



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical

**ATRIBUTOS DE SOLO E PLANTA EM DIFERENTES
COBERTURAS E SUA RELAÇÃO COM A
CONDUTIVIDADE ELÉTRICA APARENTE DO SOLO**

SANDRA REGINA BRAGA

**CUIABÁ – MT
2008**

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical

**ATRIBUTOS DE SOLO E PLANTA EM DIFERENTES
COBERTURAS E SUA RELAÇÃO COM A
CONDUTIVIDADE ELÉTRICA APARENTE DO SOLO**

SANDRA REGINA BRAGA

Orientador: Prof. Dr. EDUARDO GUIMARÃES COUTO

Dissertação apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade Federal de Mato Grosso, para obtenção do título de Mestre em Agricultura Tropical.

**CUIABÁ – MT
2008**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: ATRIBUTOS DE SOLO E PLANTA EM DIFERENTES COBERTURAS E SUA RELAÇÃO COM A CONDUTIVIDADE ELÉTRICA APARENTE DO SOLO

Autor: SANDRA REGINA BRAGA

Orientador: Professor Dr. EDUARDO GUIMARÃES COUTO

Aprovada em de de 2008

Comissão Examinadora:

Profº Dr. Eduardo Guimarães Couto
(FAMEV/UFMT): Orientador

Profº.Dr. Ricardo Santos Silva Amorim
(FAMEV/UFMT): Co-orientador

Profº. Dr. Emílio Carlos de Azevedo
(FAMEV/UFMT)

Profº. Dr. José Fernando Scaramuzza
(FAMEV/UFMT)

Ao meu marido e meus filhos pelo apoio,
amor e confiança que possibilitaram
a conclusão deste trabalho

OFEREÇO

Aos meus pais Neuza (in memorian)
e Pedro (in memorian)
pela educação, formação humana e pelos
momentos de felicidade e aprendizando

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A todos os professores do Programa de Pós-graduação em Agricultura Tropical, em especial ao professor Eduardo Guimarães Couto, pela orientação, compreensão e profissionalismo.

Aos professores José Fernando Scaramuzza, Ricardo Santos Silva Amorim, Oscarlina Lúcia dos Santos Weber pela atenção e apoio.

À Fundação Mato Grosso, por fornecer a área da pesquisa.

Ao amigo Léo Adriano Chig, pelo apoio na finalização deste trabalho.

Ao corpo técnico do Laboratório de Solos da FAMEV por contribuírem para a realização deste trabalho.

A todos os colegas do curso que de alguma forma contribuíram para a conclusão deste trabalho.

.

ATRIBUTOS DE SOLO E PLANTA EM DIFERENTES COBERTURAS E SUA RELAÇÃO COM A CONDUTIVIDADE ELÉTRICA APARENTE DO SOLO

RESUMO - A Condutividade elétrica aparente do solo (CE_{as}) vem se constituindo em um atributo com potencial para ser utilizado na caracterização da variabilidade do solo. Diversos estudos foram desenvolvidos com o objetivo de avaliar a correlação das propriedades do solo a partir das leituras de CE_{as} , porém, poucos avaliaram os efeitos de resíduos de culturas sobre as medidas de CE_{as} . No presente trabalho, objetivou-se estudar o efeito de resíduos de culturas presentes na superfície do solo sobre as leituras de CE_{as} e verificar se esse efeito altera as correlações entre a CE_{as} e as propriedades físico-químicas do solo. Para alcançar esses objetivos fez-se o levantamento da CE_{as} , nas profundidades de 0 à 30 cm e 0 à 90 cm, em talhões comerciais cultivados com soja (*Glycine max* L.) em Sistema de Plantio Direto, com quatro espécies de coberturas: braquiária (*Brachiaria brizantha* Hochst. ex A. Rich.) Stapf cultivar Marandu, capim sudão (*Sorghum bicolor* cv. *Sudanense*), milheto [*Pennisetum glaucum* (L.)] e milho (*Zea mays* L.). A CE_{as} foi determinada em solo com e sem presença de resíduos de culturas em sua superfície. Os resíduos de culturas afetaram as medidas de CE_{as} (0-30 cm), inviabilizando sua habilidade de prever, diretamente, níveis de nutrientes do solo. Os valores de CE_{as} foram correlacionados com os parâmetros físico-químicos do solo e de resíduos de culturas e observou-se a presença de poucas correlações positivas com valores superiores a 0,5. Foram observadas correlações mais elevadas entre CE_{as} e algumas propriedades químicas do solo (C/N), (Cu) e (C) e de resíduos de culturas (N),(C N), (Zn) e (Cu) evidenciando a potencialidade da CE_{as} ser utilizada para estimar estes atributos. O capim sudão, embora tenha apresentado a menor quantidade de massa seca, foi a cobertura mais eficiente na extração de P, Mg e Cu, enquanto a braquiária apresentou maior eficiência na extração de K e Mn.

Palavras-chave: macronutrientes, variabilidade espacial, pedotransferência.

SOIL AND PLANT ATTRIBUTES WITH DIFFERENT COVER CROPS AND THEIR RELATION WITH SOIL APPARENT ELECTRICAL CONDUCTIVITY

Abstract – The soil apparent electrical conductivity (CE_{as}) is becoming an important attribute in determining soil variability. Various studies have been carried out with the objective to evaluate the correlation of soil properties using CE_{as} readings. However, few studies have evaluated the effects of crop residues on CE_{as} . This study investigates the effects of crop residues present in the soil surface on readings of CE_{as} and verifies if this effect alters the correlation between CE_{as} and physical-chemical soil properties, and also estimate nutrients present in the crops residues. For these purposes, CE_{as} was measured between 0 to 30 cm and 0 to 90 cm, no-till system field with soybean (*Glycine max* L.), with four species of cover crops: Brachiaria grass (*Brachiaria brizantha* Hochst. ex A. Rich.) Stapf cultivar Marandu, Sudan grass (*Sorghum bicolor* cv. *Sudanense*), millet [*Pennisetum glaucum* (L.)] e corn (*Zea mays* L.). The CE_{as} was determined in soil with and without the presence of surface crop residues. The crop residues affect the level of conductivity (0-30 cm), making its ability to directly predict levels of soil nutrients unviable. The levels of CE_{as} were correlated with physical-chemical soil parameters and from crop residues and few positive correlations with levels higher than 0,5 were recorded. Clearer correlations between CE_{as} and some chemical soil properties (C/N), (Cu) and (C) and crop residues (N),(C N), (Zn) and (Cu) were observed, showing the potential of soil conductivity to estimate these attributes. With respect to Sudan grass, although it showed smaller quantities of dry mass, it was the most efficient covering for the extraction of P, Mg and Cu. While Brachiaria grass presented greatest efficiency for the extraction of K and Mn.

Key words: macronutrients, spacial variabilty, pedotransfer.

ÍNDICE

	Página
1 INTRODUÇÃO	09
2 REVISÃO DE LITERATURA	10
2.1 Agricultura de Precisão	10
2.2 Condutividade Elétrica do Solo	12
2.3 Resíduos Vegetais	15
3 MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1 Área estudada	18
3.2. Coleta de dados	20
3.2.1 Determinação da Condutividade Elétrica aparente do solo (CE _{as})	21
3.2.2 Coleta de amostras de solo	22
3.2.3 Determinação dos atributos químicos do solo	22
3.2.4 Determinação dos atributos físicos do solo	23
3.2.5 Quantificação da matéria seca (M.S.)	23
3.3 Processamento dos dados	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1. Atributos químicos do solos	27
4.2 Massa da matéria seca (M.S.) e atributos de resíduos de culturas	34
4.3 Análise de correlação entre variáveis	43
5 CONCLUSÕES	49
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	50

1. INTRODUÇÃO

A crescente conscientização sobre os impactos ambientais provenientes da inadequada utilização dos solos e a necessidade de otimização dos recursos de produção vem demandando pesquisas que podem indicar novas alternativas tecnológicas e novos conceitos para operacionalização do processo produtivo. A Agricultura de Precisão (AP) surge então, como uma técnica alternativa de gerenciamento de insumos agrícolas em função da variabilidade espacial e temporal de propriedades do solo e de fatores ambientais existentes no campo.

A possibilidade de manejar essa variabilidade constitui-se num grande desafio para a AP, que para ter sua implantação viabilizada requer a busca do desenvolvimento de metodologias e equipamentos que permitam a obtenção de dados precisos, com maior eficiência e baixo custo, que possam ser correlacionados com outros atributos do solo de obtenção difícil e onerosa.

A condutividade elétrica aparente do solo (CE_{as}) tem despertado o interesse de pesquisadores, principalmente por ser uma variável que apresenta correlação com outros fatores do solo, em que sua variação espacial e temporal pode ser atribuída às variações no teores de água, de argila e de sais dissolvidos na solução solo e pode ser obtida através de métodos eficientes e rápidos, com sensores de contato direto encontrados no mercado.

Práticas de manejo do solo, como o plantio direto, também são causas adicionais de variabilidade nos atributos do solo, pois, a manutenção de uma camada de resíduos vegetais em sua superfície, promove ao longo do tempo, inúmeras modificações nas propriedades físicas, químicas e

biológicas do solo, com possibilidade de melhor reciclagem de nutrientes, aumento da atividade biológica do solo e melhor manejo e aproveitamento de resíduos culturais. Dentro deste contexto, a Agricultura de Precisão pode se transformar então, em uma forte aliada no processo de melhoria dos resultados do plantio direto, uma vez que ela vem auxiliar no gerenciamento das lavouras.

Em virtude da expansão no Brasil de áreas com cultivos sob plantio direto e das modificações ocasionadas no solo por este sistema, e especialmente devido a escassez de trabalhos que avaliam os efeitos de resíduos culturais sobre os valores de CE_{as} , este trabalho assumiu as seguintes hipóteses:

- as leituras de condutividade elétrica aparente do solo, obtidas pelo Veris 3100, são afetadas pela presença de resíduos de culturas na superfície do solo e

- o efeito de resíduos de culturas presentes na superfície do solo altera a correlação dos valores da condutividade elétrica aparente do solo com os atributos do solo.

Portanto, com este estudo objetivou-se estudar o efeitos de resíduos de culturas presentes na superfície do solo sobre as leituras de CE_{as} , bem como, verificar se esse efeito irá alterar as correlações entre a CE_{as} e as propriedades físico-químicas do solo e ainda estimar nutrientes presentes nos resíduos de culturas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 AGRICULTURA DE PRECISÃO

No método convencional de gerenciamento agrícola, grandes extensões de terras cultivadas são administradas como unidades uniformes, em que as aplicações de insumos são realizadas para o campo inteiro com base em valores médios para cada atributo do solo (Mueller et al., 2003).

Desta forma, para monitorar com precisão satisfatória os teores de nutrientes é necessário que se faça uma amostragem intensa e periódica do solo, o que torna na maioria das vezes, economicamente inviáveis estas atividades, além de ser uma metodologia lenta na obtenção de informações, impossibilitando tomadas de decisões rápidas e eficientes. Aliado a isto, a aplicação pouco eficiente de insumos, principalmente agrotóxicos e fertilizantes, pode gerar problemas ambientais e aumento do custo de produção (Molin, 1997).

A Agricultura de Precisão (AP) é definida por Molin et al. (2001) como um sistema de gestão da produção agrícola que emprega tecnologias e procedimentos para que as lavouras e o sistema de produção sejam otimizados. Tem como elemento principal o gerenciamento da variabilidade espacial do solo e da produção, bem como, dos fatores a ela relacionados identificando e administrando desuniformidades existentes em cada área (Mantovani et al., 1998; Molin et al., 2001; Carvalho et al., 2002; Aguiar et al., 2004).

É considerada uma forma de manejo do solo baseada em um conjunto de técnicas e ações que visam o detalhamento das informações para o gerenciamento agrícola e que podem ser obtidas com a aplicação de

monitoramento georreferenciado, sistemas de informação para coleta e tratamento de dados, utilização de sensores locais e integração de variáveis de solo, planta e clima (Stewart & McBratney, 2000; Lamparelli et al., 2001).

Entretanto, para a AP ser viável, a variabilidade do solo dentro de uma determinada unidade agrícola deve ser quantificada por meio de variáveis do solo, de planta e de clima, mapeando áreas com níveis abaixo dos considerados adequados (Cunha et al., 2004).

Para Rocha & Lamparelli (1998), as aplicações convencionais de fertilizantes atualmente realizadas pelos agricultores, acabam por se tornarem excessivas em determinadas áreas do campo e insuficientes em outras, devido a não uniformidade natural dos solos. Desta forma, a adequação da utilização de insumos dentro das necessidades do solo e da cultura, é essencial para a promoção da sustentabilidade da agricultura, tanto em nível econômico como ambiental. A poluição de cursos d'água por insumos agrícolas e defensivos, a necessidade de assegurar a qualidade do alimento são princípios que têm reforçado a preocupação crescente com uma agricultura menos ofensiva (Dampney & Moore, 1999).

