

AVALIAÇÃO DE ALGUMAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DE LATOSSOLO SOB VEGETAÇÃO RELICTUAL DE CERRADO E PLANTIO DIRETO EM CAMPO MOURÃO- PR

HÉLIO SILVEIRA¹
DARLENE LOPES AMARAL OLIVEIRA¹
ALISSON ADAMO DE ANDRADE²
ANDRÉIA VIEIRA DA SILVA²

RESUMO: O presente estudo foi desenvolvido no município de Campo Mourão, localizado na porção centro ocidental do Estado do Paraná, entre as coordenadas geográficas de 24° 2' 38'' de latitude sul e 52° 22' 40'' de longitude oeste. Esse trabalho teve como objetivo avaliar a influência do uso e manejo, em algumas propriedades físicas e químicas de Latossolo vermelho com textura muito argilosa sob plantio direto, em comparação com o mesmo solo numa área de vegetação relictual de cerrado. As amostras foram coletadas em trincheiras, os solos foram morfologicamente caracterizados e nas amostras de cada horizonte foram determinados parâmetros físicos como a granulometria, densidade global e porosidade; e químicas: pH, soma e saturação de bases, capacidade de troca de cátions, P, K e micronutrientes Fe, Mn, Cu, Zn e B. Os dados demonstram que o manejo influenciou uma mudança do ambiente, tais como: aumento dos valores de soma de bases, na capacidade de troca de cátions e conseqüentemente no grau de saturação por bases; aumento do teor de carbono orgânico e na densidade do solo e em conseqüência decréscimo na quantidade total de poros, principalmente no horizonte Ap. O fósforo extraível e o potássio trocável sofreram acréscimo como também os teores dos micronutrientes Zn e B, entretanto ao valores de Cu e Fe diminuíram e quanto ao Mn praticamente se manteve inalterado. As mudanças são dependentes do pH e da presença de matéria orgânica.

PALAVRAS CHAVE: Avaliação de praticas de manejo, atributos físicos e químicos do solo, sustentabilidade.

EVALUATION OF THE CHEMICAL AND PHYSICAL SOIL PROPERTIES IN THE OXISOIL IN A RELICTUAL VEGETATION OF THE CERRADO AND NO TILLAGE OF CAMPO MOURÃO-PARANÁ

ABSTRACT: The study conducted in Campo Mourão, a lity placed in the Occidental Center region portion in Paraná State between the geographic coordinator 24° 2' 38'' of touth Latitude and 52° 22' 40'' of West Longitude. This research was carried out to evaluate the influence of the use and management in some chemical and physical properties of oxisoils with a clayer texture hiruogh no-tillage, compared to a similar soil in a relictual vegetation area of the cerrado from Campo Mourão, Paraná. The sanple were collected in trenches, the soils nere morphologically characterized and samples were taken fron each horizon to deter mine physicals parameters paticle size distribution, bulk density and total porosity, as well as chemical parameters the pH, sum and saturation, cation exchanging capacity, P, K, and presence of micronutrientes Fe, Mn, Cu, Zn and B. The data shoneol that as the environment changed it led to a chemical and physical soil alteration such as increasing in

¹ Professores do Curso Superior de Tecnologia Ambiental – CEFFET Unidade Campo Mourão – PR

² Graduandos e Estagiários do Laboratório de Solos - CEFET Unidade Campo Mourão – PR

levels of bases sum, CTC and bases saturation, as well as in organic carbon levels, and a increasing e of the bulk density and, consequently na decréas in total porosity mainly in horizon Ap. Phosphorus and potassium values were ligher for no tillage, as well as Zn and B values; There fore Cu and Fe values increased whill Mn values were not affected. The environment changeigs are related to the values of the pH and organic matter.

KEY WORDS: Management practices evaluation; soils physical, and chemicals atributes, sustainability.

INTRODUÇÃO

Tem crescido a consciência ecológica sobre a qualidade do solo cujo conceito emergente integra avaliações descritivas e analíticas dos seus atributos físicos, químicos e biológicos. De acordo com Steinhardt, (1995) a necessidade de se obter uma agricultura sustentável, tem acrescentado ao conceito de qualidade de solo, além dos critérios de produção, a necessidade de se evitar a deterioração dos recursos naturais dos quais ele é parte fundamental. Esses indicadores devem ser sensíveis às variações do manejo, de forma a possibilitar o monitoramento dessas mudanças ao longo do tempo. O manejo do solo só é sustentável quando sua qualidade é mantida ou melhorada.

