

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE ATRIBUTOS DO SOLO SOB DIFERENTES
SISTEMAS DE USO E MANEJO ESTABILIZADOS**

LUIZ MÁRCIO BERNARDES SILVA

**GILBERTO FERNANDES CORRÊA
(Orientador)**

Monografia apresentada ao Curso de
Agronomia, da Universidade Federal de
Uberlândia, para obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo.

Uberlândia – MG
Maio – 2001

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE ATRIBUTOS DO SOLO SOB DIFERENTES
SISTEMAS DE USO E MANEJO ESTABILIZADOS**

APROVADO PELA BANCA EXAMINADORA EM 31 / 05 / 2001

**Prof. Dr. Gilberto Fernandes Corrêa
(Orientador)**

**Prof. Dr. Waldo A. Lara Cabezas
(Conselheiro)**

**Prof^a. Dr^a. Regina Maria Quintao Lana
(Conselheira)**

Uberlândia – MG
Maio – 2001

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida.

A minha família pelo amor e carinho a mim dedicados.

A minha namorada pelo companheirismo e compreensão nas ausências.

Aos meus amigos pelos sorrisos nos momentos compartilhados.

Aos meus conselheiros por terem aceito meu convite.

Ao Sr. Joaquim pela disposição no acompanhamento de todo trabalho de campo.

Ao meu orientador e amigo Prof. Dr. Gilberto Fernandes Corrêa, pela paciência e dedicação na confecção deste trabalho.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	7
2. REVISÃO DE LITERATURA	9
3. MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1. Descrição da área estudada (sítios de amostragem)	14
3.2. Análises realizadas	16
3.3. Histórico das áreas sob uso agrícola	16
3.3.1. Plantio convencional	16
3.3.2. Plantio direto	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
5. CONCLUSÕES	30
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32
APÊNDICE	35
Tabela 1A- Características químicas do solo (média de 3 perfis) até 100 cm de profundidade nas áreas sob cerrado, reflorestamento (<i>Pinus</i> sp) e pastagem (<i>Brachiaria</i> sp)	36
Tabela 2A- Características químicas do solo (média de 3 perfis) até 100 cm de profundidade nas áreas sob plantio convencional, plantio direto – sequeiro e plantio direto irrigado (sob pivô central)	37
ANEXO 1. Análises realizadas	38

LISTA DE TABELAS E FIGURAS

Tabela 1.	Matéria orgânica em quatro níveis de profundidade, nos diversos sistemas avaliados	20
Tabela 2.	Soma de bases em quatro níveis de profundidade, nos diversos sistemas avaliados	24
Tabela 3.	Saturação por bases em quatro níveis de profundidade, nos diversos sistemas avaliados	27
Tabela 4.	Níveis de fósforo em quatro níveis de profundidade, nos diversos sistemas avaliados	29
Figura 1.	Perfis de variação do pH - H ₂ O (n = 3), até 100 cm de profundidade, em diferentes sistemas de uso e manejo do solo	22
Figura 2A.	Perfis de variação de alguns atributos, na avaliação dos sistemas cerrado, reflorestamento e pastagem degradada. Perfis de distribuição de nutrientes	25
Figura 2B.	Perfis de variação de alguns atributos, na avaliação dos sistemas de plantio convencional e de plantio direto (sequeiro e irrigado)	26

RESUMO

O homem ao lavrar a terra, modifica sua porção superficial. Com o uso de corretivos e fertilizantes, outras alterações, de natureza físico químicas são impostas, o que também afeta a atividade biológica que tem lugar no solo. O objetivo deste trabalho foi caracterizar quimicamente, em profundidade, diferentes sistemas de uso e manejo. Foram escolhidas seis áreas, representativas de diferentes sistemas de uso e manejo: (1) sob vegetação de cerrado, como referência; (2) reflorestamento com *Pinus* sp; (3) pastagem de braquiária degradada; (4) plantio convencional; (5) sistema plantio direto em sequeiro e (6) sistema plantio direto irrigado sob pivô central. Foram feitas as determinações químicas comumente adotadas na caracterização de solos. Nos sistemas que receberam calagem (pastagem e agricultura), a correção de acidez potencial (hidrogênio e alumínio) se limitou aos primeiros 30 cm do solo. Verificou-se eutrofização apenas nos sistemas de plantio convencional e direto. Esta foi mais superficial (epieutrofização) nos sistemas de plantio convencional e direto irrigado. O uso de gesso agrícola e aplicação de maiores doses de adubação fosfatada, nas áreas de plantio direto, respondem pelo maior suprimento de fósforo e por sua melhor distribuição em profundidade. O potássio disponível é maior no solo sob cerrado do que na área reflorestada, devido ao fato daquele ser anualmente afetado pelo fogo. A área sob *Pinus* sp, por estar protegida de eventuais queimadas, reflete, muito provavelmente, a condição mais próxima do quadro original daquela área, quando o cerrado não era freqüentemente submetido a ação do fogo. Conclui-se, com base na amostragem retratada neste estudo, que o nível tecnológico praticado pelo agricultor que adota o sistema

de plantio direto é nitidamente maior que aquele praticado no sistema convencional. A pastagem e, principalmente, o reflorestamento estudados, representam sistemas cuja implantação tem sido feita com um mínimo de investimentos em corretivos e fertilizantes.

1. INTRODUÇÃO

O homem tem imposto grandes modificações à natureza em geral. O solo, enquanto substrato básico para produção agrícola e pecuária, têm sofrido alterações impostas pelo tipo de uso e manejo a que é submetido, afetando suas características químicas, físicas e biológicas, em maior ou menor intensidade.

A expansão da fronteira agrícola implicou necessariamente na utilização de solos das áreas de cerrado, mediante a adoção de novas técnicas agronômicas. Estes solos (essencialmente latossolos) se caracterizam por apresentarem ótimas características físicas, o que em conjunto com o advento de tecnologias como herbicidas pós emergentes e adaptação de maquinário, propiciaram o avanço das técnicas de cultivo mínimo, destacando-se o plantio direto.

É sabido que a absorção dos nutrientes pelas plantas está intrinsecamente ligada ao suprimento de água no solo, o que implica no fato de culturas em áreas não irrigadas dependerem de bases que se encontram em níveis mais profundos onde são menores as oscilações de umidade. Embora a mobilidade dos nutrientes seja variável e

esteja diretamente ligada à mineralogia da fração coloidal, bem como à fração coloidal orgânica, a avaliação do perfil de distribuição de nutrientes com a profundidade, em diferentes sistemas de uso e manejo do solo, se constitui numa ferramenta relevante do ponto de vista prático.

A realização deste estudo teve como propósito levantar informações que sirvam de subsídio ao uso e manejo de solos similares, tendo em vista a sustentabilidade de agrossistemas.

Foi objetivo do estudo avaliar o perfil das alterações químicas promovidas por diferentes sistemas de uso e manejo de latossolos de textura muito argilosa fase cerrado e, particularmente, contribuir na avaliação dos seis sistemas tomando como referência o sistema cerrado.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A mudança de ecossistema natural para agroecossistema, aliada à adoção de métodos de preparo do solo, altera, em maior ou menor escala, o estado, o conteúdo de matéria orgânica e a distribuição dos nutrientes no perfil (Sá, 1993).

Do ponto de vista químico, vários autores citam uma série de modificações nas propriedades do solo ao longo do tempo, principalmente quando cultivados sob sistema de plantio direto (Muzzili, 1983; Centurion, Demattê & Fernandes, 1985; Eltz, Peixoto & Jaster, 1989). Tognon, Demattê & Mazza (1997) esclarecem que, neste caso, há acumulação de nutrientes na camada superficial, devido a uma contínua aplicação de fertilizantes superficialmente, aliada à deposição de resíduos das culturas sobre a superfície, em função do não revolvimento do solo.

Peixoto & Eltz (1986), trabalhando com plantio direto, observaram que, apesar do rendimento das culturas, na maioria dos casos, ser maior nesse sistema do que no convencional, com o decorrer dos anos poderá haver problemas no rendimento. Estes mesmos autores citam que um dos inconvenientes pode estar relacionado com a

acidificação em profundidade e desequilíbrios nutricionais.

Por outro lado para Alvarenga & Davide (1999) agrossistemas de culturas anuais apresentam maiores alterações em relação ao cerrado e, sob os aspectos químicos ocorre aumento nos teores de nutrientes e diminuição do alumínio.