Portanto, com a adoção de técnicas inovadoras que permitem um maior aproveitamento da área cultivada, bem como, da cultura implantada a partir da utilização de técnicas de aplicações otimizadas de insumos, obtém-se uma redução dos impactos ambientais e na maioria das vezes redução dos custos de produção (Kincheloe et al., 1994; Atherton et al., 1999; Cerri, 2005).

A demanda por tecnologias aumenta, em função da necessidade dos produtores agrícolas em buscar continuamente meios mais eficientes para promover crescimento de sua produção, principalmente com o aumento dos preços dos insumos e redução da produção. Portanto, a necessidade de diminuir o custo de produção passa a ser fundamental para manutenção da atividade (Lavergne, 2005). Aliado a isso, a necessidade de melhores condições de competitividade e da globalização do agronegócio, torna necessário a busca contínua pela otimização de recursos na agricultura.

Embora, a adoção do sistema de AP exija máquinas e equipamentos específicos, além de informações precisas sobre a produtividade da cultura e características do solo (Borgelt et al., 1994), não pode ser relacionada apenas ao emprego de máquinas e implementos altamente sofisticados, de custo

elevado e de manejo complexo, mas sim, constituir-se em indicativo de manejo mais eficiente dos fatores de produção.

A aplicação bem sucedida dessa nova técnica exige a utilização de métodos eficientes, precisos e de baixo custo para medir a variabilidade de propriedades do solo no campo (Bullock & Bullock, 2000). Neste contexto, sensores de contato direto prestam grande contribuição, já que podem coletar uma série de dados ao percorrer uma determinada área, fornecendo algumas vantagens, em relação aos métodos tradicionais de amostragens de solo (Sudduth et al., 2001).

As propriedades do solo tanto podem ser medidas em laboratório como em campo, apresentando vantagens e desvantagens. Os testes de laboratório provêm de valores precisos de um volume de solo limitado e é relativamente trabalhoso e caro. Já os testes a campo são menos precisos e as amostras são avaliadas dentro da paisagem, despendendo tempo no campo (Doerge, 1999).

A análise da condutividade elétrica aparente do solo acaba por tornar-se um método rápido, simples, preciso e relativamente barato para caracterizar as diferenças dos solos, contribuindo para uma amostragem de solo representativa da área em estudo (Chung et al., 1995; Doerge, 1999).

Nesse aspecto, é de fundamental importância a definição de técnicas de amostragem otimizadas, que permitam reduzir o número de amostras a serem analisadas mantendo, porém, a confiabilidade dos resultados (Resende & Shiratsuchi, 2004). À medida que se têm as informações precisas sobre as correções mais adequadas a serem realizadas em cada área, será possível evitar o desperdício de aplicações dos insumos.

2.2. CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

A CE_{as} é uma propriedade que cada material possui e representa a facilidade deste em conduzir corrente elétrica, o qual depende da natureza e do estado físico do material. Sendo a mesma controlada, principalmente pelo teor de água existente nos poros do solo e de íons dissolvidos na solução solo (Benson et al., 1982). Portanto, a CE_{as} dos solos aumenta quando a umidade ou a concentração de sais dissolvidos na solução dos poros aumentarem.

O solo seco é tido como mal condutor elétrico e pode se tornar um melhor condutor à medida que o teor de umidade se eleva. Neste caso, os valores de CE_{as} podem ser um indicador próximo de teor de água no solo. Dentro de uma mesma área, poderá haver locais úmidos com valores de CE_{as} mais elevados do que nas áreas mais secas. No entanto, somente o valor da CE_{as} não é suficiente para uma previsão direta de umidade do solo, especialmente em áreas que apresentam variações de textura do solo (Freeland, 1989).

A determinação da CE_{as} obtida com sensores de campo é diferente da determinação da condutividade elétrica do solo, obtida em laboratório com a pasta de saturação ou com extratos aquosos de solo (Rhoades, 1996; Embrapa, 1997). Enquanto a CE_{as} é medida com equipamentos móveis e é obtida em condições reais de campo, representando a condutividade elétrica da massa e não apenas da solução do solo, a condutividade elétrica medida em laboratório difere da determinada *in situ*, por permitir a padronização da relação solo-água. Entretanto, ambas as determinações integram os efeitos da argila (tipo e quantidade) e teor de sais (cátions e ânions solúveis) resultando, assim, em significativa correlação com a CE_{as} (Johnson et al., 2001).

A CE_{as} tornou-se uma ferramenta valiosa no desenvolvimento de estratégias para o gerenciamento da variabilidade do solo, devido a facilidade de utilização e de seu potencial para ser correlacionada com uma grande variedade de propriedades físicas e químicas do solo importantes para a produção agrícola (McNeill, 1992; Lund et al., 2001; Corwin et al., 2003; Kitchen et al., 2003; Sudduth et al., 2005).

Os sensores podem coletar grande quantidade de dados enquanto percorrem uma determinada área, também podem fornecer uma série de vantagens sobre métodos tradicionais que envolvem coleta de um número considerável de amostras de solo e análise laboratoriais. Dentre essas vantagens podem ser incluídos custos mais baixos e resultados mais eficientes. Além disso, a capacidade de um sensor obter dados com muitos pontos, quando comparados aos métodos tradicionais de amostragem de solo, significa que a estimativa global pode aumentar a precisão das medidas,

mesmo se a precisão das medições individuais for menor (Sudduth et al., 1997; Corwin & Lesch, 2003).

A utilização de sensor de CE_{as} pode ser um instrumento útil para caracterizar a variabilidade do solo, prever variações de produtividade de algumas culturas e ainda fornecer indicadores diretos e indiretos que permitam estimar propriedades físico-químicas do solo utilizando um número menor de amostragens de solo (Johnson et al., 2001 e 2003; Kravchenko et al., 2005; Kitchen et al., 2003).

Para a CE_{as} , obtida por contato ou por indução eletromagnética em condições de campo, os equipamentos móveis mais utilizados são o sensor de contato VERIS (Lund et al., 2001) e o sensor por indução EM38 (Kitchen et al., 1999).

As medidas de CE_{as} obtidas pelo Veris 3100 são determinadas pelo método da eletroresistividade, o qual utiliza seis eletrodos, em que dois deles aplicam uma corrente elétrica artificial no solo e a voltagem resultante é medida pelos outros eletrodos (Benson et al., 1982; Fetter, 1994). É configurado para medir simultaneamente a CE_{as} em duas profundidades.

Com o EM-38 as medidas de CE_{as} são obtidas indiretamente com o uso de corrente induzida por um campo magnético, sem contato com o solo. Contudo, para ambos os casos, os equipamentos mostraram resultados semelhantes (Fritz et al., 1998; Sudduth et al., 1998). A unidade da condutividade elétrica no Sistema Internacional é Siemens por metro (S/m : $1Sm^{-1} = 1\text{ ohm}^{-1}m^{-1}$) (IPEM.SP, 2005).

Em inúmeras pesquisas com solos, os autores identificaram a relação da CE_{as} com capacidade de troca catiônica, cálcio e magnésio trocáveis (McBride et al., 1990), mineralogia do solo (Kitchen et al., 2000), nível de compactação; teor de água; drenagem; carbono e nitrogênio total; fósforo extraível e pH (Sheets & Hendrickx, 1995; Sudduth et al. 1998; Kravchenko et al. 2002).

Em pesquisa desenvolvida na região do Tennessee, EUA, em solos cultivados sob sistema de plantio direto, Shaw e Mask (2003) avaliaram o efeito de restos culturais nas leituras de CE_{as} e observaram que os resíduos que cobriam o solo não causaram efeitos significativos nos valores de CE_{as} lidos com veris 3100.

Brevik et al. (2002) testaram em duas áreas os efeitos de resíduos culturais de soja sobre as leituras de condutividade elétrica do solo realizadas com EM-38, em duas áreas situadas em Dakota do Norte, EUA, cultivados sob plantio direto e constataram que não houve efeitos dos resíduos sobre as leituras de condutividade elétrica.

Machado et al. (2006) em estudo desenvolvido em solos cultivados sob sistema de plantio direto, com presença de cobertura morta na sua superfície, obtiveram alta correlação da CE_{as} , medida por sensor de contato direto VERIS 3100, com os teores de argila do solo e, verificaram que a presença de cobertura morta sobre a superfície do solo, não afetou as leituras de CE_{as} refletindo adequadamente os teores de argila no solo estudado.

A investigação da CE_{as} e sua correlação com diversas propriedades físico-químicas do solo vem despertando o interesse da comunidade científica (Pincelli, 2004; Kravchenko et al., 2003).

2.3. RESÍDUOS DE CULTURAS

A presença de resíduos na superfície do solo é um fator a ser avaliado para o emprego dos conceitos da AP, bem como, o aumento da fertilidade na camada superficial do perfil solo (Pires et al., 2004). Mesmo porque, com a realização de análises adequadas haverá possibilidade de determinar, quais as áreas que podem estar necessitando de maior cobertura de palha (Resende & Shiratsuchi, 2007).

A crescente expansão das áreas cultivadas sob plantio direto no Brasil vem refletindo o reconhecimento de técnicos e produtores, quanto aos benefícios que esse sistema proporciona, desde a importância econômica para os produtores até os efeitos benéficos sobre as propriedades do solo. O acúmulo de resíduos sobre a superfície do solo proporciona um aumento da população e da atividade microbiana, em função das alterações provocadas na umidade e na temperatura do solo, e o não revolvimento do solo, a redução das perdas de solo por lixiviação e erosão, permitem maior oferta de nutrientes às plantas (Chueiri & Vasconcellos, 2000).

Entretanto, Vasconcellos & Pacheco (1987) consideram o aumento da disponibilidade de nutrientes no solo, o benefício mais importante quando os

resíduos são mantidos sobre o solo, pois, além de fornecer nitrogênio, pela decomposição do material orgânico, há aumento de outros nutrientes como P, K e Ca.

Sidiras & Pavan (1985) asseguram que as propriedades químicas do solo podem ser melhoradas através da utilização de um sistema de manejo que vise proteção de superfície do solo com retorno dos resíduos culturais ou de plantas. O retorno desses resíduos se constitui em uma importante fonte de matéria orgânica que contribui para a formação de uma estrutura do solo estável, bem como, na manutenção mais elevada da fertilidade do solo. Portanto, é de fundamental importância a utilização de espécies produtoras de palhada que possam mobilizar os nutrientes na camada agricultável, retendo-os em sua fitomassa e devolvendo-os ao solo durante a decomposição (Denardin & Kochhann, 1993).

Os resíduos de culturas constituem reservas de nutrientes como o nitrogênio, fósforo e outros que se tornam disponíveis quando o material se mineraliza. Entretanto, os nutrientes totais não estão prontamente disponíveis para a cultura em sucessão, quando comparado aos fertilizantes solúveis. Desta forma, a reciclagem de nutrientes via plantas de cobertura de solo, desempenha um papel importante em sistemas agrícolas e o conhecimento da dinâmica da decomposição de resíduos de culturas é fundamental para maximizar o aproveitamento dos nutrientes pela cultura em sucessão (Soares, 2006).

As leguminosas, por apresentarem uma estreita relação C/N e conseqüentemente um maior teor de N e C solúveis em água, são rapidamente decompostas (Giacomini, 2001), liberando a maior parte dos nutrientes contidos nos resíduos nos primeiros 30 dias após seu manejo (Da Ros & Aita, 1996). Em função dessa rápida decomposição é pequena sua contribuição na proteção do solo contra a erosão, já as gramíneas caracterizam-se pela elevada relação C/N, o que resulta numa menor taxa de decomposição proporcionando a maior conservação da umidade no solo e maior proteção contra os processos erosivos, porém com menor taxa de liberação de nutrientes, principalmente nitrogênio, podendo resultar numa competição dos microorganismos decompositores com a cultura econômica (Soares, 2006).

Além do carbono, o principal elemento que caracteriza a matéria orgânica é o nitrogênio e a sua presença em teores adequados pode ser uma garantia de que outros elementos importantes, como enxofre, fósforo, cálcio, magnésio, potássio e micronutrientes (Fe, Zn, Cu, Mo, B, Mn e Cl), também estarão presentes em níveis satisfatórios para a planta (SDC, 1985).

O conhecimento da relação C/N da matéria orgânica fornece uma indicação da disponibilidade do nitrogênio e permite inferir sobre a disponibilidade dos outros elementos essenciais às culturas. Materiais orgânicos ricos em nitrogênio terão relação C/N baixa enquanto que os pobres em nitrogênio terão relação C/N alta (SCD, 1985).

De acordo com Jones & Woodmansee (1979), citados por Borkert et al. (2003), cerca de 77% do fósforo das folhas e 79% dos fósforo das raízes mortas ficam disponíveis para o crescimento das plantas instaladas logo após o cultivo da cultura de cobertura. Desse total de fósforo presente na parte aérea da planta, 60% a 80 % são solúveis em água, a maior parte na forma orgânica (Bromfield, 1991 apud Soares, 2006).