O bioma cerrado é caracterizado pela sua ocorrência, principalmente no Planalto Central Brasileiro. Esses solos estão entre os mais velhos do mundo, sendo intemperizados desde o Cretácio há 100 milhões de anos, segundo Goodland, (1971), com o predomínio de argilo minerais como a caulinita, gibsita e hematita. Malavolta (1977) coloca que a remoção dos minerais primários foi acompanhada pelo dessilificação e lixiviação de nutrientes de forma a apresentar alta acidez. A acidez é um dos fatores que limitam a produção dos ecossistemas do mundo. A região tropical do continente latino-americano apresenta mais de 70% dos seus solos com tal característica. A alta acidez é acompanhada de elevados valores de Al, Fe e Mn trocável, como também de baixa CTC e baixos valores de P e K disponíveis.

O cerrado em Campo Mourão - Paraná constitui, portanto, uma relíquia de um clima passado, datado do Quaternário Antigo e extinto em sua quase totalidade pelo avanço das fronteiras agrícolas. Com o intuito de se conservar os resquícios da flora e fauna do cerrado, bem como o desenvolvimento de estudos, criou-se em 1993 a Estação Ecológica do Cerrado de Campo Mourão (Denardi, 1993).

A ocupação sistemática desta região intensificou-se a partir de 1940, com o predomínio da agricultura tradicional, sem utilização de máquinas e insumos modernos. Foi a partir dos primeiros anos da década de 1970 que bases modernas foram introduzidas nas lavouras, com a expansão do binômio soja/trigo, sobretudo da soja (Hespanhol, 1993).

Dessa forma, quando o homem, por sua intervenção, modifica o funcionamento de um ecossistema florestal, a matéria orgânica do solo é profundamente alterada. Os efeitos dessa perturbação são muito grandes, principalmente nas regiões tropicais, onde os solos são pobres em nutrientes, e a vegetação depende, em grande parte, da reciclagem de nutrientes, contidos nos detritos vegetais (Herrera et al., 1971).

A exploração de duas a três safras anuais, com a crescente utilização de máquinas agrícolas, desde o preparo até a colheita, juntamente com o aumento do peso e potência de tratores, contribuem para aumentar as áreas com problemas de compactação (Mantovani, 1987). Vários estudos têm mostrado que uso de implementos e máquinas pesadas, aliadas à umidade inadequada, podem causar uma série de alterações nas condições físicas (como a densidade, a porosidade) e químicas (o carbono orgânico, pH) dos solos, com o decorrer dos anos de uso agrícola (Cintra et al. 1983; Jorge, 1983; Grohmann & Queiroz Neto, 1966; Silva et al. 1986; Fernandes & Galloway, 1987).

A agricultura convencional, em áreas tropicais e subtropicais, favorece a rápida mineralização da matéria orgânica em quantidades maiores do que as possibilidades de reposição. A alta intensidade das chuvas está geralmente associada as perdas de solo, resultando em degradação química, física e biológica. Portanto, o arado e outros implementos de preparo mecânico de solo são contrários ao uso sustentável da terra nessa região (Derpsch, 1997).

Pesquisas comprovam que o plantio direto, em comparação com o preparo convencional dos solos, tem efeito positivo, pois reduz as perdas de solo pela erosão, diminui o impacto da gota da chuva, protege contra compactação e desagregação dos grumos, aumenta a capacidade de infiltração de água no solo, reduz o escoamento superficial, ameniza a amplitude térmica, mantém por maior tempo a umidade do solo, favorecendo os processos biológicos, aumenta a matéria orgânica no seu perfil, melhorando a capacidade de troca de cátions e a estrutura física do solo (Satunino & Landers, 1997; Derpsch, 1997; Sidira & Pavan, 1995).

Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar a influência do uso e manejo, em algumas propriedades físicas e químicas de Latossolo Vermelho com textura muito argilosa sob plantio direto, em comparação com o mesmo solo numa área de vegetação relictual de cerrado, servindo de base para o planejamento das práticas agrícolas.

MATERIAL E MÉTODO

Este estudo foi realizado no município de Campo Mourão, localizado no terceiro planalto paranaense, na porção centro ocidental, entre as coordenadas geográficas de 24° 2'38" de latitude sul e 52° 22'40" de longitude oeste (Fig. 1).

De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa, subtropical úmido mesotérmico, com verões quentes e geadas pouco frequentes, com tendência de concentração das chuvas nos meses de verão (IAPAR, 1978).