Sidiras & Pavan (1985), trabalhando em áreas de plantio direto e plantio convencional, observaram menores valores de pH em H₂O na área sob plantio direto. Creditaram este resultado a uma possível maior mineralização dos materiais orgânicos e mais acentuada lixiviação da porção superior do solo pela água das chuvas, quando em sistema de plantio direto.

Opostamente, foi observado por Muzzili (1983), uma maior acidificação em áreas de plantio convencional, na sucessão soja/trigo/soja e soja/trigo/milho, do que no plantio direto.

Sabe-se que uma das principais limitações das áreas de cerrado é a condição de baixa fertilidade dos solos, conforme se observa no Oeste de Minas Gerais (EMBRAPA, 1980 e 1982).

Cabe ressaltar que a prática do plantio convencional altera algumas características físicas do solo, como diminuição da porosidade e estabilidade dos agregados, além de destruir os canais resultantes da expansão radicular, o que prejudica a infiltração de água aumentando o escoamento superficial e facilitando a erosão (Fucks et al., 1994). Embora o preparo do solo objetive otimizar todas as condições para germinação, emergência das sementes e posterior desenvolvimento das plantas este promove a formação de uma crosta superficial compactada em função do impacto das chuvas e desagregação do solo (Castro, 1989).

Trabalhando na região de Iraí de Minas, Barcelos (1997) observou que, pelo menos até 60 cm de profundidade (seção de controle), o caráter álico dos latossolos permanecia nos sistemas de exploração com reflorestamento (pinus) e pastagem (braquiária). Este fato evidencia o descaso com a correção das limitações naturais de fertilidade que estes solos apresentam, quando da implantação de maciços florestais e de pastagens. Conforme mostrado por este autor, nestes sistemas de manejo, as condições de fertilidade corresponderam à do solo de referência, isto é, aquele ainda sob vegetação de cerrado. Ainda que Alvarenga & Davide (1999) tenham sugerido que agrossistemas que não recebem constante aporte externo de nutrientes apresentaram características químicas desfavoráveis em relação ao ecossistema original, sendo estes efeitos mais evidentes para fatores como alumínio trocável e saturação por alumínio.

Barbosa (1995) e Barcelos (1997), encontraram níveis altos de fósforo ($P > 10 \text{ mg.dm}^{-3}$), conforme CFSEMG (1989), apenas nos primeiros 20 cm, em áreas com plantio direto (sob irrigação e em condição de sequeiro) e com plantio convencional. Nas outras áreas (pastagem e reflorestamento), o nível deste elemento foi considerado crítico, comparável ao encontrado no solo sob cerrado.

Sidiras & Pavan (1985) explicam que os maiores níveis de fósforo em sistema plantio direto são encontrados superficialmente devido a aplicação anual de fertilizantes fosfatados, liberação durante a decomposição dos resíduos das plantas e diminuição da fixação em decorrência do menor contato deste elemento com os constituintes inorgânicos do solo.

Barbosa (1995) e Barcelos (1997) verificaram, em diversos sistemas de uso e manejo, que os níveis de potássio (K^+) apresentavam-se mais uniformemente distribuídos

em profundidade, em razão de sua maior mobilidade no sistema solo. A mesma tendência foi observada no solo sob cerrado, onde os níveis de potássio apresentaram-se mais elevados que nas áreas utilizadas como pastagem e reflorestamento, devido à cinza das queimadas que atingem as áreas cobertas por esta vegetação.

Outros autores (Muzzili, 1983; Sidiras & Pavan, 1985; Peixoto & Eltz, 1986; Eltz, Peixoto & Jaster, 1989), trabalhando em áreas de plantio direto e plantio convencional, verificaram melhor distribuição do potássio no perfil do solo e níveis mais elevados próximos à superfície.

Com relação aos níveis de cálcio, Sidiras & Pavan (1985) e Eltz, Peixoto & Jaster (1989), constataram maiores níveis deste nutriente em áreas de plantio direto, em comparação ao plantio convencional, principalmente nos primeiros centímetros do solo. Recentemente, Caires et al. (1998), trabalhando com Latossolos Vermelho-Escuro distróficos em Ponta Grossa – PR, em áreas sem revolvimento do solo, observaram que a calagem proporcionou correção da acidez do solo, notada pela elevação do pH e redução dos níveis de alumínio trocável (Al^{3+}). Estes mesmos autores constataram que a aplicação de gesso naquelas áreas promoveu um aumento nos teores de cálcio em todo o perfil do solo por eles avaliados (até 80 cm), e provocou a lixiviação de bases, principalmente magnésio (Mg^{2+}).

Eltz, Peixoto & Jaster (1989) não encontraram diferenças significativas no teor de matéria orgânica quando foram comparadas áreas de plantio direto com áreas de plantio convencional (provavelmente em implantação), exceto na camada de 0-1 cm, onde o sistema de plantio direto foi responsável por um maior acúmulo de matéria orgânica. Atribuíram esta constatação ao fato do plantio direto proporcionar uma maior deposição

superficial dos restos de cultura que, neste sistema, não são incorporados ao solo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Descrição da área estudada (sítios de amostragem)

O trabalho foi realizado no município de Iraí de Minas, situado na região do Alto Paranaíba – MG, cuja latitude e longitude são aproximadamente 18°59'S e 47°31'W, respectivamente. Os sítios de amostragem corresponderam ao Latossolo Vermelho-Amarelo álico A moderado, textura muito argilosa, fases cerrado tropical subcaducifólio e relevo plano a suave ondulado (EMBRAPA, 1982).

A região pertence à bacia hidrográfica do Rio Paraná, com altitudes próximas a 960 metros. O relevo dessa superfície é plano a suave ondulado, com declividades de 1% a 8% (EMBRAPA, 1982). O clima da região foi classificado como Cwb (mesotérmico), pelo sistema de Köppem.

A vegetação característica da área é o cerrado. Refere-se, portanto, ao domínio morfoclimático dos chapadões recobertos por cerrados e penetrados por florestas galerias (Ab'Sáber, 1970).

O material de origem do solo refere-se a sedimentos cenozóicos de natureza argilosa que, regionalmente, recobrem a Formação Bauru (EMBRAPA, 1982).

Os locais de estudo representam diferentes sistemas de produção, todos praticados por vários anos consecutivos, sendo eles: Reflorestamento com *Pinus* sp; Pastagem de braquiária (*Brachiaria* sp), sob pastoreio; Cultivo convencional de milho (*Zea mays* L.), em rotação de culturas com leguminosas; Cultivo de milho e/ou leguminosa em plantio direto, sem irrigação e Cultivo de milho e/ou leguminosa sob sistema de irrigação com pivô central.

Estes sistemas de produção foram avaliados em relação às características do solo virgem, ou seja ainda sob a vegetação original de cerrado.

As análises químicas foram realizadas com amostras de terra fina seca ao ar (TFSA), conforme metodologia proposta por EMBRAPA (1979). Parâmetros determinados:

- 1- pH em água e em SMP;
- 2- Carbono orgânico e nitrogênio total;
- 3- Bases trocáveis (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+} e Na^{+});
- 4- Acidez extraível;
- 5- Soma de bases (S);
- 6- Saturação por bases (V);
- 7- Saturação por alumínio (m);
- 8- Capacidade de troca catiônica efetiva (t);
- 9- Capacidade de troca catiônica total (T).

As amostras para esse fim foram coletadas até a profundidade de 100 cm, de forma a permitirem um estudo de distribuição mais detalhado dos nutrientes e outras variáveis ao longo de três perfis representativos de cada uma das seis áreas. As amostras em número de 12 por perfil (36 por área piloto: 3 perfis), referem-se a profundidades de: 0-1; 1-2; 2-5; 5-10; 10-15; 15-20; 20-30; 30-40; 40-50; 50-60; 60-80; 80-100, não sendo relevante a época da amostragem em relação ao ciclo da cultura. A partir dos resultados obtidos, foram calculadas as médias de três perfis por área (Tabelas 1A e 2A), sendo estas utilizadas na avaliação do trabalho.

3.2. Análises realizadas

As metodologias utilizadas na realização dessas análises se encontram descritas detalhadamente no Anexo 1.

3.3. Histórico das áreas sob uso agrícola

3.3.1. Plantio convencional

Realizado na Fazenda Santa Fé, município de Estrela do Sul – MG de propriedade do Sr. Antenor Pereira Tavares, com primeiro ano de plantio realizado safra 1982/83.

Preparo do solo com arado e grade até a safra 1992/93, tendo sido realizada uma subsolagem em 1992. A partir de 1994 passou-se a usar apenas grade pesada do solo, até o presente.