O potássio é normalmente o elemento mais abundante no tecido vegetal e como ele se apresenta predominantemente na forma iônica, a decomposição dos restos vegetais o libera rapidamente e na sua totalidade. Assim, pode-se considerar como 100%, o aproveitamento do potássio proveniente dos restos de culturas, porém, podem ocorrer perdas por lixiviação, quando se trata de solos arenosos (Spain & Salinas, 1985). Quanto aos teores de Ca e Mg, são escassos os registros do teor desses nutrientes na massa seca de espécies utilizadas como plantas de cobertura (Calegari, 1990; Derpsch & Calegari, 1992).

Portanto, alterações no sistema de cultivo se refletem na biomassa microbiana do solo, que responde por grande parte da dinâmica da decomposição da material orgânico (Vargas & Scholls, 1998).

3. MATERIAL E METODOS

3.1 ÁREA ESTUDADA

O presente trabalho foi realizado na Fazenda Argemira situada em Ouro Branco do Sul - MT, a aproximadamente a 130 km da cidade de Rondonópolis.

Foram selecionadas duas áreas de um Latossolo Vermelho, uma com 324 ha e a outra com 108 ha, ambas cultivadas com cultura de soja sob sistema de plantio direto há 6 anos, denominadas de Talhão 6 e Talhão 8, respectivamente.

No Talhão 6, foram delimitadas cinco áreas com dimensão aproximada de 20 x 100 m, possuindo quatro transectos paralelos, espaçados em média 7 metros e em cada transecto foram demarcados 4 pontos amostrais equidistantes de 25 m (Figura 1).

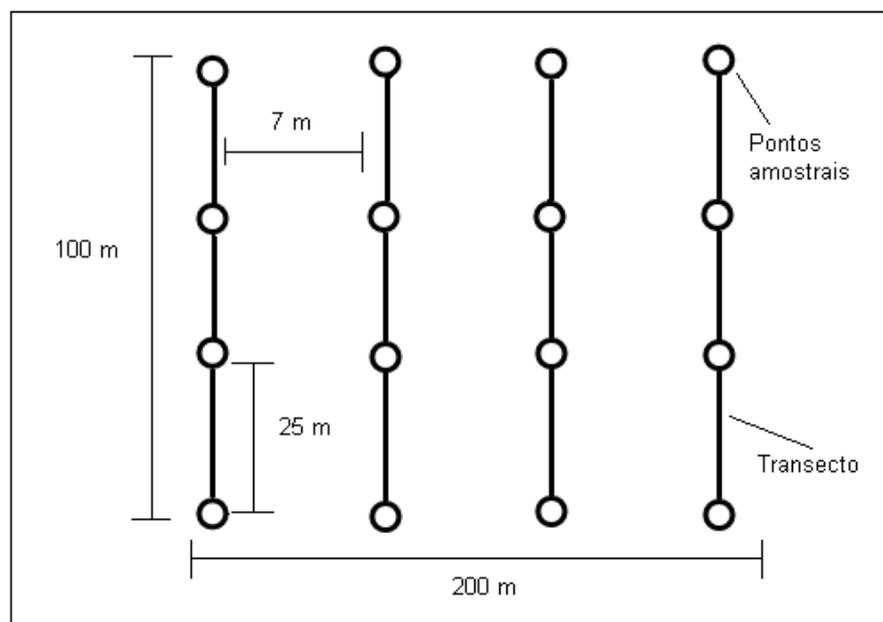


FIGURA 1. Representação esquemática de coleta de dados no Talhão 6.

Enquanto o Talhão 8 teve sua área definida em 20 m x 20 m, com 4 transectos paralelos espaçados em média 7 metros e cada transecto, possuía os quatro pontos amostrais demarcados, eqüidistantes de 6 metros. Desta forma, foi realizada a coleta de amostras e determinação dos atributos físicos e químicos do solo e dos resíduos de culturas. Para a CE_{as} foi determinado em média, 35 pontos por transecto.

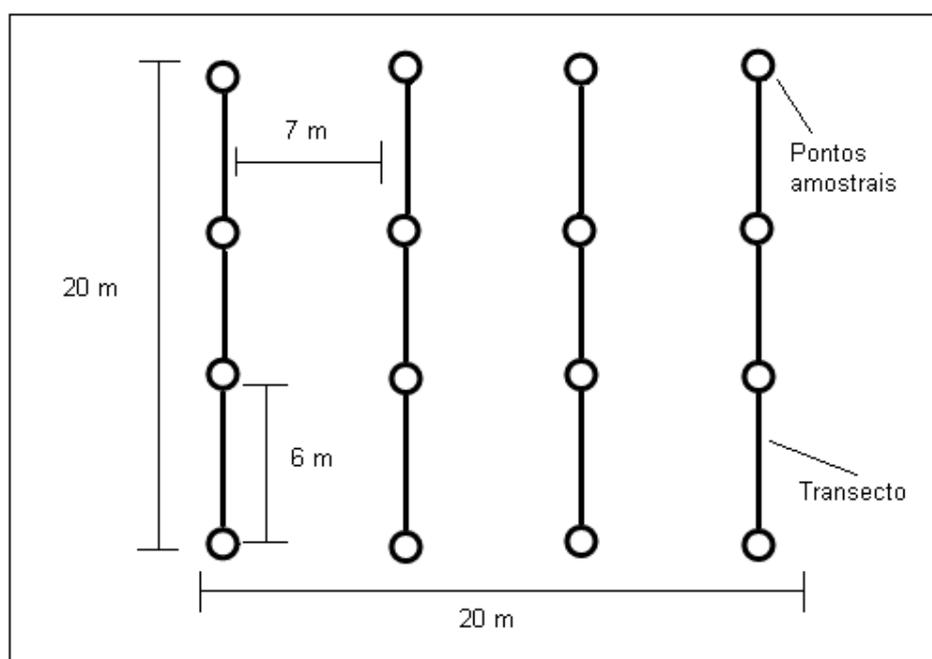


FIGURA 2. Representação esquemática da coleta de dados no Talhão 8

A adubação foi realizada com base nos resultados obtidos a partir de análises químicas de solo e foi aplicada a lanço conforme a Tabela 1. A calagem foi realizada há 6 anos.

Tabela 1 – Histórico dos talhões 6 e 8, safra, adubação e fonte de fertilizante

TAL HÃO	SAFRA 2005/2006			SAFRA 2006/2007		
	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	P ₂ O ₅	K ₂ O	S
	Kg/ha			Kg/ha		
6	43	75	15,5	4 0	72	2 4
8	43	75	15,5	4 0	84	2 4
Font e de fertilizante	SSP + KCl			SSP + KCl		

KCl: cloreto de potássio; SS: superfosfato simples; S: enxofre;

3.2 COLETA DE DADOS

O levantamento da condutividade elétrica do solo, a coleta de amostras de solo e de massa seca foi realizada em outubro de 2006, antes do plantio da soja (safra 2006/2007). Todos os pontos amostrados foram georreferenciados.

No Talhão 6 havia, sobre a superfície do solo, a presença de resíduos de capim sudão (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf), milheto (*Pennisetum glaucum* L.) variedade ADR300 e braquiária (*Brachiaria brizantha* Hochst. ex A. Rich.) Stapf cultivar Marandu.

Foi determinada a CE_{as} nos quatro transectos em cada área para a condição de solo com e sem presença de resíduos de culturas.

No Talhão 8, as coletas de amostras de solo e resíduos de culturas, bem como, a determinação da CE_{as}, foram realizadas com e sem a presença de resíduos de milho (*Zea mays* L.).

Na Tabela 2, estão apresentadas as informações sobre as coletas de dados, tratamentos (tipos de resíduos culturais) e pontos amostrados em cada tratamento.

Tabela 2. Quantidade de dados de CE_{as} (mSm^{-1}), de solos e tipos de resíduos de culturas presentes durante a coleta e número de amostras coletadas em cada um dos talhões estudados

Área	Resíduos de culturas	Número de leituras		Número de amostras	
		CE_{as}		Solo	Resíduos de culturas
		Em solo com presença de cobertura	Em solo descoberto		
Talhão 6	Braquiária	70	70	16	16
	Capim sudão	210	210	48	48
	Milheto	70	70	16	16
Talhão 8	Milho	70	70	16	16

3.2.1 Determinação da condutividade elétrica aparente do solo (CE_{as})

A CE_{as} foi determinada simultaneamente para as profundidades de 0 – 30 cm e de 0 - 90 cm, pelo método do caminhamento elétrico contínuo, com a utilização do sensor VERIS 3100 (VERIS TECHNOLOGIES, 2001). Para obter as leituras de CE_{as} , este sensor utiliza seis eletrodos que ficam em contato com o solo. Dois de seus eletrodos emitem uma corrente elétrica alternada no solo, enquanto os outros quatro, um par para cada profundidade, medem a voltagem resultante.

O programa contido no console do equipamento, realiza a conversão da queda de voltagem ocorrida no solo para a condutividade elétrica em $mS.m^{-1}$, nas profundidades de 0 - 30 cm e 0 - 90 cm e registra seu posicionamento geográfico, por meio de um receptor de sinais do sistema de posicionamento global GPS com correção diferencial via satélite geoestacionário Omnistar, em tempo real (Figura 3).



FIGURA 3. Obtenção da condutividade elétrica aparente do solo utilizando o equipamento Veris 3100.

3.4 Coleta de amostras de solo

As amostras de solo foram coletadas na mesma ocasião em que a CE_{as} foi determinada. Cada ponto de coleta foi georreferenciado, utilizando-se GPS, modelo Garmin 12, com 4 metros de precisão.

Com o auxílio de um trado holandês foram retiradas amostras de solo na profundidade de 0 - 20 cm, em seguida embaladas em sacos plásticos identificados e encaminhadas ao laboratório de Solos da FAMEV/UFMT para determinação dos atributos químicos e físicos do solo. As amostras de solo foram secas em estufa a 45°C, homogeneizadas e passadas por peneira de malha de 2 mm.

Os atributos químicos determinados foram: pH em H_2O e pH em $CaCl_2$, teores de fósforo, potássio, cálcio, magnésio, nitrogênio, alumínio e carbono orgânico, cobre, manganês e ferro.

Os atributos físicos estudados foram: umidade atual e textura.

3.4.1 Determinação dos atributos químicos do solo

As análises laboratoriais das amostras coletadas foram realizadas segundo a metodologia recomendada pela Embrapa (1997).

O pH em H₂O foi determinado potenciométricamente em suspensão solo/líquido, na proporção 1:2,5 com tempo de repouso de uma hora e agitação lenta da leitura. Já o pH em CaCl₂ foi determinado na suspensão de solo em CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹, utilizando-se a relação solo 1: 2,5.

O fósforo foi extraído em solução de Mehlich-1 e determinado por espectrofotometria (comprimento de onda de 660 nm).

O potássio foi extraído em solução de Mehlich-1 na proporção de 1:10 e determinado por fotometria de chama. O cálcio, o magnésio e o alumínio foram extraídos em solução KCl e a leitura por espectrofotometria de absorção atômica.

A análise do carbono orgânico foi feita utilizando-se o método de Walkley & Black modificado, que se baseia na oxidação da matéria orgânica pelo dicromato de potássio conforme metodologia descrita por Jackson (1958).

Para extração do Cobre (Cu), Manganês (Mn), Ferro (Fe), utilizou-se o extrator Mehlich-1 constituída de H₂SO₄ 0,025 N + HCL 0,05 N e a determinação foi realizada por espectrofotometria de absorção atômica.

3.2.4 Determinação dos atributos físicos do solo

A umidade (U%) atual foi obtida pelo método da estufa com secagem a 105°C durante 24 horas.

A análise textural (areia total, silte e argila) foi determinada pelo método do densímetro com agitação lenta por 16 horas (70 rpm), conforme Embrapa (1997).

3.2.5 Quantificação da massa seca

Em cada ponto amostrado foi coletado resíduo de cultura de uma área de 1 m². A matéria seca coletada foi acondicionada em sacolas plásticas e encaminhada para o Laboratório de Solos, onde foi retirado o excesso de solo aderido aos resíduos e em seguida, foi colocada em sacolas de papel e levada à estufa com circulação forçada de ar com

temperatura entre 65°C e 70°C, até atingirem peso constante, sendo o resultado final expresso em $t.ha^{-1}$.

As amostras de matéria seca foram pesadas, trituradas em moinho tipo Willye (peneira com malha de 0,33 mm) e armazenadas em sacolas de papel para a determinação dos macro e micronutrientes de acordo com metodologia da Embrapa (1997). As análises químicas do material vegetal foram feitas determinando-se o N após digestão sulfúrica, pelo método de Kjeldahl. Os demais elementos foram determinados por meio da digestão nitroperclórica, sendo o P determinado por espectrofotometria; o K por fotometria de chama; o Ca e o Mg por espectrofotometria de absorção atômica e os micronutrientes por espectrofotometria de absorção atômica; sendo o S determinado por turbidimetria com sulfato de Bário.

Para determinar os teores de C foi utilizado o método Walkley & Black modificado, descrito em Allison (1965).

3.3 Processamento dos dados

Os atributos químicos do solo e dos resíduos de culturas estudados, foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de t para o nível de 5% de significância; as correlações de Pearson entre CE_{as} e os atributos estudados para solo com presença de resíduos e solo descoberto, foram realizadas utilizando o programa estatístico SSPS 15.0.

A classificação da variabilidade dos atributos do solo e dos resíduos de culturas foi realizada por meio da análise do coeficiente de variação, conforme Gomes (1990). De acordo com o autor, o grau de variabilidade dos atributos do solo classificam-se em: $CV < 10\%$, baixa variabilidade; $10\% < CV < 20\%$, média variabilidade; $20\% < CV < 30\%$, alta variabilidade e $CV > 30\%$, variabilidade muito alta.

Os pontos de amostragem não coincidem com os pontos de leituras de CE_{as} do VERIS. Então, para comparar os valores da CE_{as} com os atributos do solo e com os resíduos de culturas, foi definido dois esquemas de amostragem de CE_{as} : a simples e a composta. Sendo que

para obtenção da CE_{as} simples foi considerado o valor pontual da CE_{as} , ou seja, o valor mais próximo do ponto de amostragem do solo, enquanto que para definição da CE_{as} composta, foi obtido um valor médio de 5 leituras de CE_{as} num raio de 6,5 m em relação ao ponto de amostragem do solo (Figura 4). Para definição dos valores médios da CE_{as} composta utilizou-se o software ArcView.

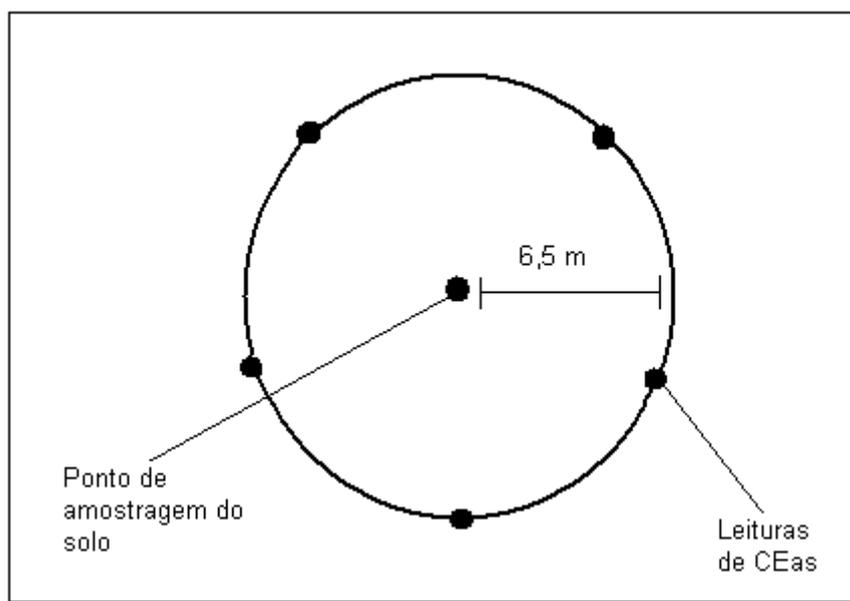


FIGURA 4. Esquema de amostragem da CE_{as} composta.

A visualização espacial foi realizada para os atributos P, K, Ca, Mn, Cu e Mn da massa seca das diferentes coberturas vegetais estudadas. Foram confeccionados diagramas tipo *box plots* para evidenciar a simetria do conjunto de dados (Sokal & Rohlf, 1995).

Os dados utilizados para representação em *box plots*, da eficiência na extração de macro e micronutrientes pelas diferentes coberturas vegetais estudadas, foram padronizados na escala 0 – 1 (Figuras 5 – A, B, C, D, E e F). Na confecção destes diagramas, que evidenciam a simetria de um conjunto de dados, foi utilizado o programa SSPS 15.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3 estão apresentados os valores médios e os coeficientes de variação (CV) dos atributos do solo para as diferentes coberturas.

TABELA 3. Estatística descritiva para os atributos do solo e valores de Condutividade elétrica aparente do solo (CE_{as}) nas profundidades de 0 à 30 cm e 0 à 90 cm em diferentes coberturas

Variáveis	Coberturas							
	Braquiaria		Capim Sudão		Milheto		Milho	
	Média	CV. (%)	Média	CV. (%)	Média	CV. (%)	Média	CV. (%)
pH H ₂ O	4,9 ab	5,9	5,0 a	6,6	4,9 ab	4,8	4,7 b	6,6
Al (cmol _c .dm ⁻³)	0,3 b	38,7	0,3 b	48,5	0,4 a	37,9	0,4 a	35,70
Ca (cmol _c .dm ⁻³)	4,0 a	13,7	4,4 a	14,9	3,5 b	13,6	2,5 c	21,8
Mg (cmol _c .dm ⁻³)	1,6 a	31,5	1,2 b	33,2	1,6 a	22,4	1,1 b	30,6
V (%)	40,8 a	14,0	37,6 a	16,7	37,8 a	47,8	29,5 b	19,4
P (mg.dm ⁻³)	24,3 a	16,4	22,0 a	21,6	18,5 a	18,7	25,5 a	109,0
K (mg.dm ⁻³)	158,8 a	40,1	158,4 a	32,6	138,8 ab	43,0	104,9 b	47,3
Cu (mg.dm ⁻³)	0,15 c	16,2	0,15 c	25,9	0,21 b	12,3	0,27 a	29,64
Fe (mg.dm ⁻³)	12,9 a	6,7	10,8 b	13,0	12,6 a	22,4	13,6 a	11,2
Mn (mg.dm ⁻³)	3,7 a	12,1	3,1 b	28,6	2,6 b	12,0	1,9 c	12,4
C (g.kg ⁻¹)	22,9 a	7,8	22,2 a	9,1	21,1 a	11,8	9,5 b	15,2
N (g.kg ⁻¹)	1,1 a	7,8	1,0 b	16,0	1,0 b	12,9	0,7 b	18,2
C/N	20 a	10,0	23 a	14,9	21 a	12,7	14 b	21
ECa solo 0 - 30 cm (mS.cm ⁻¹)	5,2 bA*	21,0	6,2 aA*	19,3	6,3 aA*	19,9	5,3 bA*	14,6
ECa solo 0 - 90 cm (mS.cm ⁻¹)	3,6 bB	16,9	4,3 aB	11,9	4,4 aB	37,0	3,3 bB	29,0
ECa palhada 0 - 30 cm (mS.cm ⁻¹)	4,6 bA	9,1	6,4 aA	12,9	6,0 aA	10,9	5,2 bA	19,8
ECa palhada 0 - 90 cm (mS.cm ⁻¹)	3,4 bB	13,0	4,4 aB	13,2	3,9 aB	10,2	2,8 bB	28,7

As médias seguidas por letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$), para valores de EC_{as} em diferentes profundidades.

As médias seguidas de letras minúsculas distintas na mesma linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$), para as coberturas.

As médias seguidas por asteriscos na mesma coluna, diferem entre si em relação a mesma profundidade de leitura em solos com presença ou ausência de palha, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

CV: Coeficiente de variação.

4.1 Atributos químicos do solo

4.1.1 pH do solo

Os valores médios de pH encontrados nos solos sob coberturas de braquiária, milho e capim Sudão foram estatisticamente iguais (Tabela 3). Enquanto que, o pH do solo sob cobertura de milho teve o menor valor e diferiu estatisticamente do solo sob cobertura de capim sudão.

O baixo pH do solo sob cobertura de milho, pode estar relacionado ao efeito da localização do sistema radicular e pela influência de absorção de nutrientes por esta gramínea, levando ao aumento da atividade do íon hidrogênio resultando na redução do pH. Esta ocorrência também foi relatada por Silva (2002), ao avaliar diferentes formas de amostragem de solos cultivados com leguminosas e gramíneas em plantio direto e sistema convencional.

Os coeficientes de variação (CV) do pH, foram baixas para os solos sob as coberturas estudadas, variando de 4,8% à 6,6%, conforme Gomes (1990), o que evidencia a baixa variabilidade deste atributo no solo. Stein et al. (1997) estudando a variabilidade de parâmetros do solo em área de um hectare, também, encontraram menores coeficientes de variação para os valores de pH.

4.1.2 Teores de nitrogênio do solo

Os teores de nitrogênio foram significativamente maiores no solo sob cobertura de braquiária, quando comparados às demais coberturas. Por outro lado, os solos sob cobertura de milho, apresentaram menores teores tanto de carbono como de nitrogênio. Vasconcelos et al.(1998) atribuíram o menor teor de N sob solo cultivado com milho, a característica desta planta de forte extrator de nutrientes, sendo o N um dos elementos mais requerido e extraído por esta cultura. No entanto, neste trabalho, os menores teores de N em solo sob a cobertura de milho, provavelmente, ocorreram em consequência do processo de imobilização microbiana deste elemento e da alta relação C/N desta gramínea.

Como o nitrogênio total é definido pela relação entre a taxa de adição de nitrogênio ao solo pelos resíduos culturais e a perda de nitrogênio orgânico

por mineralização, então, a disponibilidade desse nutriente no solo está relacionada, entre outros fatores, com a relação C N dos resíduos culturais, principalmente no sistema de plantio direto, em que os mesmos permanecem na superfície do solo (Teixeira et al., 1994).

Portanto, nestas condições pode ocorrer deficiência de nitrogênio para a cultura cultivada sobre resíduos culturais com alta relação C N, devido à imobilização do nitrogênio pelos microorganismos do solo (Da Ros, 2003; Lara Cabezas et al., 2000; Giacomini, 2001, Costa, 2000).

Os valores de CV, de 7,8 % a 18,2%, foram considerados de baixa a média variabilidade, indicando que o N apresentou menor variabilidade quanto aos teores no solo, sendo de uma maneira geral, mais homogêneo na área estudada.

4.1.3 Teores de fósforo do solo

Quanto aos teores de fósforo (Tabela 3), não foram observadas diferenças significativas nos solos sob as diferentes coberturas. A alta disponibilidade de P no solo dessas áreas pode estar relacionada a correção de fertilidade realizada dois meses antes da coleta de dados. Devido à baixa mobilidade do fósforo no solo e tendo em vista o sistema de plantio direto, as perdas ocorrem, principalmente, pelo processo de erosão e exportação pelas culturas, o que não deve ter ocorrido nos solos sob as diferentes coberturas considerando-se o pouco tempo em relação à aplicação de fertilizantes e a coleta de dados.

Outra condição que pode ter também, favorecido a alta disponibilidade de P nessas áreas pode estar ligada ao acúmulo de fósforo extraível próximo à superfície do solo decorrente das aplicações anuais de fertilizantes fosfatados, e da liberação de fósforo durante a decomposição de resíduos vegetais e da menor fixação do fósforo, em razão do menor contato desse elemento com os constituintes inorgânicos do solo (Sidiras & Pavan, 1985).

Muzilli et al. (1983), atribuíram as altas concentrações de fósforo no solo à baixa imobilidade e solubilidade dos compostos desse elemento no solo. Resultados semelhantes foram observados por Sá (1993), Castro (2004) e

Bartz (1998), principalmente quanto ao acúmulo de fósforo nas camadas superficiais do solo, após cinco anos de plantio direto.

Quanto ao CV, os teores de P apresentaram média variabilidade ($10% < CV < 20%$), com exceção do solo sob cobertura de milho, para solo sob as demais coberturas, o que significa menor variabilidade deste elemento na área estudada.

4.1.4 Teores de potássio

Em relação aos teores de potássio no solo, embora os valores sejam elevados, foi observado que o potássio foi menor no solo sob cobertura de milho. No entanto, não foi verificada diferença estatística significativa nos teores obtidos para as coberturas de braquiária e capim sudão (Tabela 3).

Neste trabalho, os valores elevados nos solos sob as coberturas estudadas, podem estar relacionados com o maior teor de potássio trocável propiciado pela adubação de manutenção e também pelos resíduos dessas coberturas. Contudo, pode também, ser atribuído à infiltração facilitada de água no sistema de plantio direto, que favorece a mobilização do elemento no perfil do solo, conforme observaram Centurion et al., (1985); Sidiras & Pavan (1985); Merten & Mielniczuck (1991). Brancalião (2002), quando comparou a variabilidade do potássio nas camadas de 0,0 – 10 cm e 0,10 – 0,20 cm em sistema de plantio direto, também chegou às conclusões semelhantes.

Segundo Merten & Mielniczuck (1991), em função das altas quantidades posteriormente restituídas ao solo à partir da decomposição da parte aérea, o potássio trocável tende a se acumular na superfície do solo.

Quanto aos valores de CV, estes foram elevados, concordando com os resultados obtidos por Santos e Vasconcelos (1987) ao estudarem o número de amostras de solo necessárias para representar o fenômeno de variabilidade de características químicas do solo, sob diferentes manejos, encontraram maiores coeficientes de variação para os valores de K. Estes autores atribuíram a alta variabilidade do elemento, a deposição do fertilizante em linha para as culturas antecessoras. Portanto, o alto CV obtido neste trabalho é esperado, à medida que este atributo químico apresenta elevada

variabilidade em solos cultivados em sistema de plantio direto, confirmando os relatos de Silveira & Stone (2001).

4.1.5 Teores de cálcio e magnésio

Os teores de cálcio trocável foram significativamente maiores no solo sob coberturas de braquiária e capim sudão em comparação ao teores obtidos em solos com milheto, que diferiu dos teores obtidos no solo sob cobertura de milho, apresentando o menor teor em relação às demais coberturas (Tabela 3). Isto mostra que este elemento está se acumulando na camada superficial do solo, semelhante ao observado por Merten e Mielniczuk (1991) na camada superficial.

Além de ser essencial para as culturas, o cálcio é também o elemento responsável pela correção de acidez do solo. Muzilli et al. (1978) classificam valores no solo superiores a $4,0 \text{ cmolc dm}^{-3}$ como altos. Desta forma, os teores cálcio obtidos nos solos sob cobertura de capim sudão e braquiária, podem ser considerados altos.

Para os solos em estudo, o magnésio apresentou-se significativamente maior no solo sob cobertura de braquiária e milheto em relação às demais coberturas. Segundo Tomé Jr. (1997), os teores de magnésio são considerados altos quando superiores $0,8 \text{ cmolc.dm}^{-3}$. O aumento de magnésio, observado neste estudo, pode estar associado à decomposição da matéria orgânica, favorecida pela melhoria das condições de fertilidade do solo e a pouca mobilidade deste elemento no solo, acumulando-se na superfície.

Os elevados valores de CV observados para o Mg podem ser atribuídos ao manejo do solo, em razão do não-revolvimento do solo, como ocorre no plantio direto, espera-se maior variabilidade deste elemento na área estudada.

4.1.6 Teores de carbono

Em relação aos teores de carbono presentes no solo, houve diferença significativa apenas entre o teor de carbono no solo sob cobertura de milho em comparação às demais coberturas.

O fato do carbono do solo sob as coberturas supracitadas não deferirem entre si, pode ser explicado em razão da elevada relação C/N das gramíneas, proporcionando taxas de decomposição semelhantes não havendo, portanto, grandes variações no tempo para incorporação ao solo dos resíduos dessas plantas. Esta condição também foi observada em trabalhos realizados por Pereira (1990) em pesquisa com cultivo de espécies visando à obtenção de cobertura vegetal do solo na entressafra da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) no cerrado.

Ressalta-se ainda, que o tempo de adoção do sistema de plantio direto para cada região também pode influenciar este atributo, uma vez que, a estabilização do sistema ocorre após cinco à seis anos de implantação (Lange, 2002).

Observando-se os valores de CV do C, os mesmos foram considerados baixos em solos sob cobertura de milho e médios nos solos das demais coberturas conforme Gomes (1990), este fato pode ter como explicação o pouco tempo de adoção do sistema de plantio direto.

4.1.7 Teores de alumínio

Os teores de alumínio foram significativamente maiores em solos sob resíduos de milheto e milho em comparação aos solos sob as demais coberturas.

Os resíduos culturais, provavelmente, por meio da decomposição contribuíram para a redução do teor deste elemento no solo, pois, a matéria orgânica pode formar complexos estáveis e neutralizar o alumínio trocável, diminuindo seu efeito prejudicial sobre as culturas, concordando com os resultados obtidos por Bayer & Mielniczuk (1999) ao desenvolver pesquisa sobre as características químicas de solos afetados por diferentes sistemas de preparo.

Muzilli et al. (1978) descreve como não tóxica a presença de alumínio em concentrações inferiores a $0,3 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$, valor este encontrado como médio no presente estudo para os solos sob palhadas de braquiária e capim sudão.

Sá (2001) estudando variabilidade espacial em quatro áreas da região dos Campos Gerais, no Paraná, sendo três destas de uso agrícola, duas com

dez anos de adoção do sistema plantio direto e uma com vinte anos de plantio direto, também encontrou nas três áreas agrícolas o conteúdo de alumínio trocável variando entre 0,0 e 0,3 cmolc.dm^{-3} . Entretanto, Dourado Neto & Fancelli (2000) em referência específica para a cultura do milho, classificam os valores de alumínio no intervalo de 0,1 a 0,5 cmolc.dm^{-3} como baixos e consideram o valor zero como ideal. Os teores de alumínio obtidos neste trabalho são coerentes com estes valores.

4.1.8 Micronutrientes do solo

Os teores de Cu e Mn no solo foram afetados pelas coberturas estudadas diferindo estatisticamente entre si, enquanto que os teores de Fe diferiram significativamente apenas para os solos sob cobertura de capim sudão (Tabela 3).

Os teores de micronutrientes obtidos neste estudo foram considerados baixos, segundo classificação de Ribeiro et al., (1999), sendo que o Mn além dos teores baixos (3,0 – 5,0 mg.dm^{-3}), também apresentou teores muito baixos (2,0 mg.dm^{-3}), juntamente com o Cu (0,3 mg.dm^{-3}).

Os solos sob cobertura de braquiária, apresentaram os maiores teores de Mn e os teores de Fe não diferiram estatisticamente dos teores presentes nos solos sob cobertura de milho. Visto que a matéria orgânica é uma das principais fontes desses nutrientes no solo, tal fato pode ser atribuído então, aos maiores teores de carbono orgânico presente no solo sob braquiária.

A presença da matéria orgânica no solo está associada com a disponibilidade, quantidade e retenção de alguns micronutrientes no solo, como B, Cu e Zn (Dantas, 1991; Ferreira & Cruz, 1991; Souza & Ferreira, 1991). No entanto, deficiências de Fe, Cu, Mn e Zn têm sido verificadas em solos com alto teor de matéria orgânica, em decorrência da sua ação quelante sobre esses elementos; à medida que ela se decompõe, ocorre a liberação dos micronutrientes (Oliveira et al., 1998).

O Fe encontra-se amplamente distribuído nos perfis da maioria dos solos, alcançando, em alguns casos, quantidades muito altas na camada arável (Bataglia, 1991) contrário dos baixos teores (4,0 – 18,0 mg.dm^{-3}) obtidos neste trabalho. Isto pode ser comprovado pelos baixos coeficientes de

variação (20%). Assim, pode-se afirmar que houve pouca variabilidade deste elemento na área

Os coeficientes de variação foram maiores para o Cu em solos sob coberturas de milho e capim sudão, respectivamente, 30% e 26%. Os altos coeficientes de variação encontrados em solos de ambas as coberturas, mostram a alta variabilidade de distribuição deste elemento no solo. Observa-se também, que o coeficiente de variação foi alto para o Mn em solos com presença de capim sudão.

No plantio direto, embora ocorra pouco revolvimento uniformizador do solo, as adubações sucessivas na mesma área, em locais quase nunca coincidentes, após alguns anos podem conduzir a uma homogeneização do solo em relação aos teores dos nutrientes (Souza, 1992). Porém, com os altos valores do coeficiente de variação, verificados para os micronutrientes, especialmente o Cu sob capim sudão e milho, o Fe sob milheto e o Mn em solos sob cobertura de capim sudão, não foi observada esta homogeneização, e sim, alta variabilidade no sistema de plantio direto, possivelmente, em função das características deste sistema de manejo.

4.1.9 Condutividade Elétrica aparente do solo (CE_{as})

Analisando os dados da Tabela 3, observa-se que todas as leituras de CE_{as} realizadas na profundidade de 0 à 30 cm com presença de resíduos culturais, diferiram significativamente das leituras realizadas na mesma profundidade para solo descoberto. Indicando assim, que a presença de resíduos das coberturas estudadas, influenciou as leituras da CE_{as} .

Foi observado maiores valores de CE_{as} na profundidade de 0 à 30 cm, em solos descobertos em relação aos valores obtidos na profundidade de 0 à 90 cm na mesmas condições. Um dos fatores pode estar relacionado a uma maior fertilidade na camada superficial solo, é o uso do plantio direto que propicia a ocorrência de acúmulo superficial de fertilizantes (Martinho, 2001).

Greco et al. (2006), ao estudar a variabilidade espacial dos atributos do solo em área de mamona (*Ricinus communis* L.) em sistema de plantio direto, também obteve leituras de CE maiores na profundidade de 0 à 30 cm e atribuiu esse fato a maior quantidade de nutrientes na superfície, pois, em áreas cultivadas anteriormente em sistema de plantio direto, ocorre acúmulo

superficial de nutrientes, em função da reduzida movimentação do solo (Freire et al., 2001; Martinho, 2001; Souza, 1992).

Ao se considerar somente a profundidade, não foi verificada para todas as leituras de CE_{as} (0-30cm), independentes da presença ou ausência de palhada, diferença significativa. No entanto, observou-se que diferiram significativamente das leituras realizadas na profundidade de 0 à 90 cm.

Em relação aos valores de coeficiente de variação (CV) das CE_{as} medidas nas profundidades e para as condições estudadas, com exceção daqueles com presença de palhadas de milho, estes foram ligeiramente mais elevados em solos descobertos na profundidade de 0 à 30 cm quando comparados com os CVs das leituras de CE_{as} (0-90 cm), respectivamente 37% e 29%. Estes CVs oscilaram entre 9% e 19% e de acordo com Gomes (1990) são considerados de baixa ($< 10\%$) a média variabilidade ($10\% < CV < 20\%$).

Os CVs da CE_{as} (0 – 90 cm) em solos em que a palhada de milho foi removida (37%) e naqueles onde havia palhada de milho (29%), são considerados altos e muito altos, respectivamente, segundo Gomes (1990), indicando alta variabilidade para esta variável.

4.2 – Massa de seca (MS) e atributos dos resíduos de culturas

A partir da análise de variância da quantidade de massa seca entre as espécies estudadas, observou-se que apenas o capim sudão diferiu estatisticamente das demais, apresentando a menor média (Tabela 4). A maior quantidade de MS foi obtida para o milho, embora não tenha diferido estatisticamente da braquiária e do milho.

TABELA 4. Estatística descritiva para os atributos das coberturas do solo (braquiária, capim sudão, milho e milho) em diferentes palhadas

veis	V	cobertura ⁽²⁾							
		Braquiaria		Capim Sudão		Milheto		Milho	
		Média	C V (%)	Média	C V (%)	Média	C V (%)	Média	C V (%)
M, S,	(t ha ⁻¹)	5,3 a	29,0	4,5 b	38,2	6,1 a	44,7	6,8 a	42,8
C	—	566,2 a	8,6	531,0 b	7,6	590,4 a	13,1a	598,4 a	6,9
N	—	11,6 a	18,1	12,2 a	17,7	8,7 b	32,4	4,4 c	20,7
P	(g kg ⁻¹)	4,6 a	18,0	4,5 a	20,2	3,3 b	27,9	2,0 c	22,2
K	(g kg ⁻¹)	28,2 a	56,8	24,2 ab	45,5	17,5 b	70,0	3,4 c	80,4
Ca	(g kg ⁻¹)	16,8 b	9,3	19,1 a	12,3	16,3 bc	8,3	14,9 c	7,0
Mg	(g kg ⁻¹)	3,2 a	16,3	3,2 a	9,0	3,0 a	13,7	4,0 a	125,8
S	(g kg ⁻¹)	1,5 a	17,3	1,3 ab	19,4	1,2 b	22,8	0,9 c	28,6
Zn	(mg kg ⁻¹)	36,9 a	11,0	39,5 a	17,7	36,3 a	20,8	14,8 b	19,9
Mn	(mg kg ⁻¹)	83,0 a	18,0	51,3 b	14,9	55,6 b	24,5	38,8 c	24,7
Cu	(mg kg ⁻¹)	14,1 b	63,8	29,0 a	35,5	6,5 c	23,8	4,8 c	24,9
C/N		51 c	21	45 c	23,1	73 b	29,3	14, a	24,3

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste Tukey de significância em 5%.
CV: coeficiente de variação

Apenas os valores de MS da cobertura de milho e milheto, apresentaram-se acima das 6,0 t. ha⁻¹, considerados por Denardin & Kochhann (1993), Darolt (1998) e Nunes et al. (2006) como a quantidade mínima de palhada necessária para que se mantenha a cobertura do solo no plantio direto.

A maior quantidade de MS de cobertura de milho sobre a superfície do solo pode ser explicado pela menor velocidade de decomposição, uma vez que nas amostras coletadas havia presença de colmos, sabugos e folhas, que apresentam taxas de decomposição diferenciadas.

A decomposição mais lenta da palhada do milho pode ser atribuída à sua alta relação C/N (Tabela 4) e à maior proporção de material lignificado (colmos e sabugos) e provavelmente em consequência do processo de imobilização microbiana deste elemento e da alta relação C/N desta gramínea. Resultados semelhantes foram observados em pesquisas

realizadas por outros autores (Collins et al., 1990; Fox et al., 1990; Tian et al., 1993; Schomberg et al., 1994).

Quanto ao milheto, os resultados de MS obtidos neste estudo, foram inferiores àqueles obtidos por Boer et al. (2007) ao avaliar o acúmulo e a liberação de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) de resíduos culturais de plantas de cobertura na entressafra, em condições de cerrado, obtendo a maior quantidade de MS para o milheto, $10,8 \text{ t.ha}^{-1}$ o qual atribuiu às condições climáticas, de solo e das características das espécies estudadas, como maior relação C/N e quantidades de nutrientes.

4.2.1. – Teor de nutrientes dos resíduos culturais e extração de nutrientes do solo

Observa-se na Tabela 4 que os teores de C na massa seca foram estatisticamente iguais entre as espécies estudadas, com exceção do capim sudão que apresentou a menor média, 531 g kg^{-1} .

Ressalta-se que os teores de C observados nos resíduos das espécies estudadas foram elevados e que este fato influencia, dentre vários fatores, a decomposição de resíduos vegetais na superfície, pois o fluxo de liberação de N no sistema solo-planta depende da relação C/N. Evidenciando, portanto, a imobilização de N em virtude da presença de resíduos ricos em carbono como os do milho, resultando em relação C/N elevada (Gava et al, 2003; Lara Cabezas et al., 2000).

Primavesi et al. (2002) em estudos desenvolvidos sobre plantas de coberturas, constataram que a quantidade de N no material vegetal determina a sua velocidade de decomposição e muitos estudos têm mostrado que resíduos de baixa relação C/N decompõem-se mais rapidamente que os de relação C/N alta (Tian et al., 1993).

Os teores de nitrogênio (N) determinados na MS dos resíduos de cultura estão apresentados na Tabela 4. Observa-se que houve diferença significativa quanto aos teores de N entre as coberturas, com maiores teores verificados no capim sudão ($12,2 \text{ g kg}^{-1}$), não diferindo estatisticamente da braquiária, sendo que a cobertura de milho apresentou o menor teor ($4,4 \text{ g kg}^{-1}$).

O fornecimento de N ao sistema pelos resíduos das espécies de coberturas do solo está relacionado à taxa de decomposição e o teor de N dos resíduos (Pace, 2001). Segundo Trivelin et al. (1995), os restos culturais que apresentam teor de N menor que 18 g kg^{-1} e relação C/N maior que 20 imobilizam o N.

A relação C/N tem sido a característica mais utilizada em modelos para prever a disponibilidade de N no solo durante a decomposição de materiais orgânicos. Entretanto, alguns estudos observaram que o maior dreno de N na planta de milho localiza-se no grão e que grande quantidade do nitrogênio das partes vegetativas da planta, é translocado até o grão, onde é acumulado (Ta & Weiland, 1992; Gava et al. 2006). Tais resultados são coerentes aos obtidos neste trabalho, em que a menor média de N determinado na MS da palha do milho, pode ser atribuída à exportação deste elemento para os grãos, já que a palhada do milho foi deixada sobre a superfície do solo logo após a colheita.

Referindo-se ainda a exportação de N, este é um dos macronutrientes extraído em maior quantidade pela cultura do milho (Sangoi & Almeida, 1994) e cerca de 67% deste nutriente é exportado aos grãos quando a produtividade do milho for de 9 toneladas de grãos e 6,5 toneladas de palha residual conforme estudo desenvolvido por Malavolta & Dantas (1978).

Quanto aos teores de N determinados, estes foram maiores para as coberturas de braquiária em relação àqueles encontrados por Soares (2006) quando avaliou a produção de palhadas, reciclagem de nutrientes e tempo de permanência sobre o solo, de gramíneas como a braquiária e o milheto contrariando os teores de N na MS dos resíduos de milheto, obtidos no presente trabalho.

Quanto aos teores de fósforo (P) na MS, estes não diferiram estatisticamente para cobertura de braquiária e capim sudão, porém foram significativamente maiores que os teores deste elemento encontrados na MS das coberturas de milho e milheto, que por sua vez diferiram entre si (Tabela 4).

Igualmente como ocorreu com o N, o menor teor de P foi verificado na MS do milho. Maggio (2006) ao avaliar acúmulo de massa seca, de macro e micronutrientes nos diversos estádios de crescimento do milho, obteve 2,85

g.kg⁻¹ de P para o milho com 99 dias, na fase de produção de grãos, média ligeiramente maior ao obtidos neste estudo, 2,0 g kg⁻¹.

Vasconcelos et al.(1998) ao avaliar o acúmulo de massa seca e de nutrientes em três cultivares de milho verificou que a exportação de P das partes da planta para os grãos, variou de 80% à 88%. Ao observar os resultados obtidos na literatura, a menor média de P na massa seca da cobertura de milho pode ser explicada pela translocação desse nutriente das folhas e colmos para os grãos.

Em relação aos teores de potássio (K) a braquiária apresentou o maior teor deste nutriente, porém, não diferiu estatisticamente dos teores obtidos para o capim sudão. Enquanto o teor de K obtido da MS do capim sudão, não apresentou diferença significativa quando comparado ao teor de milheto. Já os menores teores desse nutriente foram observados na MS do milho (Tabela 4) em relação às demais coberturas. Estes resultados indicam que houve remobilização de K para os grãos da planta de milho.

Em trabalhos desenvolvidos por Vasconcelos et al. (1998) para avaliar acúmulo de macro e micronutrientes em plantas de milho, ocorreram perdas de K nas folhas e nos colmos logo após o florescimento. A movimentação de K, segundo este autor, pode ser explicada pela remobilização do nutriente para os grãos, ou mesmo pela perda por lixiviação para o solo com a água de irrigação ou de chuva ou ainda, a degenerescência de células e tecidos Loué (1963) citado por Maggio (2006). As perdas de K dos tecidos vegetais para o solo também foram mencionadas por Spain & Salinas (1985) e Boer et al. (2007).

As médias de K obtidas neste trabalho para braquiária e milheto, foram inferiores aos obtidos por Soares (2006), com 31,52 g kg⁻¹ e 24,16 g kg⁻¹, respectivamente.

Os teores de cálcio (Ca) foram significativamente maiores, quando comparados aos teores das demais coberturas,. Enquanto que os menores teores deste elemento foram observados cobertura de milho, que não diferiu estatisticamente dos teores da cobertura de milheto e este por sua vez não diferiu dos teores da bráquiária.

Vasconcelos et al. (2006) em estudos desenvolvidos para acúmulo de nutrientes ao longo do ciclo fenológico do milho, atribuiu as quantidades e a

distribuição de Ca nas diferentes partes das plantas à baixa mobilidade do elemento, o que pode explicar neste trabalho, os teores mais elevados de de C nos resíduos de milho, por não haver a translocação deste nutriente dos colmos e das folhas para os grãos, ou seja, as maiores quantidades deste nutriente, se concentram principalmente nos colmos. De acordo com Bull (1993) as plantas apresentam ao final do ciclo, praticamente metade da quantidade acumulada de cálcio.

Dentre os micronutrientes, a ordem decrescente das quantidades acumuladas para todas as coberturas foi o seguinte: Mn > Zn > Cu (Tabela 4). Essa mesma seqüência foi encontrada por Oliveira et al. (2002) quando trabalhou com o milheto. Neste estudo, o milheto apresentou concentrações de Mn, Zn e Cu inferiores à braquiária.

Os teores médios de Mn, Zn e Cu, observados na braquiária, foram, respectivamente, 83,0 mg kg⁻¹, 36,9 mg kg⁻¹ e 14,1 mg kg⁻¹; para o capim sudão 51,3 mg kg⁻¹, 39,5 mg kg⁻¹ e 29,0 mg kg⁻¹. Na cobertura de milho esses valores foram inferiores aos observados nas demais coberturas, provavelmente em função da exportação desses elementos para os grãos.

Quanto a eficiência na extração de nutrientes por plantas de coberturas Oliveira et al. (2002), trabalhando com várias culturas de cobertura relataram o milheto como a cultura de maior acúmulo de macronutrientes a serem fornecidos ao solo para o cultivo seguinte. Contrariando os resultados do autor, neste trabalho, entre as coberturas estudadas, o capim sudão foi a cobertura que apresentou a extração de um maior número de nutrientes, seguido pela braquiária (Figura 5, 8 e 9). Podendo-se inferir que o capim sudão apresenta maior eficiência na extração de P, Mg e Cu, respectivamente, revelando potencial para ser utilizada como planta de cobertura em sistemas de plantio direto, bem como, a braquiária que foi eficiente na extração de K e Mn (Figura 6 e Figura 10). O milheto foi a planta de cobertura mais eficiente na extração de Ca (Figura 7).

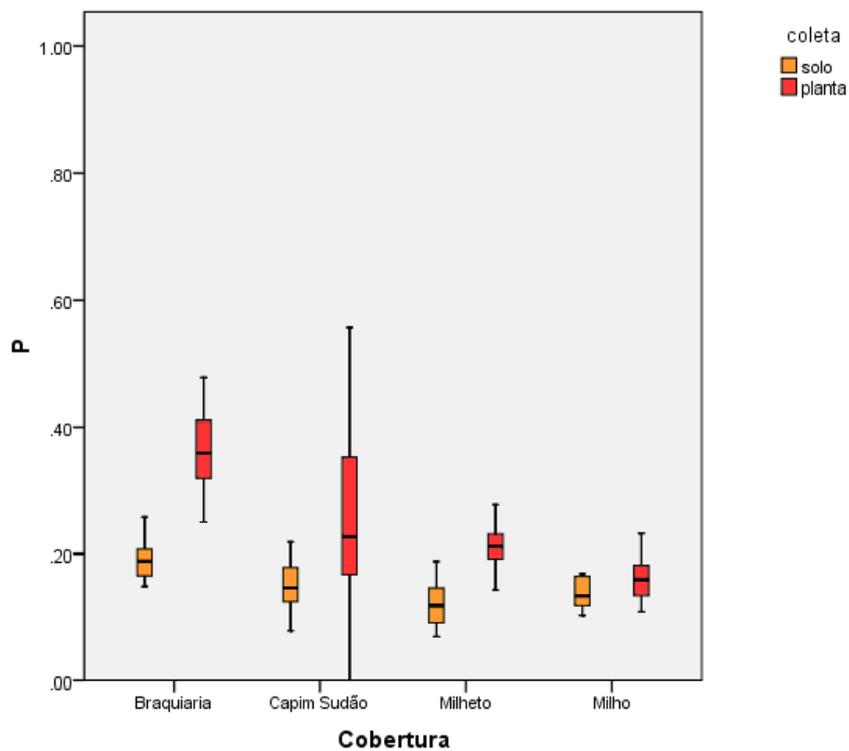


Figura 5 - Representação da eficiência de extração de fósforo do solo pelas coberturas de braquiária, capim sudão, milheto e milho.

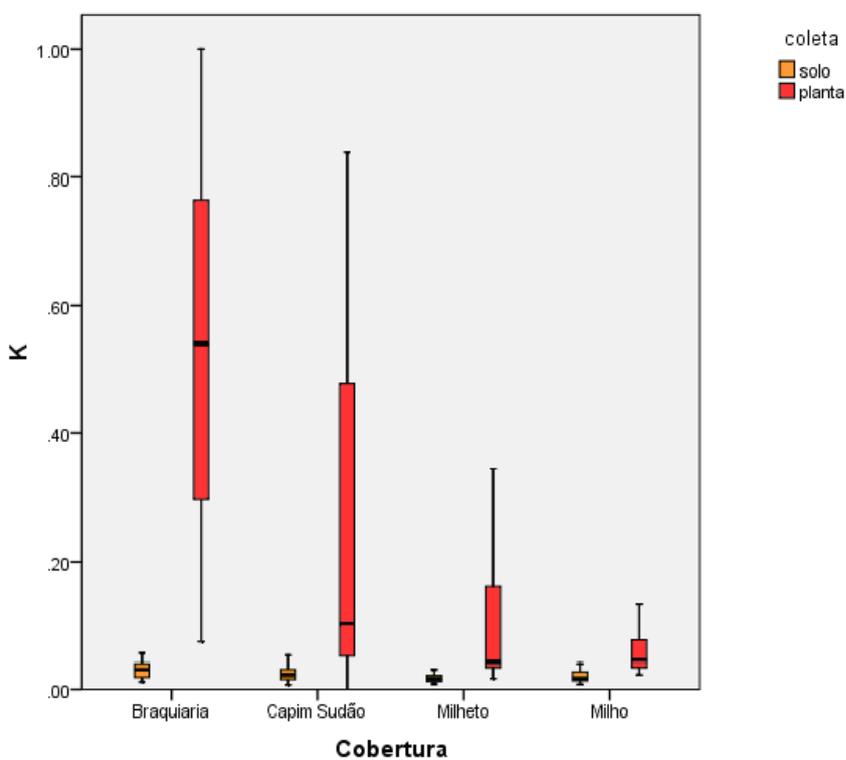


Figura 6 - Representação da eficiência de extração de potássio do solo pelas coberturas de braquiária, capim sudão, milheto e milho.

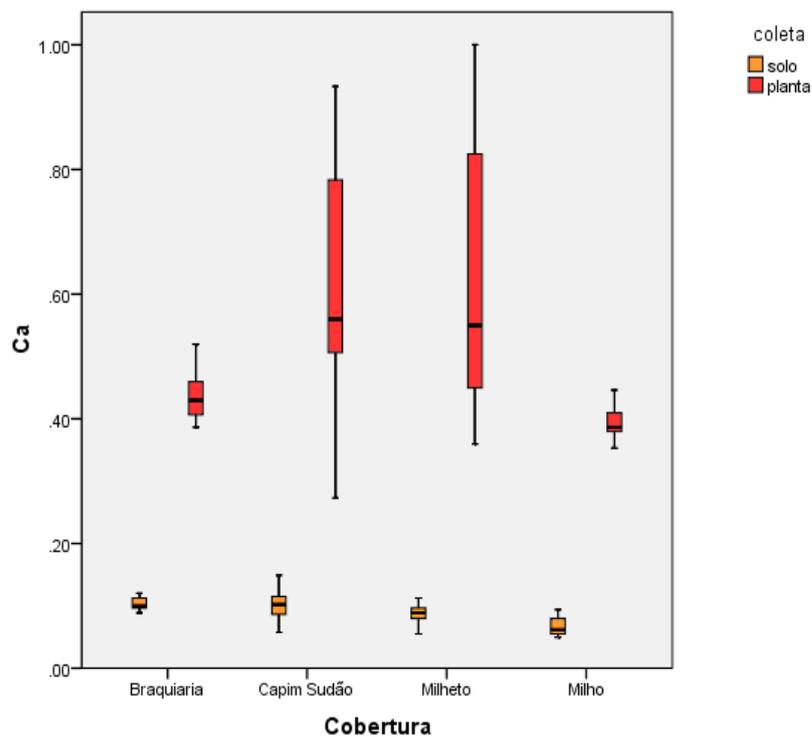


Figura 7 - Representação da eficiência de extração de cálcio do solo pelas coberturas de braquiária, capim sudão, milheto e milho.

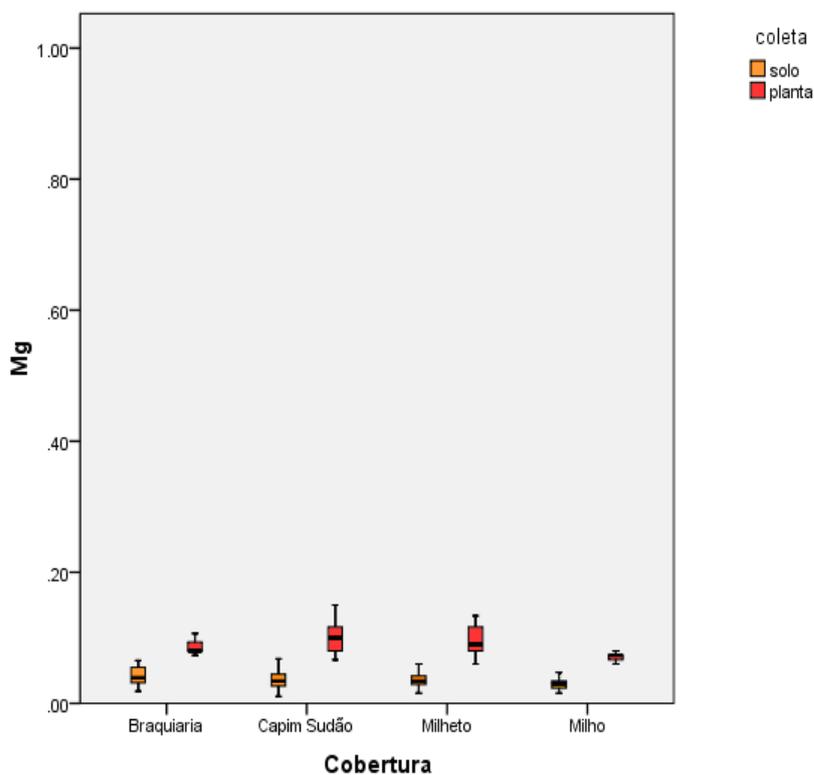


Figura 8 - Representação da eficiência de extração de magnésio do solo pelas coberturas de braquiária, capim sudão, milheto e milho.

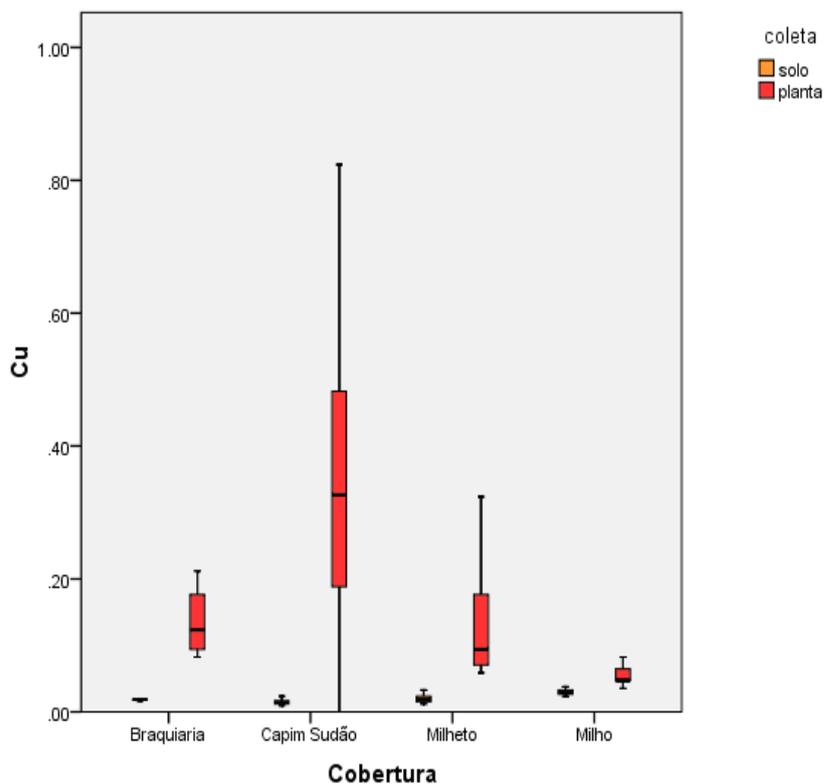


Figura 9 - Representação da eficiência de extração de cobre do solo pelas coberturas de braquiária, capim sudão, milheto e milho.

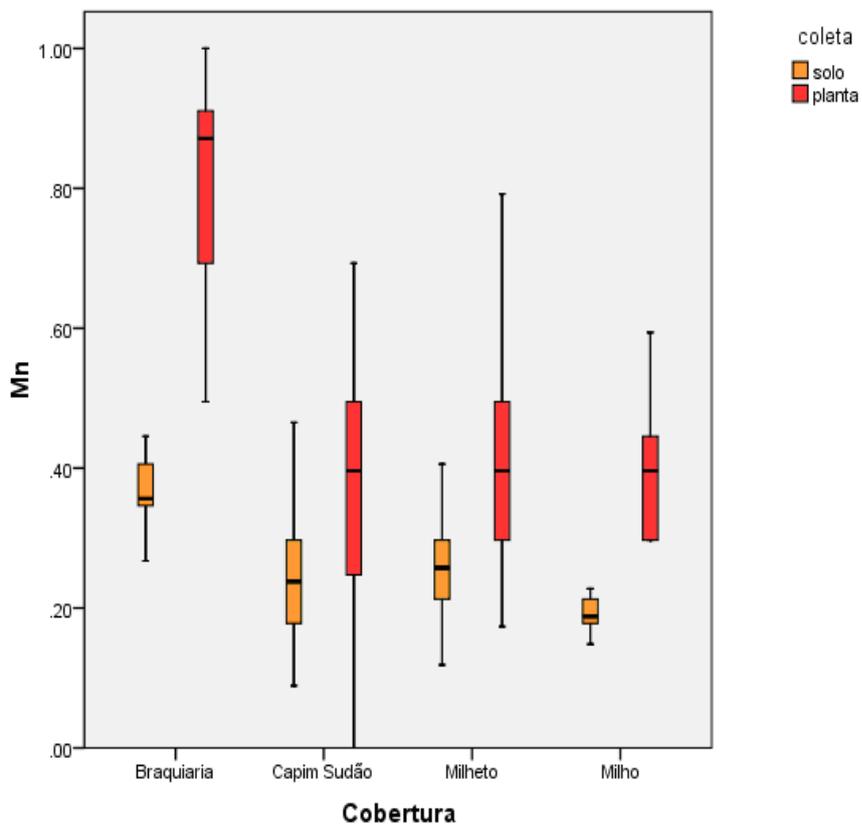


Figura 10 - Representação da eficiência de extração de manganês do solo pelas coberturas de braquiária, capim sudão, milheto e milho.

Os resultados apresentados mostraram que o P extraído pelas coberturas estudadas, obedeceram à seguinte ordem: capim sudão > braquiária > milheto > milho (Figura 5). Enquanto que para o K, a ordem decrescente para as quantidades extraídas pelas coberturas foi a seguinte: braquiária > capim sudão > milheto > milho (Figura 6); para o Ca a ordem de extração foi: milheto \geq capim sudão > braquiária > milho (Figura 7); para o Mg a ordem de extração foi: capim sudão > milheto > braquiária > milho (Figura 8); para o Cu a ordem de extração foi: capim sudão > braquiária > milheto > milho (Figura 9) e para o Mn a ordem de extração foi: braquiária > capim sudão > milheto > milho.

4.2 Análises de correlação entre variáveis

Na Figura 11 estão apresentados os resultados da análise de correlação de Pearson entre a CE_{as} nas diferentes formas de expressão, com os demais atributos estudados (solo e resíduos de cultura).

Verifica-se na Figura 11 que apenas 26% de todos os atributos, incluindo os de solo e dos resíduos culturais, não apresentaram correlação significativa com a CE_{as} obtida para a condição de solo, profundidades e esquema de amostragens estudadas. No entanto, os resultados revelam que a correlação entre a CE_{as} e a maior parte dos atributos estudados do solo e dos resíduos culturais, foi obtida em solos descobertos e na profundidade de 0 à 90 cm, tanto na forma de representação da CE_{as} simples quanto na composta, com 15% e 41%, respectivamente.

Estes resultados revelam que dentre as formas de representação de amostragens para CE_{as} , o que apresentou o maior número de correlações com atributos do solo e com os resíduos de culturas, foi a composta (41%) na profundidade de 0 à 90 cm realizado em solos descobertos (Figura 11). Constata-se, portanto, que houve melhora acentuada quando considerou-se a CE_{as} solo_composta 0-90 cm, que apresentou-se como a forma mais eficiente na obtenção de correlações com atributos do solo e de resíduos de culturas

Ao considerar CE_{as} e atributos do solo, verifica-se a ausência de correlação com argila, areia, pH_{H2O} , N, Mg, Al e Mn. Em relação a argila, este resultado contraria alguns estudos já realizados, como o realizado por Molin (2005) ao mensurar a CE_{as} do solo por indução, para correlacioná-la com a produtividade de milho e soja cultivada em sistema de plantio direto, que encontrou correlação entre a CE_{as} e teores de argila, embora baixas ($r = 0,15$ e $r = 0,33$) foram significativas para as camadas de 0 a 0,20 m e de 0,20m a 0,40 m, respectivamente. O autor identificou diferença textural no solo ao trabalhar com área de amostragem de CE em 13 ha, adotando grades de amostragens de 40 x 40 m. No presente trabalho a área de maior amostragem de CE_{as} não excedeu à 0,2 ha, provavelmente, em função desta menor área de amostragem de CE_{as} não foi observada diferença na textura do solo e com isso não observou-se correlação entre a argila e a CE_{as} .

Pesquisas realizadas no Sudeste da Austrália demonstraram a alta correlação existente entre a CE_{as} e o teor de argila (Williams & Hoey, 1987). Outros estudos também encontraram correlações positivas entre CE_{as} e teores de argila (Kachanoski et al., 1988; Khakural e Robert, 1998; Johnson et al., 2001). Considerando-se que os outros fatores (umidade, concentração de sais, carbono total) permaneçam nas mesmas condições, solos com

teores elevados de argila conduzem mais eletricidade do que aqueles de textura mais arenosa.

Segundo Kachanoski et al. (1988), os íons presentes na dupla camada difusa de partículas de argila são capazes de conduzir eletricidade mesmo sob baixos teores de água no solo, ao passo que a areia praticamente não apresenta esta característica. Assim, os resultados de CE em solos argilosos são, geralmente, mais altos que em solos mais arenosos.

Foi verificada a ausência de correlação entre a CE_{as} e a massa seca (MS) dos resíduos culturais para ambas as profundidades e formas de representação de amostragens de CE_{as} (Figura 11). Johnson et al. (2001), em pesquisa desenvolvida em cultivo convencional com rotação de culturas trigo-milheto-milho, ao mensurar a CE_{as} com o Veris 3100, encontrou correlações, ainda que negativas, elevadas entre CE_{as} e teores de resíduos de culturas ($r = -0,91$), em profundidades de 0 a 30 cm, e atribuiu a causa, provavelmente, à decomposição e redistribuição diferenciadas dos resíduos, pela ação do vento e da água, principalmente nas áreas mais baixas, com elevado teor de resíduo.

Baseado nos resultados obtidos por Johnson et al. (2001), a ausência de correlações da $CE_{as}(0-30\text{ cm})$, com praticamente todos os atributos estudados, constatados neste trabalho também poderá ser atribuída à decomposição dos resíduos de culturas, bem como, a distribuição desuniforme destes resíduos na superfície da área de estudo.

Em pesquisas desenvolvidas por Kitchen et al. (2003) estudando a CE_{as} , medida com Veris 3100 e Veris 3000, nas profundidades de 0 à 30 cm e 0 à 90 cm, também encontraram correlações positivas com a CTC do solo, em ambas as profundidades (r entre 0,55 e 0,88).

Analisando as informações contidas na Figura 12, verifica-se que para a maior parte dos atributos químicos do solo, os coeficientes de correlação resultaram em valores baixos ($r < 0,5$), a exceção do C e C N que apresentou a maior correlação positiva ($r = 0,6$) e o Cu com a maior correlação negativa. Dentre os atributos químicos dos resíduos culturais o N, Cu e Zn, apresentaram as maiores correlações positivas com a CE_{as} , enquanto a relação C N apresentou a maior correlação negativa.

Dentre os atributos do solo as maiores correlações ($r > 0,4$) foram observadas para C, K, Cu, CTC, CTC efetiva, S.B. H+Al e para os atributos dos resíduos o N, P, K, Cu e Zn. Entre os atributos do solo a CE_{as} (0 – 90 cm), foi positivamente correlacionada com C, Ca, K, Soma de bases, H+Al, CTC, CTC efetiva e silte e negativamente com P e Cu, principalmente em solo sem presença de resíduos na forma de amostragem composta.

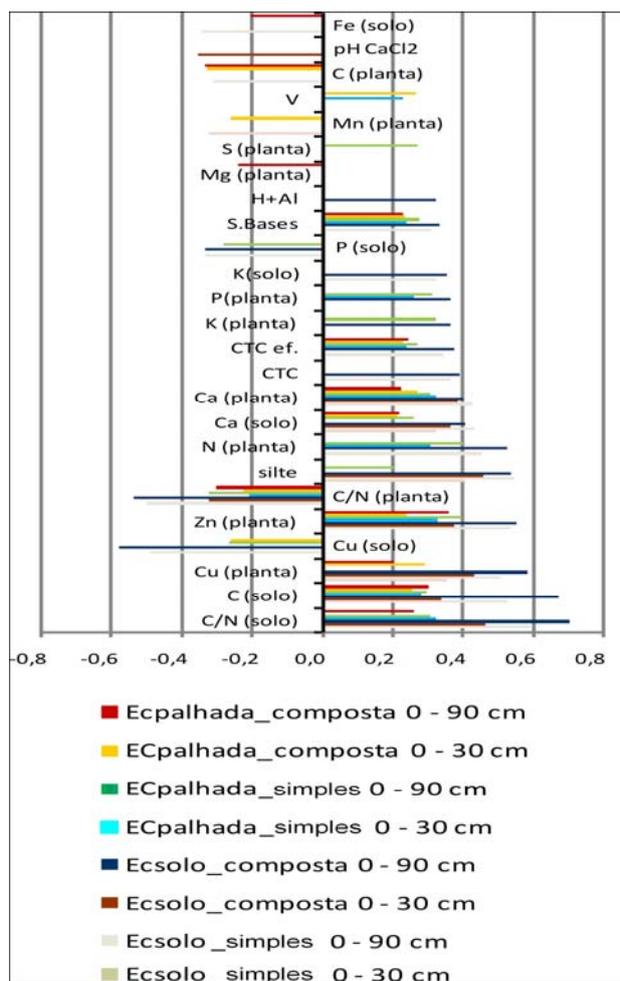


FIGURA 12. Representação da magnitude das correlações significativas entre os variáveis do solo e de resíduos de culturas, para cada uma das formas de apresentação da CE_{as} .

ECpalhada_simples 0-30 cm: CE_{as} medida a 30 de profundidade em solo com presença de palhada próximos do ponto amostral; EC palhada_simples 0-90 cm: CE_{as} medida a 90 cm de profundidade em solo com presença de palhada, próximos do ponto amostral; EC solo_simples 0-30 cm: CE_{as} medida a 30 cm de profundidade em solo descoberto, próximo do ponto amostral; EC solo_simples 0-90 cm: CE_{as} medida a 90 cm de profundidade em solo descoberto, próximo do ponto amostral; EC palhada_composta 0-30 cm: CE_{as} medida a 30 cm de profundidade em solo com presença de palhada, dentro do raio de 6,5 m; EC palhada_composta 0-90 cm: CE_{as} medida a 90 cm de profundidade em solo com presença de palhada, dentro do raio de 6,5 m; EC solo_composta 0-30 cm: CE_{as} medida a 30 cm de profundidade em solo descoberto, dentro do raio de 6,5 m; EC solo_composta 0-90 cm: CE_{as} medida a 90 cm de profundidade em solo descoberto, dentro do raio de 6,5 m.

Johnson et al., (2001) e Jung et al. (2005), observaram correlações negativas entre a CE_{as} e os teores C total e N total em campos da região do Colorado com rotação de cultura trigo-milho cultivados sob sistema de plantio direto.

Tomando-se como válida a correlação linear entre atributos estudados (solo e resíduos de culturas) e CE_{as} , verificou-se que esta é afetada pela presença de restos de cultura sobre a superfície do solo, pois, as correlações com o maior número de atributos estudados (solo e de resíduos de culturas), foram obtidas quando considerou-se a CE_{as} em solos sem presença de resíduos na profundidade de 0 à 90 cm. Confirmando, desta forma, que as medidas de CE_{as} foram significativamente afetadas pela presença de resíduos.

Em virtude da expansão de áreas com cultivos realizados sob sistema de plantio direto e da inexistência de trabalhos que avaliam os impactos de resíduos culturais sobre os valores de CE_{as} , os resultados deste estudo, permitem inferir que a CE_{as} têm potencial para ser utilizada no fornecimento de uma base para delinear a variabilidade espacial do solo para sua amostragem e fertilização com os nutrientes que apresentarem correlações significativas. Portanto, a utilização da CE_{as} e sua correlação com atributos do solo e de resíduos, apresentam-se como uma alternativa de complementação de informações obtidas com análise de amostras, de solo e de resíduos de culturas, em laboratório. Possibilitando, com isso, uma possível contribuição para a criação de mecanismos que possam descrever fatores chaves que afetam mudanças em níveis de nutrientes do solo, como a dinâmica da fertilidade do solo, relações hidrológicas, ciclo de vida de pragas e incidência de ervas daninhas.

5. CONCLUSÕES

1. A CE_a (0-30) foi afetada significativamente pela presença de resíduos culturais na superfície do solo, comprometendo sua utilização para prever atributos do solo.
2. O capim sudão, embora seja a planta de cobertura que tenha apresentado o menor peso de MS, foi a mais eficiente na extração de P, Mg e Cu.
3. A braquiária foi a planta de cobertura que produziu elevado peso de MS e maior eficiência na extração de K e Mn.
4. A CE_a (0-90 cm) composta pode ser uma alternativa interessante para melhorar a correlação entre a CE_{as} e os atributos do solo e, assim, possibilitar melhores estimativas indiretas dos mesmos a partir da CE_{as} obtida com o Veris.
5. A CE_a (0-90 cm) composta apresentou potencial de estimativa dos nutrientes do solo e dos resíduos de culturas, pois, se correlacionou com o maior número de propriedades físico-químicas do solo, mesmo com baixos valores (0,5), sendo altamente correlacionada apenas com o C (0,6) e dentre as propriedades químicas da massa seca, a CE_{as} foi altamente correlacionada com N, Cu, Zn e C/N ($0,4 < r < 0,6$).

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATHERTON, B. C.; MORGAN, M. T.; SHEARER, S. A.; STOMBAUGH, T. S.; WARD, A. Site-specific farming: A perspective on information needs, benefits and limitations. **J. Soil and Water Cons.**, 54(2), p.455-61, 1999.

AGUIAR, J.; DAINESE, R. C.; PUGLIESE, P. B. & JORGE, L. A. C. Análise estatística de áreas com anormalidade de produtividade para a definição de zonas homogêneas de manejo. Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão - CONBAP. Piracicaba, SP.: **CD-Room ...** 2004. 6 p.

ALLISON, F.E. The fate of nitrogen applied to soils. *Adv. Agron.*, 18:219-258, 1966.

BATAGLIA, O. C.; RAIJ, B. van. Eficiência de extratores de micronutrientes na análise de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 13, n. 2, p. 205-212, 1989.

BAYER, C. & MIELNICZUK, J. **Dinâmica e função da matéria orgânica**. In: SANTOS, G.A.;CAMARGO, F.A.O. (Ed.). Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Gênese, 1999. p. 9 - 23.

BAYER, C.; BERTOL, I. Características químicas de um Cambissolo Húmico afetadas por sistemas de preparo, com ênfase na matéria orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, n. 3, p. 687-694, 1999.

BENSON, R.C; GLACCUM, R.A.; NOEL, M.R. **Geophysical techniques for sensing buried wastes and waste migration**. U.S. Environmental Protection Agency, Las Vegas, Nevada, 236 p. 1982.

BOER, C.A, ASSIS, R.L, SILVA, G.P. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Sept. 2007, vol.42, no.9, p.1269-1276.

BORKERT, C.M.; GAUDÊNCIO, C.A.; PEREIRA, J.E.; PEREIRA, L.R. & OLIVEIRA JUNIOR, A. Nutrientes minerais na biomassa da parte aérea das culturas de cobertura de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 38:143-153, 2003.

BREVIK, E.C., FENTON, T.E. The relative influence of soil water, clay, temperature, and carbonate minerals on soil electrical conductivity readings

taken with an EM-38 along a Mollisol catena in central Iowa. **Soil Surv. Horizons** 43, 9–13. 2002.

BROMFIELD, S. M. Sheep faces in relation to the phosphorus cycle under pastures. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 12, n. 1, p. 111-123, 1961.

BULL, L. T. **Nutrição mineral do milho**. In Bull, L. T. & H. Cantarella. Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade. Potafós. Piracicaba, SP. p. 63-45.1993.

BULLOCK & BULLOCK, D.S. Bullock and D.G. Bullock, Economic optimality of input application rates in precision farming, **Precision Agriculture**. 2 (2000), pp. 71–101.

CALEGARI, A. **Plantas para adubação verde de inverno no sudoeste do Paraná**. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná, 1990. 37 p. (Boletim Técnico, 35).

CANTARELLA, H.; MATTOS JUNIOR, D. de; QUAGGIO, J.A.; RIGOLIN, A.T. Fruit yield of Valencia sweet orange fertilized with different N sources and the loss of applied N. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.67, p.215-223, 2003.

CARVALHO, J.R.P.; SILVEIRA, P.M.; VIEIRA, S.R. Geoestatística na determinação da variabilidade espacial de características químicas do solo sob diferentes preparos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.1151-1159, 2002.

CASTRO, C. N. **Definição de unidades de gerenciamento do solo por meio da sua condutividade elétrica e variáveis físicoquímicas**. 2004.131f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2004.

CENTURION, J.F. et al. Efeitos de sistemas de preparo nas propriedades químicas de um solo sob cerrado cultivado com soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.9, n.3, p.267-270, 1985.

CENTURION, J.F.; DEMATTÊ, J.L.I. Efeito de sistemas de preparo nas propriedades físicas de um solo sob cerrado cultivado com soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.9, p.263-266, 1985.

CHUNG, C. K.; CHONG, S. K.; VARSA, E. C. Sampling strategies for fertility on a stoy silt loam soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 26. n. 5/6, p. 741-763, 1995.

CHUEIRI, W. & VASCONCELOS, H.P. Dinâmica de nutrientes no plantio direto. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 7., Paraná, 2000. **Resumos**. Foz de Iguaçu, 2000. p.129-130.

COLLINS, H.P; ELLIOTT, L.F. & PAPENDICK, R.I. Wheat straw decomposition and changes in decomposability during field exposure. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, Madison, 54:1013-1016, 1990.

COSTA, A. **Doses e modos de aplicação de calcário na implantação de sucessão soja-trigo em sistema de plantio direto.** 2000. 146p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

CUNHA, T.J.F.; MACEDO, J.R.; RIBEIRO, L.P. PALMIERI, F.; FERREITAS, P.L. AGUIAR, A.C. impacto do manejo convencional sobre propriedades físicas e substâncias húmicas de solos sob cerrado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n.1, jan/mar, 2001.

DA ROS, C.O. & AITA, C. Efeito de espécies de inverno na cobertura do solo e fornecimento de nitrogênio ao milho em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 20:135-140, 1996.

DA ROS, C.O.; SALET, R.L.; PORN, R.L. & MACHADO, J.N.C. Disponibilidade de nitrogênio e produtividade de milho e trigo com diferentes estratégias de adubação nitrogenada no sistema plantio direto. **Ciência Rural**, 33:799-804, 2003.

DAMPNEY, P.M.R.; MOORE, M. Precision agriculture in England: current practice and research-based advice to farmers. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PRECISION AGRICULTURE, 4., 1998, St. Paul. **Proceedings**. Madison: American Society of Agronomy, 1999. p.661-673.

DANTAS, J. P. