC E SATURAÇÕES

A CTC indica a capacidade relativa do solo em reter cátions adicionados por fertilizantes, normalmente solos com alta CTC apresentam também, elevada capacidade de retenção de água (FAGERIA e STONE, 2006).

Segundo Ronquin (2010), se a CTC do solo está ocupada por cátions essenciais como Ca, Mg e K, pode-se considerar este um solo bom para a nutrição das plantas. Em compensação, se grande parte da CTC estiver ocupada por cátions potencialmente tóxicos como H⁺ e Al este será um solo pobre.

De acordo com Fageria et al. (1999), a CTC pode ser classificada em cinco grupos: baixa (<10 cmol/kg); moderadamente baixa (10 – 20 cmol/kg); moderadamente alta (20 – 30 cmol/kg); alta (30 – 50 cmol/kg) e muito alta (>50 cmol/kg). Neste estudo, em todas as áreas e profundidades avaliadas a CTC foi classificada como moderadamente baixa, variando entre 10 e 14 cmol dm⁻³.

A saturação por bases representa a soma das bases trocáveis expressa em porcentagem de capacidade de troca de cátions (RONQUIN, 2010) caracterizada como um bom indicador das qualidades do solo, utilizado até mesmo na nomenclatura de alguns, sendo: solos eutróficos com saturação por bases superior a 50% e solos distróficos com saturação abaixo de 50%.

De modo geral, os solos das áreas estudadas têm saturação por bases considerada média (50-75%). Na comparação entre áreas, F2 apresentou maior saturação ultrapassando 70% na camada superficial. A área F2 apresentou também, elevado desvio padrão entre as amostras, demonstrando a variabilidade dentro da área avaliada (Tabela 06).

A área F1 na camada de 0,15-0,30 m apresentou o menor valor de saturação, considerado muito baixo. A área Ft apresentou elevada saturação, com baixa variação entre a camada superficial e a camada de 0,15-0,30 m (2%), demonstrando a homogeneidade química da área.

Tabela 06. Saturação por bases (V%) nas diversas áreas e profundidades.

Prof (m)	F1	F2	F3	Pt	Ft
0-0,05	54,87 ±6,42 A	71,83 ±17,05 AB	67,57 ±5,74 B	60,43 ±6,84 AB	62,13 ±0,72 B
0,05-0,15	42,03 ±8,12 A	63,87 ±16,84 AB	65,97 ±6,9 B	54,07 ±8,67 AB	61,43 ±0,63 B
0,15-0,30	26,73 ±4,86 A	55,25 ±20,29 BC	52,97 ±13,19 BC	49,27 ±5,69 B	60,10 ±1,01 C

Legenda: média±desvio padrão. F1 – Plantio em linha; F2 – Plantio com matraca; F3 – Plantio em linha mecanizado; Pt – Pastagem; Ft – Floresta. Letras iguais na mesma linha não diferem significativamente a 5% no teste de Tukey.

Graham (1959) expõe que o crescimento da cultura e a produtividade seriam pouco afetados pela saturação por bases dentro das faixas de 65% a 85% de cálcio, 6% a 12% de magnésio e 2% a 5% de potássio, com os íons de hidrogênio ocupando os sítios remanescentes das argilas. De acordo com Ronquin (2010) a maioria das culturas apresenta boa produtividade quando no solo é obtido saturação por bases entre 50 e 80% e valor de pH entre 6,0 e 6,5. Fageria et al. (2008), obtiveram produtividade do feijão superior a 3.000 kg/ha em áreas com saturação por bases de 67% e pH médio de 6,5.

As áreas F2, Pt e Ft apresentaram teores de saturação por alumínio considerados muito baixos nas três camadas avaliadas. F3 apresentou nível médio de saturação na camada de 0,15-0,30 m. Apesar de não apresentar saturação por Al na camada superficial a área F1 apresentou teores considerados médio na camada de 0,05-0,15 m, e muito altos na camada de 0,15-0,30 m, sendo muito prejudicial às práticas agrícolas (OSAKI,1991).

Segundo Machado (1997), as principais alterações geradas pela toxicidade do Al no solo são: alterações na membrana das células da raiz; inibição da síntese de DNA e da divisão celular; inibição do alongamento celular; alterações na absorção de nutrientes e no balanço nutricional.

De modo geral observa-se que a área F2 por ter sofrido a queima em um estágio de tempo recente, apresentou melhores condições químicas, superiores e/ou semelhantes aos da área de floresta, com elevação do pH, matéria orgânica, P, CTC e Saturação de bases.

A área F1 em comparação com as demais áreas apresentou os indicadores químicos mais baixos, com destaque para o pH, teor de matéria orgânica e saturação por bases, nos quais chegou a

apresentar diferenças de cerca de 50% comparado com os valores das demais áreas cultivadas com feijão.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A agricultura convencional (F1) gerou maior degradação química. A área F2 (coivara) apresentou as melhores condições químicas do solo, próximo ou superior aos valores da área Ft, pois a roçada e a queima da vegetação acelerou a liberação dos nutrientes, aumento do pH e acúmulo de matéria orgânica. A área F3 apresentou propriedades químicas intermediárias quando comparadas com as demais áreas.

O teor de matéria orgânica e a saturação de bases foram os parâmetros químicos que melhor representaram as diferenças entre as formas de manejo. Conclui-se desta forma também, que a forma/tipo de manejo do solo tem maior efeito sobre os atributos químicos do que o tempo de manejo, já que a área F3 com 30 anos de manejo no sistema de plantio direto mínimo apresentou condições químicas superiores à área F1 com 10 anos de manejo em sistema convencional.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão de bolsa de estudos ao primeiro autor, sem a qual não seria possível a realização deste trabalho. Agradecemos também ao Prof. Ms. Rafael Adelino Fortes pela revisão de línguas inglesa e portuguesa e aos colegas Paulo Ângelo Fachin e Gustavo Toledo Peretto pelo auxílio nas atividades de campo e laboratório.

REFERÊNCIAS

- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.21, p.105-112, 1997.
- BONILLA, A. L. C. **Balanço de nitrogênio em microbacias pareadas (floresta vs pastagem) no Estado de Rondônia**. 2005. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agrossistemas) – Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.
- BRADY, N. C. **Natureza e propriedade dos solos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989.
- BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **The nature and properties of soil**. 14. ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson-Prentice Hall, 2008.
- BURLE, M. L., MIELNICZUK, J., FOCCHI, S. Effect of cropping systems on soil chemical characteristics, with emphasis on soil acidification. **Plant Soil**, v. 190, p. 309-316, 1997.
- CANELLAS, L. P. et al. Propriedades químicas de um Cambissolo cultivado com cana-de-açúcar, com preservação do palhicho e adição de vinhaça por longo tempo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.935-944, 2003.
- CARNEIRO, M. A. C. et al. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p.147-157, 2009.
- CERRI, C. E. P. et al. Tropical agriculture and global warming: impacts and mitigation options. **Scientia Agrícola**, v.64, p.83-99, 2007.
- COSTA, F. S. et al. Estoque de carbono orgânico no solo e emissões de dióxido de carbono influenciadas por sistemas de manejo no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.323-332, 2008.
- D'ANDRÉA, A.F. et al. Atributos de agregação indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo na região dos Cerrados no sul do Estado de Goiás. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, p.1047-1054, 2002.

- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Cultura do Algodão no Cerrado. **Sistemas de produção**. n. 2. Versão eletrônica, 2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em 20 de junho de 2013.
- FAGERIA, N.K.; STONE, L.F. **Qualidade do solo e meio ambiente**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006.
- FAGERIA, N.K.; STONE, L.F.; SANTOS, A.B. **Maximização da eficiência de produção das culturas**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999.
- FAGERIA, N.K.; SANTOS, A.B.; STONE, L.F. **Índices adequados de pH e de saturação por bases na produtividade do feijoeiro em solo de cerrado no Sistema Plantio Direto**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2008. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n. 30).
- FARIAS, A.F.G.; SANTOS, A.C.; SANTOS, T.M.; BATISTELLA FILHO, F. Influência do manejo do solo nas propriedades químicas e físicas em topossequência na bacia do rio Araguaia, estado do Tocantins. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, p.517-524. 2010.
- HÉNIN, S.; GRAS, R.; MONNIER, G. **Os solos agrícolas**. Rio de Janeiro: Forense-Universitária; São Paulo: Universidade de São Paulo, 1976.
- LOSS, A.; PEREIRA, M.G.; SCHULTZ, N.; ANJOS, L.H.C.; SILVA, E.M.R. Atributos químicos e físicos de um Argissolo Vermelho-Amarelo em sistema integrado de produção agroecológica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.1, p.68-75, 2009.
- MACHADO, P.L.O.A. **Considerações gerais sobre a toxicidade do alumínio nas plantas**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 1997.
- OSAKI, F. **Calagem e adubação**. Campinas: Instituto Brasileiro de Ensino Agrícola, 1991.
- PERUSI, M.C.; CARVALHO, W.A. Comparação de métodos para determinação da estabilidade de agregados por via seca e úmida em diferentes sistemas de uso e manejo do solo. **Geociências**, v.27, n.2, p.197-206, 2008.
- RANGEL, O.J.P.; SILVA, C.A. Estoques de carbono e nitrogênio e frações orgânicas de Latossolo submetido a diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.1609-1623, 2007.
- RONQUIN, C.C. Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais. Campinas: Embrapa monitoramento por satélite, 2010. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 8).
- SALET, R.L. **Dinâmica de íons na solução de um solo submetido ao sistema plantio direto**. 1994. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- SALVADOR, C.A. **Análise da conjuntura agropecuária safra 2011/2012**. Curitiba: Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Paraná (SEAB-PR). Relatório técnico, 2011. Disponível em: <www.seab.pr.gov.br>. Acesso em março de 2012.
- TEIXEIRA, L.A.J.; TESTA, V. M.; MIELCZUK, J. Nitrogênio no solo, nutrição e rendimento de milho afetados por sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.18, p. 207-214, 1994.
- TESTA, V.M.; TEIXEIRA, L.A.J.; MIELNICZUK, J. Características químicas de um Podzólico Vermelho-Escuro afetadas por sistemas de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.16, p.107-114, 1992.