As amostras para este estudo foram coletadas em 1997, portanto quando a área apresentava 15 anos de cultivo. Neste período foram realizados 5 calagens, obedecendo um

intervalo de três anos entre cada aplicação de calcário (dolomítico). Aplicou-se 500kg de fosfato natural em 1994. As adubações de plantio foram feitas de acordo com a cultura, seguindo as recomendações para a região. Cultivou-se durante este período milho e soja, num sistema de rotação. A partir de 1991 adotou-se o plantio de milho no sistema safrinha.

Na ocasião da coleta destas informações (15/12/1997), o proprietário informou que estava planejando aderir ao plantio direto da safra seguinte (1998/99).

3.3.2. Plantio direto

Realizado na Fazenda Vitorense, município de Romaria – MG de propriedade do Sr. Enari Edgar Seib.

Primeiro ano de plantio: safra 1980/81. Nesta e nas duas safras seguintes (até a safra de 1982/83), o preparo do solo foi no sistema convencional, mediante aração (disco de 26”) e gradagem. Iniciou-se (safra 1980/81) com uma calagem (calcário dolomítico) baseada na análise do solo, mais aplicação de 1000kg.ha⁻¹ de termofosfato magnésiano. Na safra de 1986 iniciou-se o plantio direto em condições de sequeiro, o qual não foi precedido de subsolagem. A partir da safra 1984/85 a aplicação de calcário (com base na análise do solo) passou a ser feita em cobertura.

Quando da amostragem para este estudo (1997), o plantio direto de sequeiro estava completando 15 anos. Até então haviam sido aplicados 11000kg.ha⁻¹ de calcário dolomítico (procedência: Arcos – MG).

A prática da gesagem teve início na safra 1985/86 com aplicação de 300kg.ha⁻¹. Na safra 1988/89 foram aplicados 500kg.ha⁻¹ de gesso mais 2000kg.ha⁻¹ de calcário dolomítico (1º calcário, depois o gesso) e novamente 500kg.ha⁻¹ na safra 1992/93.

As aplicações (calcário e gesso) foram superficiais (à lanço). As adubações estão passando a serem feitas, também, à lanço.

De 1991 até 1994 aplicou-se $500\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de termofosfato magnésiano. Num sistema de rotação de culturas, as adubações de plantio foram realizadas com formulações (N – P – K) em doses determinadas com base na análise do solo.

Para a cultura de milho, tanto em condição de sequeiro quanto sob pivô, utilizou-se o formulado 06-30-16.

Adubação de cobertura no milho (20 a 40 dias após o plantio) foram feitas somente com uréia: à lanço no sequeiro ($500\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) e via irrigação (pivô) parcelada em 3 vezes, com intervalo de 5 a 8 dias, utilizando-se $500\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Para a cultura de soja, apenas em condição de sequeiro, utilizou-se o formulado 00-30-16 e, para as culturas de feijão e de ervilha, somente irrigado, utilizou-se o formulado 06-30-16.

As culturas de aveia preta, milheto e sorgo granífero, somente na área de sequeiro, em rotação com soja, não receberam adubação de plantio.

A rotação soja/milho, no sistema sequeiro, foi realizada com o cultivo de soja por 2 anos e 1 ano milho. Além disso, o sistema de sequeiro proporcionava a realização de duas safras/ano enquanto no sistema pivô era possível a realização de duas e meia a três safras/ano. O plantio direto sob pivô (84ha) teve início na safra 1986/87. Nas safras 1997/98, aplicou-se $1000\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de calcário dolomítico, mais $500\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de termofosfato magnésiano. Na cultura de inverno (ervilha), aplicou-se $300\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ da fórmula 08-24-16. Para a cultura do milho (setembro/98) aplicou-se $400\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ da fórmula 08-20-20.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Matéria orgânica: importante indicador de mudanças no sistema solo

Ao analisar os teores de matéria orgânica (MO) apresentados na Tabela 1, constata-se que somente o sistema de plantio direto irrigado por pivô foi capaz de manter o solo com um conteúdo de matéria orgânica similar à condição original (cerrado). Isto, mesmo em se tratando de Latossolos de textura muito argilosa (% de argila > 60), conforme estudos preliminarmente desenvolvidos por Barbosa (1995) e Barcelos (1997).

Os resultados em discussão mostram que o sistema de plantio direto, em condição de sequeiro, não tem sido capaz de manter níveis de matéria orgânica compatíveis com aqueles mantidos pela vegetação de cerrado (Tabela 1).

A interação que se estabelece entre solos e a vegetação natural conduz a uma relação C/N de equilíbrio do solo (Stout, Goh & Rafter, 1981). No cerrado, tem-se verificado que esta relação situa-se em torno de 12 (Baruqui, 1983). Isto nos permite tomar, a longo tempo, a matéria orgânica como um atributo adequado para avaliações das condições de sustentabilidade do solo, impostas, com o decorrer do tempo, por diferentes sistemas de manejo.

Tabela 1. Matéria orgânica (dag.kg⁻¹) em quatro níveis de profundidade, nos diversos sistemas avaliados.

Profundidade (cm)	Sistema					
	Cerrado	Refloresta- mento	Pastagem	P. Convencional	P. Direto Sequeiro	P. Direto Irrigado
0 – 1	7,40	5,17	2,37	4,37	6,83	8,30
10 – 15	4,37	3,23	3,83	4,37	3,60	4,03
15 – 20	4,20	3,23	3,63	3,13	3,63	3,87
80 – 100	2,07	1,70	1,87	1,47	1,87	1,93

Por outro lado, os estudos pedológicos têm evidenciado o efeito da textura na interação solo – matéria orgânica. Por exemplo, ao confrontarmos os teores de C orgânico, referentes ao horizonte A1, dos Latossolos com mais de 35% de argila granulométrica, com aqueles de textura média e as Areias Quartzosas, tendo por base os perfis descritos e analisados por EMBRAPA (1982) no Levantamento de Solos do Triângulo Mineiro, encontramos os respectivos teores de matéria orgânica: 3,37% (n = 18); 1,46% (n = 14) e 0,97% (n = 3). Estes valores médios colocam em evidencia o efeito que o teor de argila tem sobre a conservação da matéria orgânica no solo. Essa interação organo-mineral tem sido considerada como responsável por um maior tempo de residência da matéria orgânica no solo, conforme já observado por Russel (1973). Depreende-se, portanto, que o sistema de plantio direto, por implicar na produção de palhada e, evidentemente, na conservação e mesmo no incremento da matéria orgânica no solo, terá maiores chances de prosperar em Latossolos de textura mais argilosa, em se tratando de região de cerrado, devido as condições climáticas desfavoráveis a culturas de inverno, em sistemas não irrigados. Considerando que a cobertura do solo, além de facilitar o controle de plantas daninhas, não

permite a sua compactação excessiva, e ainda, possibilita melhor desenvolvimento radicular conforme observa Landers (1996).

O sistema convencional de plantio, por promover a mistura dos materiais da camada superficial do solo, dilui eficazmente o conteúdo de matéria orgânica na camada revolvida. Na área estudada, esta camada é de aproximadamente 15 cm, devido o preparo ser realizado apenas com o uso de grade pesada. Nota-se, após esta camada, um nítido decréscimo no teor de matéria orgânica. Dentre os sistemas de produção de grãos avaliados, o plantio convencional é o que se mostrou menos conservador da fração orgânica do solo. Como a capacidade de troca de cátions (T) nestes solos está essencialmente relacionada à fração coloidal orgânica, conforme demonstra Baruqui (1983), depreende-se a importância desta fração, particularmente nos Latossolos ácidos.

No reflorestamento, a manta de acículas que se formou sobre o solo se mantém isolada deste, mostrando-se muito resistente à biodegradação. Constitui-se, portanto, num sistema que não tem incorporado matéria orgânica ao solo, conforme depreende-se das observações de campo e constata-se pelos resultados analíticos (Tabela 1), que mostram uma redução nos teores desta fração. Por outro lado, os valores de pH (Figura 1), sugerem que o lixiviado da manta de acículas seja a causa da maior acidez no Latossolo sob pinus.

Lembrando que os dados obtidos no sistema cerrado constituem-se a base de referência neste estudo, verifica-se (Tabela 1) que a pastagem degradada também se apresenta como um sistema que tem levado a uma diminuição dos teores de matéria orgânica no solo.