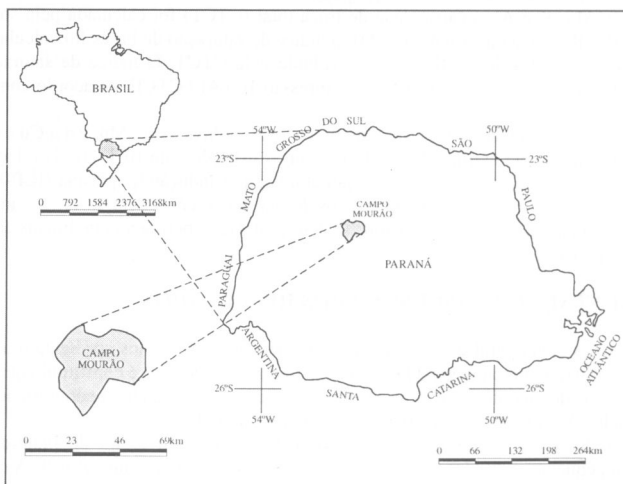


Figura 1 – Localização da área de estudo.

Os solos predominantes no município são o Latossolo Roxo e a Terra Roxa Estruturada, oriundos do basalto, da Formação Serra Geral. Em menor extensão, encontra-se o Latossolo Vermelho-Escuro, derivado do arenito de Formação Caiuá (Paraná, 1987).

Foi aberta uma trincheira na Estação Ecológica do Cerrado por ser considerado uma área relictual que destoa da vegetação e das condições climáticas predominantes dos dias atuais e a outra trincheira foi cavada nas proximidades da Estação Ecológica sob uso com plantio direto.

As trincheiras abertas foram de 1,30 metros de profundidade para descrição morfológica e coleta de amostras, seguindo os critérios estabelecidos por Lemos & Santos (1966). As amostras foram coletadas no centro dos horizontes e submetidas à secagem para realização das análises físicas e químicas de rotina. Em todas os ensaios seguiu-se o manual de Métodos de Análise do Solo, EMBRAPA, (1997). Realizou-se ensaio de densidade global, pelo método do anel volumétrico, densidade das partículas com álcool etílico e a porosidade total foi obtida pela fórmula $100(Dr - Dg)/Dr$. A análise granulométrica foi efetuada pelo método da pipeta. Adicionaram-se 5 ml de NaOH 1 mol/l e 10 g de solo agitados por duas horas. A areia foi separada do silte e da argila por tamisamento. A separação da argila e silte foi baseada no princípio da sedimentação.

O levantamento histórico da região demonstrou que a área foi desmatada em 1968, para instalação de pastagem e, com o decorrer do tempo, passou a sistema convencional, sucessão soja/trigo. A partir de 1997, vem sendo executado o sistema de cultivo de plantio direto, (para proteção do solo).

Nesses locais são feitas calagens há aproximadamente 25 anos, com calcário dolomítico. O processo de incorporação é feito normalmente com arado de discos. A formulação para adubação do trigo é 10/40/25 e para a soja 0/20/20.

Foram determinados os teores de Ca, Mg e Al no extrato de KCl mol/l; K e P no extrato Mehlich-1; H + Al pelo método SMP. O pH em CaCl₂ 0,01 mol/l e carbono orgânico por oxidação de dicromato. O Ca e o Mg foram determinados por complexometria em EDTA, Al por titulação com NaOH, K por fotometria de chama e P colorimetricamente pelo método do azul de molibdênio, usando ácido ascórbico como agente redutor.

A capacidade de troca de cátions efetiva do solo (CTCE) foi calculada pela soma de íons Ca, Mg, K e Al, a capacidade de troca total (CTCT) foi calculada pela soma dos íons Ca, Mg, K e da acidez total (H + Al), o índice de saturação de bases foi calculado pela soma dos cátions (Ca, Mg e K) x 100, dividindo pela CTCT. O índice de saturação por alumínio trocável é calculado mediante a expressão $100 Al / CTCE$, de acordo com Pavan et al. (1998).

Determinaram-se os teores de micronutrientes solúveis: Fe, Mn, Zn e Cu extraídos Mehlich-1 relação solo extrator 1:10 e Boro solúvel extraído com HCl 0,05 N relação solo extrator 1 :10 por espectrometria e absorção atômica por indução de plasma (ICP-AS). As amostras de todos os compostos analisados foram secas em estufa a 45° C, moídas e passadas em peneiras de 2 mm de malha. O delineamento experimental de blocos ao acaso, com três repetições.

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A descrição geral dos perfis permitiu verificar que os solos apresentam a mesma litologia, formação e cronologia. O material originário desses solos é constituído de produto de alteração do basalto da Era Mesozóica, não apresentando pedregosidade nem rochiosidade. O relevo local é plano com declividade variando de 0 a 3%.

A descrição morfológica, tanto no perfil de cerrado como de plantio direto, comprova pequenas variações de ordem morfológica entre os horizontes A e B. A estrutura é granular de grau forte à moderado, variando de pequeno a muito pequeno, a cor é 2,5 YR

3/4 a 3/6, com transição difusa entre os horizontes. A textura é muito argilosa, apresentando um pequeno aumento de argila em profundidade.

Os solos estudados foram classificados como Latossolo Vermelho distroférico, A moderado, textura muito argilosa, sob cerrado e sob plantio direto (Quadro 1 e 2).

Na Figura 2, pode-se notar que a influência do uso e manejo no Latossolo sob plantio direto alterou de forma negativa a densidade do solo (a) e a porosidade (b), principalmente no horizonte Ap. A densidade para o Latossolo sob cerrado foi 22% menor e a porosidade total foi 13% maior do que o sistema de plantio direto. Castro et al. (1987) e Vieira (1981) observaram que o plantio direto leva um aumento significativo da densidade do solo na camada mais superficial, por não sofrer o revolvimento periódico como ocorre do solo com preparo convencional.

Abaixo desse horizonte, os valores de densidade do solo e porosidade em ambos os usos foram muito semelhantes, mostrando que a interferência do uso e manejo do solo ocorre com maior intensidade nos primeiros centímetros de profundidade, como observado por Silveira (1998).

A Figura 2 mostra ainda que o carbono orgânico (c) e a CTC (d) em superfície no plantio direto supera os valores encontrados no cerrado, tal fato ocorre, segundo Saturnino & Landers (1997), em virtude do aumento, de ano após ano, das sobras de colheitas que são mantidas na superfície, pois não ocorre o revolvimento como acontece no plantio convencional e, desta forma, favorece a manifestação das atividades biológicas, melhorando a CTC e a estrutura física dos solos.

Quadro 1 – Características físicas dos solos estudados

Simb. Horizontes		Areia	Silte	Argila	Ds	Dp	Poros. Total
Prof.		(g.Kg ⁻¹)			(g/cm ³)		
Plantio direto							
Ap	0 – 24	280	50	670	1,13	2,86	60
Bw1	24 – 79	330	30	640	1,10	2,96	63
Bw2	79 – 123	290	50	660	0,99	2,99	67
Cerrado							
A	0 – 24	320	50	630	0,88	2,84	69
Bw1	24 – 69	320	20	660	1,05	3,00	65
Bw2	69 – 123	290	40	670	0,97	2,93	67

Quadro 2 – Características químicas dos solos estudados (macronutrientes)

Características químicas dos solos estudados (hábitats)														
Simb. Horizontes	Prof.	P	C	PH (CaCl ₂)	pH (SMP)	Al	H+Al	Ca+Mg	Ca	K	SB	CTC	V	M
		mg/dm ³					cmol(+)/dm ³					%		
Plantio direto														
Ap	0 – 24	60,36	24,37	4,83	5,76	0,00	5,76	4,56	2,92	0,70	5,26	11,02	47,73	0,00
Bw1	24 – 79	0,31	10,10	4,43	5,89	0,07	5,35	1,29	0,59	0,21	1,50	6,85	21,90	4,46
Bw2	79 – 123	0,31	7,00	4,27	6,00	0,16	4,96	0,51	0,26	0,07	0,58	5,54	10,47	21,62
Cerrado														
A	0 – 24	0,69	21,57	3,99	5,22	1,15	9,00	0,32	0,20	0,09	0,41	9,41	4,36	73,72
Bw1	24 – 79	0	12,93	4,09	5,63	0,69	6,69	0,18	0,09	0,00	0,18	6,87	2,62	79,31
Bw2	79 – 123	0,31	7,70	4,32	5,88	0,35	5,35	0,13	0,06	0,00	0,13	5,48	2,37	72,92

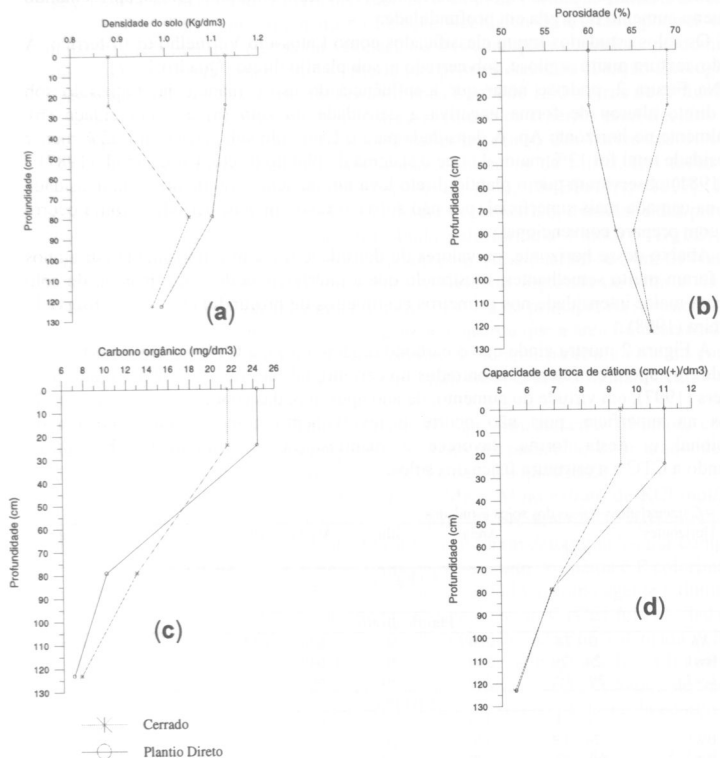


Figura 2- Valores de densidade do solo (a), porosidade total (b) capacidade de troca de cátions (c), carbono orgânico (d).

pH, cátions trocáveis, soma e saturação de bases

A Figura 3 apresenta os valores de pH (a), cátions trocáveis e saturação de bases (b). A análise dos valores de pH (CaCl_2) (c) do solo de vegetação relictual do cerrado não apresentou, em todo seu perfil, diferenças significativas, entretanto, quando o comparamos ao solo do sistema plantio direto nota-se que na camada superficial ocorre um grande acréscimo, resultante da adição de calcário, isto é, introdução de calcário e magnésio ao sistema solo e planta. O decréscimo do pH, à medida que se aumenta a profundidade nesse sistema de cultivo, deve-se ao fato de que a calagem através de calcário dolomítico tem com consequência grande aumento de cálcio trocável na camada superficial, mas movimenta-se muito pouco em profundidade.

Segundo Lopes (1984), solos de cerrado apresentam alta saturação de alumínio no complexo de troca, que é sinônimo de baixa saturação em bases, principalmente Ca^{++} , o

qual deve ter sofrido lixiviação, deixando em seu lugar o alumínio que se origina do intemperismo dos aluminossilicatos.

A toxidez, ou seja, os valores de Al, Fe, Mn são controlados pela acidez, isto é, à medida que se aumenta o pH diminuem os teores desses nutrientes.

A CTC sofre aumento com a elevação do teor de matéria orgânica, conferindo ao solo maior adsorção de cátions trocáveis, liberado pela decomposição da matéria orgânica ou então, incorporados como corretivos ou adubos.

pH, fósforo e potássio

Na Figura 3, é possível observar a variação em profundidade de pH e pH em CaCl_2 (c), fósforo (d) e potássio ().

A adição de calcário elevou o pH do solo como também sua capacidade tampão (pH SMP) e a adubação, utilizada no sistema plantio direto, favoreceu os teores de fósforo e potássio.

A lixiviação de K diminui com o aumento de pH, isto é, aumenta-se a fixação do potássio adicionado em forma de adubo, fazendo com que ele fique mais disponível para as plantas. No solo de cerrado nativo, o K disponível se mostra com índices muito baixos, isto é indicativo, segundo Lopes (1984), de que a ação do intemperismo reduziu as reservas de minerais primários contendo potássio.

Outro fator que contribui para o aumento do teor de K, relaciona-se com a menor taxa de mineralização da matéria orgânica, observado principalmente na camada superficial, o acúmulo de material orgânico colabora para o aumento do potássio, aumentando sua retenção e dessa forma, reduz suas perdas por lixiviação.

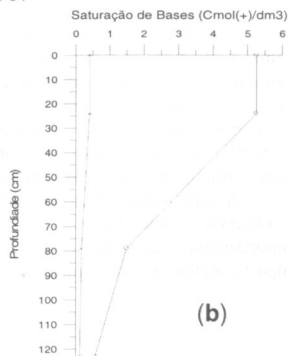
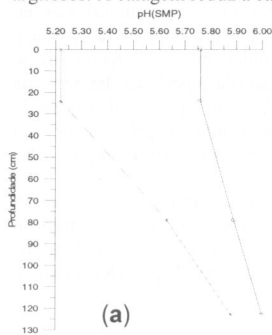
É evidente que a influência do pH do solo sobre a assimilabilidade do fósforo é determinada em grau razoável pela presença de vários cátions. (Ca, Mg e K).

O acréscimo significativo do teor de P no horizonte superficial do sistema plantio direto está associado à aplicação de adubos fosfatados, decorrentes do manejo do solo, à aplicação de calcário e do maior conteúdo de material orgânico.

A disponibilidade de fósforo no solo aumenta em função da matéria orgânica decomposta, já que certos compostos orgânicos formam complexos com ferro e alumínio, evitando a formação de compostos insolúveis de fósforo com esses dois elementos.

Já no solo de cerrado nativo, as quantidades razoáveis de Fe, Al e Mn disponíveis reagem com o H_2PO_4^- , tornando o fósforo insolúvel e igualmente inassimilável, ou seja o fósforo inorgânico, em condições ácidas, se predispõe a processos de fixação, indisponibilizando-o.

Os compostos com que fósforo reage encontram-se na sua maioria nas frações mais finas do solo, de forma que a sua fixação tende a ser mais pronunciada nos solos argilosos. A calagem reduz a capacidade de fixação do P.



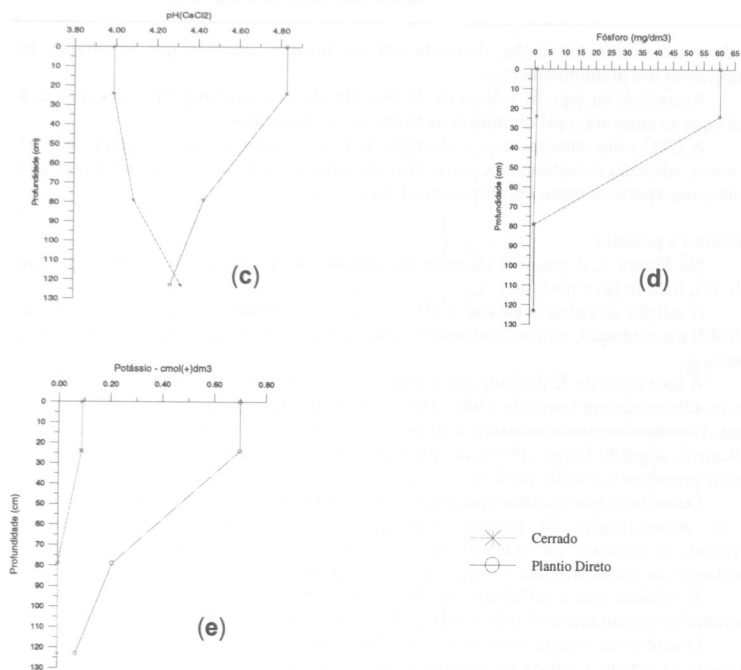


Figura 3 – Valores de pH (SMP) (a), saturação de bases (b), pH em CaCl₂ (c), fósforo (d) e potássio (e).

Distribuição de micronutrientes Fe, Mn, Cu, Zn e B

O quadro 3 e a Figura 4 apresenta os teores de Fe (a), Mn (b), Cu (c), Zn (d) e B (e). Em estudos de interpretação de análises de micronutrientes em solo de vegetação de cerrado, Lopes (1984) encontrou as seguintes medianas: Zn solúvel: 0,6 ppm; Cu solúvel 0,6 ppm; Fe solúvel 32,5 e Mn solúvel 7,6 ppm. Dos cinco micronutrientes analisados no presente trabalho, o zinco demonstrou ser o mais limitante e os valores experimentais encontrados estão todos acima dos valores médios encontrados pelo mesmo autor.

A análise dos resultados obtidos quanto à distribuição dos micronutrientes no perfil, sugere haver uma correlação positiva entre os teores de Zn e de matéria orgânica. Assim, à medida que se aumenta a profundidade, diminuem-se os teores desse micronutriente. Quando comparamos os valores de Cu, da camada superficial das áreas de estudo, observamos a diminuição do seu teor no solo cultivado e isto é facilmente explicado pelo comportamento deste nutriente, já que quanto mais alto o pH, menor sua disponibilidade. Sua redução de solubilidade pode ser explicada pela forte retenção, pelas argilas, e principalmente, pela complexação de matéria orgânica.

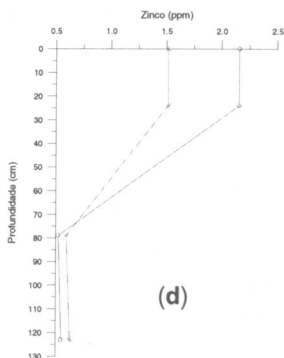
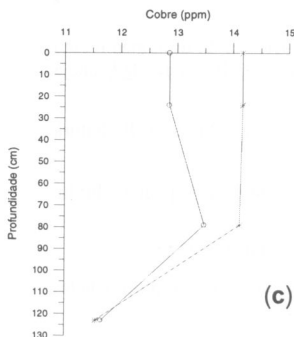
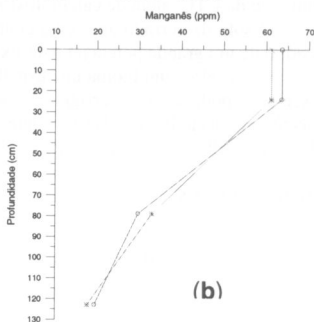
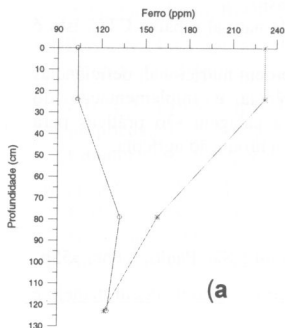
A solubilidade do zinco também é dependente do pH e as deficiências, em geral, são observadas em solos de pH elevado, muito embora vários estudos mostrem o comportamento contraditório do zinco. Lopes e Malavolta (1974), ao estudarem os comportamentos de solos que receberam calagem formando Zn(CO₃), evidenciaram a

maior disponibilidade do complexo Zn no solo. Acredita-se que o aumento do Zn solúvel na camada superficial pode ser explicado pela ação da correção da acidez pelo uso de calcário dolomítico.

Deficiências de Boro ocorrem em solos que sofrem grande lixiviação. Catani et al. (1971) estudaram a adsorção de Boro por amostras incubadas com CaCO₃ e observaram que à medida que aumenta o pH, maior é o Boro disponível. A disponibilidade do Ferro e Manganês decresce de 1000 para 100 vezes, respectivamente para cada aumento de uma unidade de pH.

Quadro 3- Características químicas dos solos estudados (micronutrientes).

Simb. Horizontes	Prof.	Fe	Mn	Cu	Zn	B
(mg/dm ³)						
Plantio direto						
Ap	0 – 24	231.8	61.19	14.17	1.517	0.1992
Bw1	24 – 79	158.3	33.02	14.12	0.5962	0.1231
Bw2	79 – 123	122.0	17.69	11.55	0.6286	0.1112
Cerrado						
A	0 – 24	103.6	63.68	12.86	2.158	0.2402
Bw1	24 – 79	132.6	29.70	13.49	0.5250	0.1178
Bw2	79 – 123	124.0	19.40	11.65	0.5509	0.1218



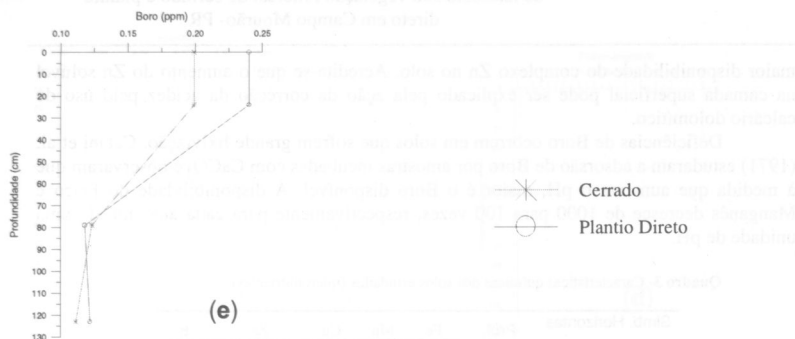


Figura 4 - Valores de Ferro (a), manganês (b), cobre (c), zinco (d) e Boro (e).

CONCLUSÕES

O plantio direto apresentou-se de forma negativa em algumas características físicas como a densidade do solo e a porosidade, entretanto, mostrou-se de forma muito positiva na manutenção da fertilidade do solo com aumento da matéria orgânica, auxiliando no aumento da CTC, além de cálcio, fósforo, magnésio e potássio.

O solo de cerrado apresenta conteúdos baixos de pH natural e baixa CTC, isto é indicativo de um grande potencial para lixiviação de cátions.

O cerrado é um bioma que espelha uma grande desordem nutricional, deficiências e excessos podem ser corrigidos mediante a transferência e implementação do conhecimento tecnológico. Neste contexto, a adubação e a calagem são práticas para melhorar a fertilidade e corrigir a acidez do solo, aumentando a produção agrícola.

BIBLIOGRAFIA

- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. 1990. Conservação do solo. São Paulo: Icone, 355p.
- BRAGAGNOLO, N.; PAN, W.; THOMAS, J.C. 1997. Solo uma experiência em manejo e conservação. Curitiba: ed. Do autor, 102p.
- CASTRO, et al. 1987. Caracterização química e física de dois Latossolos em plantio direto e convencional. Bol. Cient. Inst. Agron. Campinas. 11: p.1 – 23.
- CINTRA, F. L. D.; MIELNICZUK, J.; SCOPEL, I. 1983. Caracterização do impedimento mecânico em Latossolo do Rio Grande do Sul. Campinas, Revista Brasileira de Ciência do solo. 7: p323-327.
- DENARDI, L. 1993. Projeto Estação Ecológica do Cerrado. Campo Mourão: Prefeitura Municipal.
- DERPSCH, R. 1997. Agricultura sustentável. In: O meio ambiente e o plantio direto. Brasília, EMBRAPA/ SPI, p.29 – 45,
- EMBRAPA. 1997. Manual de métodos de análise do solo. Rio de Janeiro, 212 p.
- FERNANDES, B.; GALLOWAY, H.M. 1987. Efeito das rodas do trator em propriedades físicas de dois solos. Revista Ceres, Viçosa, 34(196): p. 562-568.

- HESPAÑHOL, A. N. 1993. A formação sócio-espacial da região de Campo Mourão e dos municípios de Ubatã, Campina da Lagoa e Nova Cantu – PR. Maringá, Boletim de Geografia UEM/DGE, ano 11, n.1, p. 17-28.
- IAPAR (Instituto Agrônomo do Paraná). 1978. Cartas climáticas das Bacias do Estado do Paraná. Londrina, Iapar, 38p.
- JORGE, A. J. 1983. Compactação do solo: causas, consequência e maneiras de evitar sua ocorrência. Campinas, Instituto agrônomo, 22p. (Circular, 117).
- LEMONS, R. C.; SANTOS, R. D. 1996. Manual de método de trabalho de campo. Campinas SBCE, 3ª impressão.83p.
- LOPES, A. S. 1984. Solos do cerrado: características, propriedades e manejo. 2ª ed., Piracicaba: Associação brasileira para pesquisa do potássio e do fósforo, 162p.
- MANTOVANI, E. C. 1987. Compactação do solo. Inf. Agropecuário, Belo Horizonte, 13(147): p.52-55.
- PARANÁ (Secretaria do Estado da Agricultura e do Abastecimento, Instituto de Terras, Cartografia e Florestas). 1987. Atlas do Estado do Paraná, Curitiba, 73 p.
- SATURNINO, H. M.; LANDERS, J. N. 1997. O que é plantio direto. In: O meio ambiente e o plantio direto. Brasília, EMBRAPA/SPI, p.13-23.
- SIDIRAS, N.; PAVAN, M. 1985. A Influência do sistema de manejo do solo no nível de fertilidade. Campinas, Revista brasileira de ciência do solo, v.9, p.249-254.
- SILVA, A. P.; LIBARDI, P. L.; CAMARGO, D. 1986. A Influência da compactação nas propriedades físicas de dois Latossolos. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.10(2), p.91-95.
- SILVEIRA, H. 1998. Modificações Resultantes da Ação Antrópica no Solo: Uso, Manejo e Reflexos no Meio Rural do Município de Cidade Gaúcha Pr. Presidente Prudente., 96p. Dissertação (Mestrado em Geografia – Desenvolvimento Regional e Planejamento Ambiental) Universidade Estadual Paulista.