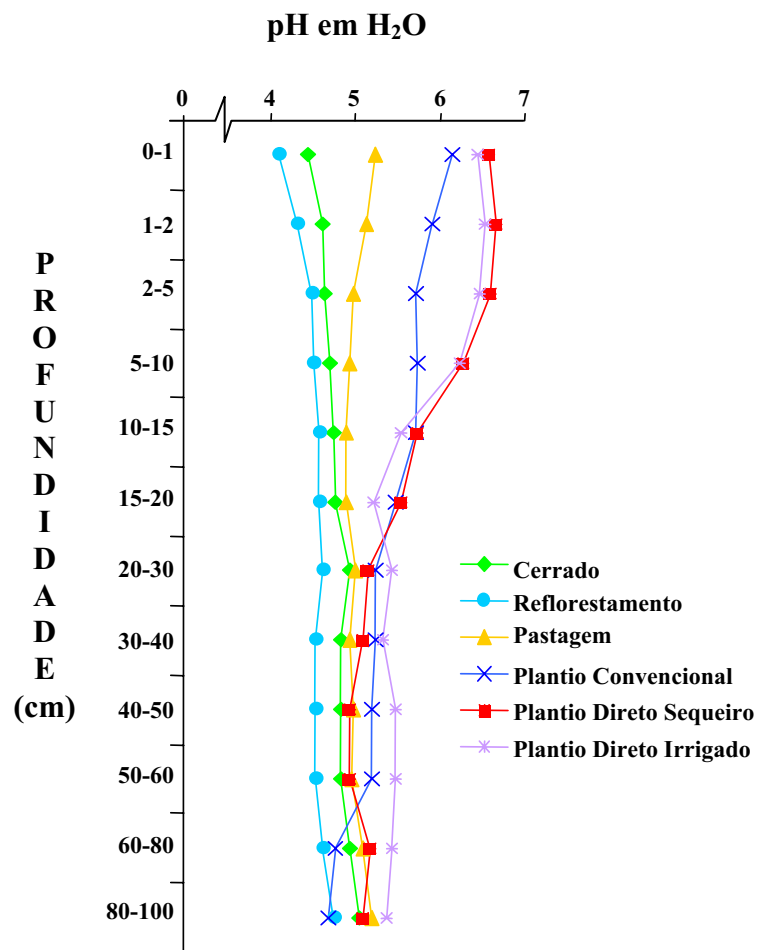


Figura 1. Perfis de variação do pH - H₂O (n = 3), até 100 cm de profundidade, em diferentes sistemas de uso e manejo do solo.

Reação do solo

Na Figura 1 estão representados os valores de pH nos primeiros 100 cm do solo, nos seis sistemas avaliados. Observa-se, em relação ao cerrado, que o sistema de reflorestamento com *Pinus* sp, por ter sido implantado e conduzido sem a aplicação de calcário, permite analisar o impacto que esta monocultura exótica exerceu sobre a reação do

solo. Nota-se um aumento da acidez do solo, ao longo de toda a seção estudada. A manta de acículas formada sobre o solo apresenta-se inteiramente dissociada deste, conforme já fora comentado no item anterior. O abaixamento verificado nos valores de pH (Figura 1), sugerem que o lixiviado da manta de acículas seja a causa da maior acidez no Latossolo sob pinus. Estudos mais específicos são requeridos e estão sendo conduzidos, mas, preliminarmente, ao dados levantados neste trabalho estão a indicar que o reflorestamento com *Pinus* sp se constitui num sistema capaz de comprometer o ciclo da matéria orgânica e acidificar o solo. A acidificação do solo, quando sob povoamento de pinus, foi também observada por Lilienfein et al. (2000), em estudo desenvolvido na região do Triângulo Mineiro.

Na pastagem, o calcário aplicado foi insuficiente para eliminar todo o Al^{3+} trocável (Figura 1), suprimindo o caráter álico ($m > 50\%$) apenas nos primeiros centímetros do solo (Figura 2A).

Nos sistemas agrícolas (Figura 2B), verifica-se uma eficiente correção da acidez e a completa eliminação do caráter álico do solo. Embora os três sistemas de uso e manejo agrícola (convencional, SPD sequeiro e irrigado) mostrem-se eficientes na eliminação do Al^{3+} , em profundidade, apenas nos sistemas de plantio direto (sequeiro e irrigado), a calagem vem sendo seguida da aplicação de gesso, iniciada na safra 1985/86. Portanto, se há uma melhor performance do SPD irrigado quanto à eliminação do Al^{3+} , esta, provavelmente, deve-se à irrigação em suplementação à chuva.

Os dados de referência, que correspondem ao solo sob vegetação de cerrado, revelam ser este um sistema capaz de manter um nível mínimo de nutrientes, o qual pode decrescer sensivelmente quando a vegetação natural é substituída por *Pinus* sp, conforme

pode-se inferir ao analisar os valores de soma de bases (S) e a saturação por bases (V) nas Tabelas 2 e 3. Como todo ecossistema, o bioma cerrado traduz uma condição de equilíbrio. Trata-se de uma vegetação clímax, cujo sistema radicular pode atingir grande profundidade (cerca de 20 m, conforme registra Christofolletti, 1966) e, conseqüentemente, explorar grande volume de solo, o que certamente responde por uma eficiente ciclagem de nutrientes, em se tratando de Latossolo de caráter ácrico, conforme EMBRAPA (1999).

Tabela 2. Soma de bases (Cmol_c.dm⁻³) em quatro níveis de profundidade, nos diversos sistemas avaliados.

Profundidade (cm)	Sistema					
	Cerrado	Refloresta- mento	Pastagem	P. Convencional	P. Direto Sequeiro	P. Direto Irrigado
0 – 1	0,77	0,10	1,67	5,60	8,53	9,70
10 – 15	0,20	0,10	0,27	3,50	2,90	2,93
15 – 20	0,20	0,10	0,23	1,73	1,87	2,00
80 – 100	0,10	0,10	0,10	0,30	0,50	0,83

Os dados apresentados na Figura 2A, mostram que o reflorestamento com *Pinus* sp, quando implantado e conduzido sem a aplicação de corretivos e sem a construção e manutenção de uma fertilidade mínima necessária, vem se constituindo num sistema que, ao comprometer o ciclo da matéria orgânica e gerar acidez (conforme observado no item anterior), vem promovendo a depauperação do solo. Os indicadores de fertilidade: soma de bases (S), capacidade de troca catiônica efetiva (t) e CTC a pH 7,0 (T), bem como a saturação por bases (V), são os mais baixos dentre os seis sistemas avaliados.

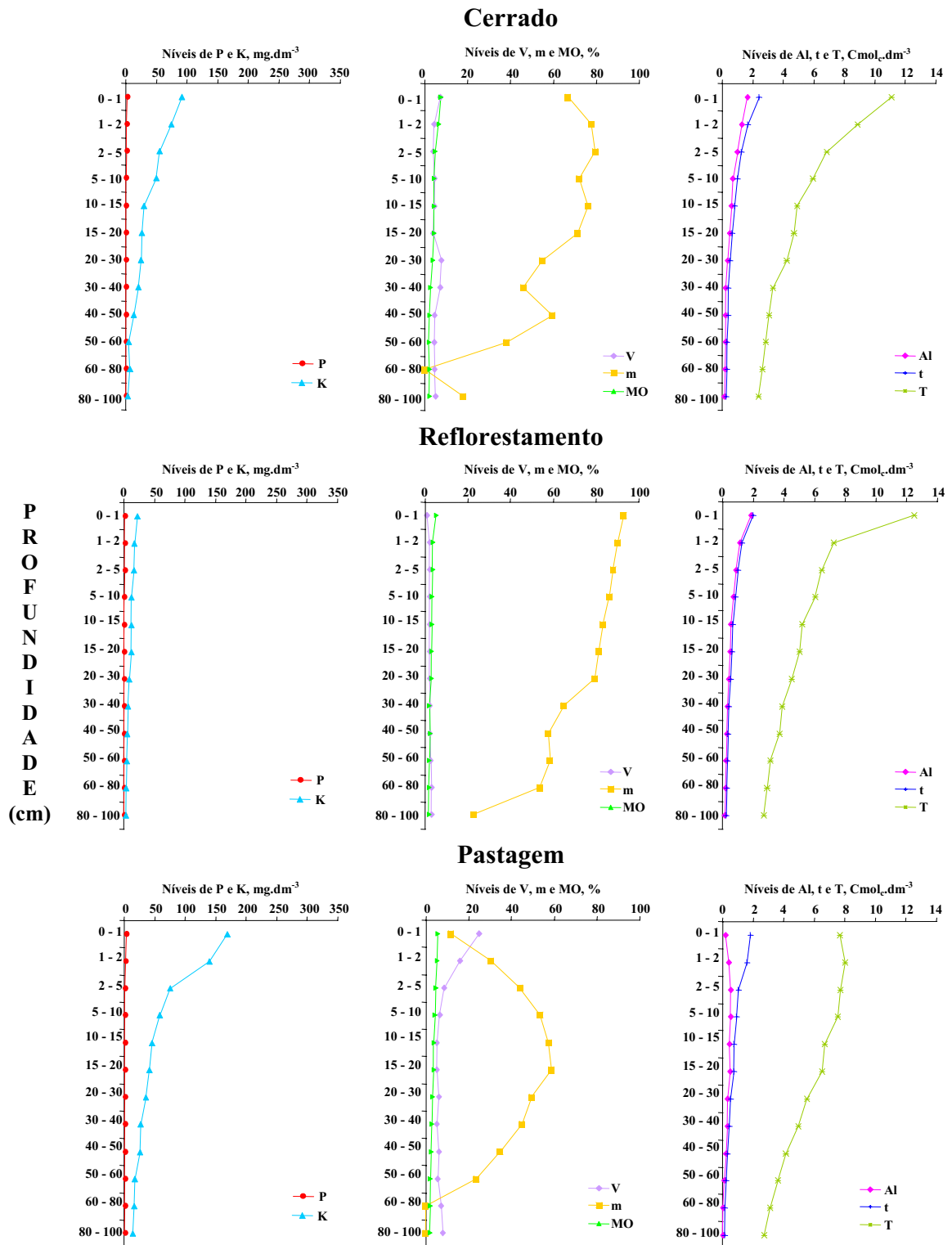
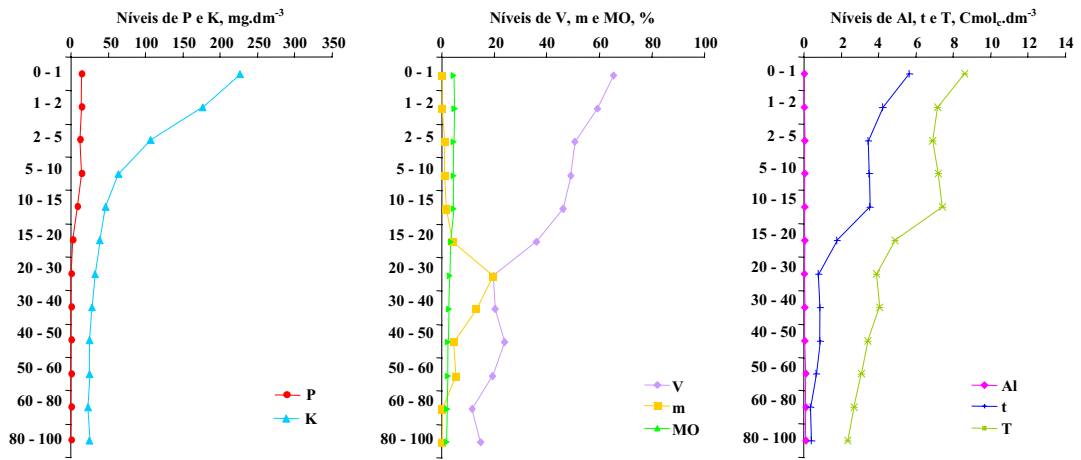
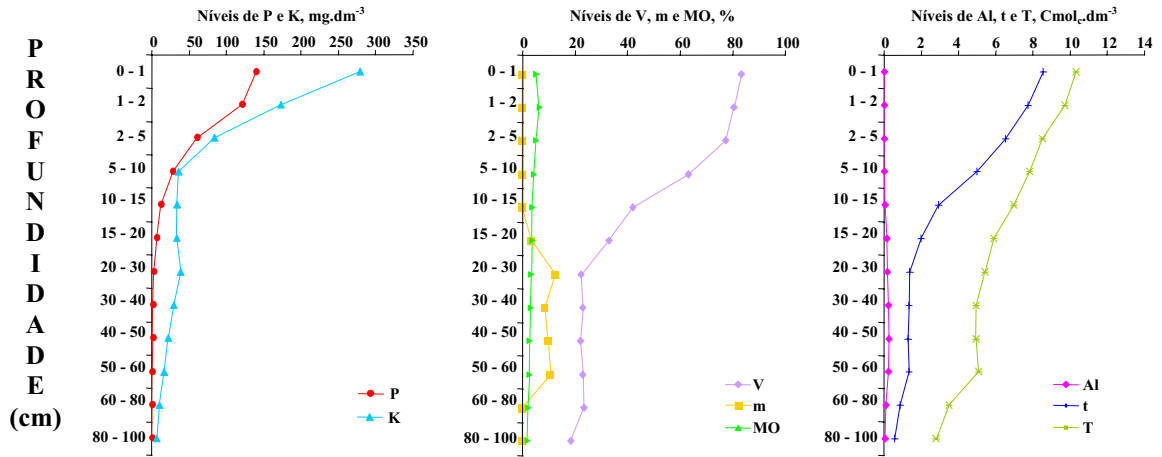


Figura 2A. Perfis de variação de alguns atributos (n=3), na avaliação dos sistemas cerrado, reflorestamento e pastagem degradada. Perfis de distribuição de nutrientes.

Plantio Convencional



Plantio Direto Sequeiro



Plantio Direto Irrigado

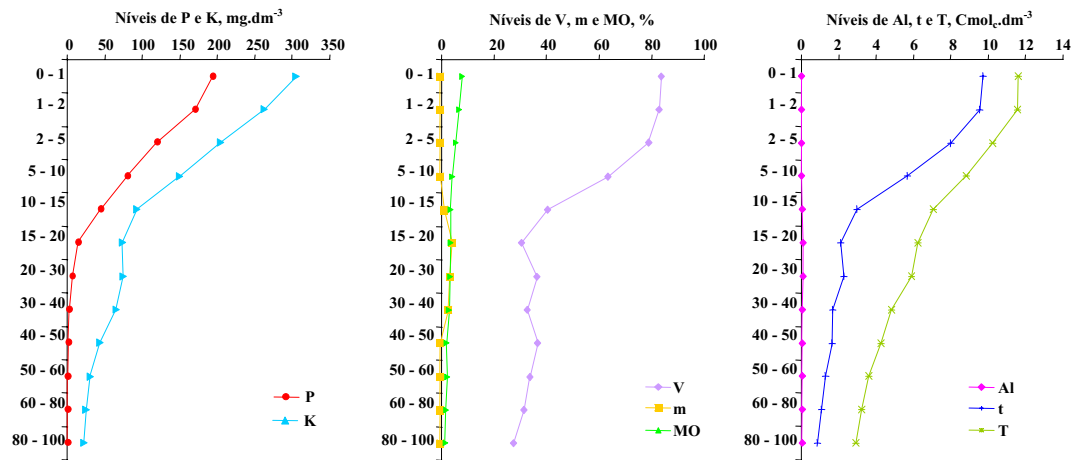


Figura 2B. Perfis de variação de alguns atributos (n= 3), na avaliação dos sistemas de plantio convencional e de plantio direto (sequeiro e irrigado).

Conseqüentemente, a saturação por Al^{3+} (m) apresenta-se mais elevada, mesmo em relação ao Latossolo sob cerrado.

O sistema pastagem, com o “status” de degradada, ainda faz parte de um quadro comum na pecuária brasileira. Os dados obtidos neste estudo mostram que, em geral, a produção de forrageiras, para pastoreio, não tem sido tratada como lavoura. O pecuarista parece ignorar que a produção de uma pastagem deve ser também medida pela produção de carne, leite e crias. Embora de abrangência restrita, o trabalho mostra um quadro representativo de muitas áreas sob pastagem, particularmente no Brasil central. Nota-se que os teores de nutrientes, particularmente P, Ca^{2+} e Mg^{2+} estão muito aquém do recomendável (CFSEMG, 1999), pois nem mesmo o Al^{3+} trocável foi completamente corrigido pela calagem. A adubação potássica foi suficiente para elevar o teor de K^+ disponível a nível alto, conforme CFSEMG (1999), apenas nos 5 cm superficiais do solo, indicando uma aplicação superficial e insuficiente do fertilizante.

Tabela 3. Saturação por bases (%) em quatro níveis de profundidade, nos diversos sistemas avaliados.

Profundidade (cm)	Sistema					
	Cerrado	Refloresta- mento	Pastagem	P. Convencional	P. Direto Sequeiro	P. Direto Irigado
0 – 1	7,00	1,00	22,33	65,00	82,33	83,33
10 – 15	4,33	2,00	4,33	45,67	41,67	40,67
15 – 20	4,00	2,33	4,00	35,67	31,67	34,00
80 – 100	5,00	3,33	4,67	14,33	18,33	28,00

As áreas sob uso agrícola, representadas pelos sistemas de plantio direto (sequeiro e irrigado) e convencional, apresentam-se epieutrofizadas até cerca de 10 cm de profundidade, estabelecendo, portanto, um gradiente de fertilidade, relativamente acentuado, próximo à superfície do solo. Este gradiente ocorre aproximadamente a 15 cm de profundidade na área de plantio convencional e a cerca de 10 cm no sistema de plantio direto (sequeiro e irrigado). No plantio convencional, embora a eutrofização seja mais superficial, a queda mais acentuada dos valores de saturação por bases (Tabela 3) ocorre abaixo da faixa de revolvimento do solo que, localmente, é da ordem de 15 cm. No SPD, a percentagem de saturação por bases (V) apresenta-se maior que 50% até cerca de 10 cm abaixo da superfície, nível este em que se estabelece um gradiente de fertilidade maior. Nota-se, no entanto, que os percentuais de saturação por bases são mais elevados no SPD, seja em condição de sequeiro ou irrigado. Neste sistema, principalmente na área sob irrigação, onde o uso é mais intensivo, os teores de bases trocáveis (K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) e, principalmente, os teores de fósforo disponível (Tabela 4) são muito superiores àqueles verificados na área de plantio convencional. Isto reflete níveis tecnológicos bem diferentes, conforme pode-se depreender a partir do histórico dessas áreas. Todavia, ambos os sistemas têm gerado um acentuado decréscimo dos teores de nutrientes com a profundidade.

O quadro analítico levantado por este estudo permite também constatar que o Al^{3+} tornou-se nulo ao longo do perfil, embora neste não se tenha estabelecido uma distribuição de bases eficiente para torná-lo eutrófico em profundidade.

Tabela 4. Níveis de fósforo (mg.dm^{-3}) em quatro níveis de profundidade, nos diversos sistemas avaliados.

Profundidade (cm)	Sistema					
	Cerrado	Refloresta- mento	Pastagem	P. Convencional	P. Direto Sequeiro	P. Direto Irrigado
0 – 1	1,97	1,07	2,87	14,33	139,33	193,30
10 – 15	0,13	0,33	0,97	8,73	11,87	43,63
15 – 20	0,23	0,30	0,80	1,87	6,07	13,57
80 – 100	0,10	0,13	0,63	0,20	0,10	0,10

5. CONCLUSÕES

1. O estudo de perfis de nutrientes que tendem a se estabelecer em decorrência da adoção prolongada de um determinado sistema de uso e manejo, pode se constituir num método importante ao diagnóstico de indicadores de qualidade do solo e, portanto, permitir avaliações das condições de sustentabilidade do solo.

2. Os reflorestamentos com *Pinus* sp, da forma como foram implantados e vêm sendo conduzidos, têm se constituído num sistema que compromete o ciclo da matéria orgânica, gera acidez e depaupera o solo.

3. O manejo adotado na pastagem mostrou-se inadequado, pois não elimina completamente o alumínio trocável (Al^{3+}) e sequer eutrofizou o primeiro centímetro do solo.

4. O Plantio Convencional, bem como os sistemas de Plantio Direto apresentaram perfis de distribuição de nutrientes com saturação por bases (V) maior que 50% apenas superficialmente.

5. O único sistema de uso e manejo que, efetivamente, mostrou-se mantenedor dos níveis de matéria orgânica encontrados no solo sob vegetação de cerrado, foi o plantio direto irrigado.

6. A maior dificuldade se encontra na construção da fertilidade ao longo do perfil, não na correção do alumínio (Al^{3+}) em profundidade.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SÁBER, A. N. Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos no Brasil. **Geomorphologia**, São Paulo, v. 20, p. 26, 1970.
- ALMEIDA, F. S. de; RODRIGUES, B. N. **Guia de herbicidas**: recomendações para o uso adequado em plantio direto e convencional. Londrina: IAPAR, 1985. 482 p.
- ALVARENGA, M. I. N.; DAVIDE, A. C. Características físicas e químicas de um latossolo vermelho-escuro e a sustentabilidade de agroecossistema. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 23, p. 933-942, 1999.
- BARBOSA, M. D. **Alterações físicas e químicas decorrentes de diferentes sistemas de uso e manejo em Latossolo Vermelho-Amarelo de textura muito argilosa em fase cerrado**, 1995. 35 f. Monografia (Graduação) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.
- BARCELOS, R. de A. **Alterações físicas e químicas decorrentes de diferentes sistemas de uso e manejo do solo tendo em vista a sustentabilidade de agrossistemas em áreas de cerrado**, 1997. 56 f. Monografia (Graduação) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.
- BARUQUI, A. M. Comentários sobre a descrição e resultados analíticos de um perfil de solo. **Inf. Agropec.**, Belo Horizonte, v. 9, n. 105, p. 33-44, 1983.
- CAIRES, E. F. et al. Alterações de características químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na superfície em sistemas de cultivo sem preparo do solo. **R. Bras. Ci. Solo**, Campinas, v. 22, p. 27-34, 1998.
- CASTRO, D. M. de. **Preparo do solo para a cultura do milho**. Campinas: Fundação Cargil, 1989. 41 p. Série Técnica, 3.

CENTURION, J. F.; DEMATTÊ, J. L. I.; FERNANDES, F. M. Efeitos de sistemas de preparo nas propriedades químicas de um solo sob cerrado cultivado com soja. **R. Bras. Ci. Solo**, Campinas, v. 3, n. 9, p. 267-270, 1985.

CHRISTOFOLETTI, A. Considerações a propósito da geografia física dos cerrados. **Notícia Geomorfológica**, Ano VI, n. 11, p. 5-22, 1966.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (CFSEMG). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 4ª Aproximação. Lavras, 1989. 176 p.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (CFSEMG). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5ª Aproximação / RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. (ed.) – Viçosa, MG, 1999. 359 p.

ELTZ, F. L. F.; PEIXOTO, R. T. G.; JASTER, F. Efeitos de sistemas de preparo do solo nas propriedades físicas e químicas de um Latossolo Bruno Álico. **R. Bras. Ci. Solo**, Campinas, v. 13, p. 259-267, 1989.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos e análise de solos**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1979.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA) Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Estudo expedito de solos da região do Alto Paranaíba, para fins de classificação, correlação e legenda preliminar**. Rio de Janeiro, 1980. 84 p. Boletim técnico, 64.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA) Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento e reconhecimento de média intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do Triângulo Mineiro**. Rio de Janeiro, 1982. 526 p. Boletim técnico, 1.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília : Embrapa Produção de Informação, 1999. v. 26, 412 p.

FUCKS, L. F.; REINERT, D. J.; CAMPOS, B. C.; BORGES, D. F.; SAPINI, C. Degradação da estabilidade estrutural pela aração e gradagem de solo sob plantio direto por quatro anos. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 10., 1994, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1994. p. 196-197.

LANDERS, J. N. **Fascículo de plantio direto no cerrado**. Goiânia: Associação de Plantio Direto no Cerrado, 1996. 261 p.

LILIENFEIN, J.; WILCKEA, W.; VILELA, M. A. A. B.; LIMA, S. C.; ZECH, W. Soil acidification in *Pinus caribaea* forests on Brazilian savanna Oxisols. **Forest Ecology and Management**, v. 128, p. 145-157, 2000.

MUZZILI, O. Influência do sistema de plantio direto, comparado ao convencional sobre a fertilidade da camada arável do solo. **R. Bras. Ci. Solo**, Campinas, v. 7, p. 95-102, 1983.

PEIXOTO, R. T. G.; ELTZ, F. L. F. Avaliação da fertilidade do solo em plantio direto na região dos Campos Gerais, Paraná. In.: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 17., 1986, Londrina, PR. **Resumos ...** Londrina: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, EMBRAPA / IAPAR, 1986. p. 56-57.

RUSSEL, E. W. **Soil conditions and plant growth**. London: Longman, 1973. 848 p.

SÁ, J. C. M. **Manejo da fertilidade do solo no plantio direto**. Castro, Paraná: Fundação ABC, 1993. 96 p.

SIDIRAS, N.; PAVAN, M. A. Influência do sistema de manejo do solo no seu nível de fertilidade. **R. Bras. Ci. Solo**, Campinas, v. 9, p. 249-254, 1985.

STOUT, J. D.; GOH, K. M.; RAFTER, T. A. Chemistry and turnover of naturally occurring resistant organic compounds in soil. In: PAUL, E. A.; LADD, L. D. (eds.) **Soil biochemistry**. New York: Marcel Dekker, v. 5, p. 1-73, 1981.

TOGNON, A. A.; DEMATTÊ, J. A. M.; MAZZA, J. A. Alterações nas propriedades químicas de Latossolos Roxos em sistemas de manejo intensivo e de longa duração. **R. Bras. Ci. Solo**, Campinas, v. 21, p. 271-278, 1997.

APÊNDICE

Tabela 1A- Características químicas do solo (média de 3 perfis) até 100 cm de profundidade nas áreas sob cerrado, reflorestamento (*Pinus* sp) e pastagem (*Brachiaria* sp).

Profundidade de amostragem (cm)	pH _{H₂O} 1:2,5	P mg/dm ³	K	Al	Ca	Mg	H+Al Cmol _c /dm ³	SB	t	T	V %	m	MO dag/Kg ⁻¹
Cerrado													
0 - 1	4,43	2,13	90,9	1,63	0,30	0,20	14,63	0,77	2,41	11,08	7,00	66,67	7,40
1 - 2	4,60	1,33	73,23	1,30	0,10	0,70	8,50	0,40	1,67	8,86	4,33	77,33	6,50
2 - 5	4,63	0,87	54,53	0,97	0,10	0,00	6,53	0,27	1,23	6,81	4,00	79,00	5,00
5 - 10	4,70	0,57	48,83	0,70	0,10	0,03	5,60	0,27	0,97	5,91	4,67	71,67	4,27
10 - 15	4,73	0,33	28,13	0,60	0,10	0,00	4,67	0,20	0,79	4,91	4,33	75,67	4,37
15 - 20	4,76	0,47	25,47	0,47	0,10	0,00	4,50	0,20	0,65	5,03	4,00	71,00	4,20
20 - 30	4,93	0,40	23,80	0,33	0,23	0,03	4,00	0,37	0,69	4,40	7,67	54,67	3,60
30 - 40	4,83	0,30	20,13	0,20	0,13	0,03	3,13	0,23	0,47	3,39	7,00	45,67	2,90
40 - 50	4,83	0,13	12,13	0,20	0,07	0,00	2,90	0,13	0,34	3,04	4,67	59,33	2,17
50 - 60	4,83	0,17	4,13	0,10	0,07	0,00	2,70	0,10	0,22	2,83	4,33	38,00	1,97
60 - 80	4,93	0,23	6,47	0,00	0,07	0,00	2,50	0,10	0,12	2,63	4,67	0,00	2,03
80 - 100	5,03	0,20	2,80	0,07	0,07	0,00	2,27	0,10	0,13	2,36	5,00	17,67	2,07
Reflorestamento													
0 - 1	4,10	1,27	20,47	1,83	0,00	0,00	12,17	0,10	1,96	12,46	1,00	93,00	5,17
1 - 2	4,30	0,93	16,13	1,13	0,00	0,00	7,07	0,10	1,25	7,19	2,00	90,33	3,63
2 - 5	4,47	0,83	15,47	0,87	0,00	0,00	6,30	0,10	0,99	6,42	2,00	88,00	3,57
5 - 10	4,50	0,73	11,13	0,70	0,00	0,00	5,87	0,10	0,81	6,02	2,00	86,33	3,37
10 - 15	4,57	0,57	10,80	0,53	0,00	0,00	5,00	0,10	0,64	5,16	2,00	83,00	3,23
15 - 20	4,57	0,57	11,13	0,47	0,00	0,00	4,87	0,10	0,58	5,00	2,00	81,33	3,13
20 - 30	4,60	0,47	8,13	0,40	0,00	0,00	4,33	0,10	0,50	4,46	2,00	79,33	3,00
30 - 40	4,53	0,43	5,47	0,20	0,00	0,00	3,73	0,10	0,29	3,86	2,33	65,00	2,10
40 - 50	4,53	0,33	4,47	0,13	0,00	0,00	3,60	0,10	0,22	3,71	2,33	57,67	2,53
50 - 60	4,53	0,37	3,13	0,13	0,00	0,00	3,00	0,10	0,22	3,10	2,67	58,67	2,03
60 - 80	4,60	0,30	2,47	0,10	0,00	0,00	2,80	0,10	0,18	2,88	3,00	53,67	1,90
80 - 100	4,73	0,37	3,13	0,07	0,00	0,00	2,60	0,10	0,15	2,68	3,00	22,67	1,70
Pastagem													
0 - 1	5,23	15,67	170,81	0,17	1,03	0,40	6,00	1,87	2,03	7,86	25,00	11,67	5,37
1 - 2	5,12	2,83	155,20	0,40	0,47	0,33	6,77	1,20	1,62	8,03	16,00	30,33	5,17
2 - 5	4,97	5,77	118,03	0,50	0,23	0,13	7,10	0,63	1,28	7,80	8,67	44,00	4,70
5 - 10	4,93	8,93	89,60	0,53	0,20	0,07	7,17	0,47	1,00	7,61	6,33	53,33	4,37
10 - 15	4,89	9,70	69,90	0,43	0,13	0,03	6,37	0,37	0,77	6,72	5,33	57,33	3,83
15 - 20	4,88	11,13	65,03	0,47	0,10	0,07	6,23	0,33	0,79	6,58	5,33	58,67	3,63
20 - 30	5,00	13,10	62,63	0,30	0,10	0,07	5,30	0,33	0,62	5,60	6,00	49,33	3,17
30 - 40	4,93	14,63	52,23	0,20	0,10	0,03	4,80	0,23	0,45	5,07	5,33	44,67	2,77
40 - 50	4,98	20,67	46,20	0,13	0,10	0,07	3,97	0,23	0,38	4,24	6,00	34,67	2,53
50 - 60	4,98	20,67	45,53	0,17	0,07	0,00	3,50	0,20	0,38	3,72	5,67	23,67	2,17
60 - 80	5,08	24,17	43,90	0,00	0,10	0,03	2,97	0,20	0,23	3,21	7,00	0,00	2,07
80 - 100	5,20	24,17	36,27	0,00	0,10	0,07	2,57	0,23	0,23	2,81	8,00	0,00	1,87

Tabela 2A- Características químicas do solo (média de 3 perfis) até 100 cm de profundidade nas áreas sob plantio convencional, plantio direto – sequeiro e plantio direto irrigado (sob pivô central).

Profundidade de amostragem (cm)	pH _{H₂O} 1:2,5	P mg/dm ³	K mg/dm ³	Al	Ca	Mg	H+Al Cmol./dm ³	SB	t	T	V %	m	MO dag/Kg ⁻¹
Plantio Conv.													
0 - 1	5,93	14,00	226,03	0,00	3,50	1,50	2,97	5,60	5,61	8,60	65,00	0,00	4,37
1 - 2	5,90	14,13	175,63	0,00	2,83	0,90	2,93	4,20	4,20	7,13	59,00	0,00	4,73
2 - 5	5,70	11,80	105,90	0,03	2,57	0,67	3,43	3,43	3,45	6,89	50,33	1,00	4,40
5 - 10	5,73	13,60	62,90	0,03	2,60	0,67	3,70	3,47	3,49	7,17	48,67	1,00	4,27
10 - 15	5,70	35,93	45,83	0,03	2,57	0,80	3,90	3,50	3,52	7,40	45,67	1,67	4,37
15 - 20	5,47	2,00	38,13	0,07	1,73	0,37	3,10	1,73	1,79	4,85	35,67	4,00	3,13
20 - 30	5,03	0,57	31,80	0,17	0,47	0,17	3,10	0,73	0,90	3,86	19,33	19,33	2,77
30 - 40	5,13	0,50	26,80	0,10	0,57	0,17	3,20	0,83	0,90	4,03	20,00	13,00	2,37
40 - 50	5,33	0,43	23,80	0,03	0,53	0,20	2,60	0,83	0,84	3,41	23,67	4,33	2,23
50 - 60	5,17	0,40	24,47	0,03	0,37	0,17	2,47	0,57	0,61	3,04	19,00	5,33	2,00
60 - 80	4,77	0,37	21,47	0,00	0,20	0,07	2,37	0,30	0,30	2,64	11,33	0,00	1,93
80 - 100	4,63	0,33	23,47	0,00	0,17	0,10	2,03	0,30	0,33	2,34	14,00	0,00	1,47
P.D. Sequeiro													
0 - 1	6,58	140,70	277,53	0,00	5,73	2,43	1,83	8,87	8,89	10,67	83,00	0,00	5,07
1 - 2	6,65	120,40	172,23	0,00	5,60	2,20	2,00	8,27	8,26	10,22	80,33	0,00	6,43
2 - 5	6,60	60,43	83,13	0,00	4,93	2,07	2,03	7,20	7,21	9,21	77,33	0,00	5,20
5 - 10	6,27	28,70	41,50	0,00	3,43	1,47	2,83	5,00	4,99	7,83	63,33	0,00	4,20
10 - 15	5,72	11,93	43,50	0,00	1,93	0,90	4,03	2,93	2,91	6,97	42,00	0,00	3,60
15 - 20	5,57	6,30	54,03	0,07	1,17	0,60	4,00	1,93	1,98	5,95	32,67	3,33	3,63
20 - 30	5,08	2,90	41,13	0,17	0,73	0,37	4,17	1,23	1,39	5,40	22,33	12,67	3,37
30 - 40	5,05	0,93	28,60	0,10	0,67	0,40	3,80	1,17	1,24	4,93	23,00	8,67	3,03
40 - 50	5,07	0,83	21,30	0,13	0,67	0,30	3,87	1,03	1,16	4,93	22,00	9,67	2,87
50 - 60	5,23	0,70	16,37	0,13	0,77	0,30	3,93	1,10	1,23	5,05	23,00	10,67	2,73
60 - 80	5,27	0,40	9,13	0,00	0,60	0,17	2,67	0,80	0,81	3,47	23,33	0,00	2,10
80 - 100	5,07	0,27	6,47	0,00	0,37	0,13	2,27	0,50	0,51	2,79	18,33	0,00	1,87
P.D. Irrigado													
0 - 1	6,43	188,27	235,10	0,00	6,93	2,43	1,93	10,00	9,99	11,91	84,00	0,00	8,30
1 - 2	6,52	165,10	263,37	0,00	6,73	2,33	2,00	9,70	9,72	11,71	83,00	0,00	7,00
2 - 5	6,47	116,17	205,07	0,00	5,67	2,03	2,27	8,20	8,22	10,46	79,00	0,00	5,90
5 - 10	6,22	76,97	150,10	0,00	3,67	1,60	3,13	5,70	5,68	8,83	63,67	0,00	4,60
10 - 15	5,53	42,57	92,47	0,03	1,80	0,90	4,10	2,93	2,95	7,04	40,67	1,67	4,03
15 - 20	5,55	13,20	40,67	0,10	1,23	0,57	4,20	1,97	2,07	6,21	31,00	4,67	3,87
20 - 30	5,42	6,60	51,67	0,67	1,47	0,63	3,63	2,20	2,29	5,89	36,67	3,67	3,67
30 - 40	5,33	2,23	61,97	0,03	1,00	0,47	3,10	1,67	1,68	4,78	33,00	3,00	3,33
40 - 50	5,47	0,93	43,23	0,00	0,80	0,60	2,63	1,60	1,59	4,24	37,00	0,00	2,53
50 - 60	5,47	0,20	30,80	0,00	0,70	0,43	2,37	1,23	1,24	3,61	34,00	0,00	2,67
60 - 80	5,50	0,07	24,77	0,00	0,50	0,40	2,20	1,03	1,02	3,22	32,00	0,00	2,23
80 - 100	5,37	0,10	21,43	0,00	0,43	0,33	2,10	1,67	0,84	2,92	28,00	0,00	1,93

Análises realizadas

Foram realizadas as análises químicas comuns aos quadros analíticos de caracterização de solos em terra fina seca ao ar, sendo elas:

1. pH em água

Empregou-se o Método Potenciométrico (EMBRAPA, 1979), que preconiza uma relação solo/água de 1:2,5.

Colocou-se 10 cm³ de solo em copinho plástico e adicionou-se 25 ml de água destilada. Feito isso, as amostras foram agitadas horizontalmente por 15 minutos e, a seguir, deixadas de repouso por 45 minutos.

Nesse intervalo de tempo deixou-se o pH-metro em aquecimento. Além disso, antes de seu uso, o pH-metro foi calibrado com as soluções padrões tampão pH = 7,0 e pH = 4,0. Passado o tempo de repouso, mergulhou-se os eletrodos na suspensão e fez-se a leitura do pH.

2. pH em SMP (hidrogênio + alumínio trocáveis)

Na determinação do pH em SMP a metodologia utilizada é igual a da determinação do pH em água. A única diferença é que adiciona-se 25 ml de solução de CaCl₂ em 10 cm³ de solo.

3. Matéria orgânica

Na determinação do teor de matéria orgânica (M.O.) empregou-se o método titulométrico Walkley-Black (EMBRAPA, 1979). Inicialmente pesa-se 0,5 g de solo em *erlenmeyer* de 500 ml e adiciona-se 10 ml de dicromato de potássio e 20 ml de H₂SO₄ concentrado. Feito isso, deixa-se as amostras em repouso por 30 minutos.

Terminado o período de repouso, coloca-se 200 ml de água destilada, 10 ml de solução de ácido fosfórico e 15 gotas de difenilamina. A titulação deve ser feita com sulfato ferroso amoniacal até viragem da cor roxa para verde. Com os valores obtidos, determina-se a porcentagem de matéria orgânica através da expressão:

$$\%MO = \frac{(LB-LA)}{LB} \cdot 13,6$$

MO = Material orgânico

LB = Leitura da prova em branco

LA = Leitura da amostra

4. Alumínio trocável

1ª Parte: EXTRAÇÃO

Inicialmente coloca-se 10 cm³ de TFSA em *erlenmeyer*, adicionando-se em seguida 100 ml de solução KCl 1N. Após, as amostras devem ser agitadas horizontalmente em agitador circular durante 15 minutos e, a seguir, deixadas de repouso por 12 horas.

2ª Parte: DETERMINAÇÃO

Pipeta-se 25 ml do extrato colocado em *erlenmeyer* de 125 ml, adicionando-se em seguida três gotas de azul de brotimol. Feito isso inicia-se a titulação com NaOH 0,025N até a viragem da cor amarela para azul permanente.

5. Cálcio trocável

1ª Parte: EXTRAÇÃO

Idem extração alumínio trocável.

2ª Parte: DETERMINAÇÃO

Pipeta-se 25 ml do extrato obtido em alumínio trocável que foram colocados em *erlenmeyer* de 125 ml, adicionando-se em seguida 5 ml de coquetel para cálcio e três gotas de Calcon, configura-se então coloração vinho proporcional ao nível de cálcio da amostra. A titulação deve ser feita com EDTA 0,01N até a viragem da cor vinho para azul permanente.

6. Cálcio + magnésio trocáveis

1ª Parte: EXTRAÇÃO

Idem extração alumínio trocável.

2ª Parte: DETERMINAÇÃO

Pipeta-se 25 ml do extrato obtido em alumínio trocável que foram colocados em *erlenmeyer* de 125 ml, adicionando-se em seguida 5 ml de coquetel para cálcio + magnésio e três gotas de Ericromo Preto T, configura-se então coloração vinho

proporcional ao nível de cálcio + magnésio da amostra. A titulação deve ser feita com EDTA 0,01N até a viragem de cor para azul permanente.

7. Fósforo assimilável

1ª Parte: EXTRAÇÃO

Em 10 cm³ de TFSA adiciona-se 100 ml de solução extratora H₂SO₄ 0,025N + HCl 0,05N. Posteriormente, as amostras devem ser agitadas horizontalmente por 15 minutos em agitador circular e, a seguir, deixadas em repouso por aproximadamente uma noite.

2ª Parte: DETERMINAÇÃO

Pipeta-se 5 ml do extrato colocado em copinhos plásticos juntamente com 5 ml do Complexo B. Após, as amostras devem permanecer em repouso por 45 minutos para desenvolvimento de cor proporcional ao nível de fósforo presente no solo e, a seguir, faz-se a leitura em Fotocolorímetro com 100% de transmitância usando filtro vermelho e comprimento de onda de 660 nm.

8. Potássio assimilável

1ª Parte: EXTRAÇÃO

Em 10 cm³ de TFSA adiciona-se 100 ml de solução extratora H₂SO₄ 0,025N + HCl 0,05N. Posteriormente, as amostras devem ser agitadas horizontalmente por 15 minutos em agitador circular e, a seguir, deixadas de repouso por uma noite.

2ª Parte: DETERMINAÇÃO

Após retirada a amostra de 5 ml para análise de fósforo inicia-se a determinação de potássio em fotômetro de chama previamente calibrado com as soluções padrões de 0; 10; 20; 40; 60 e 80.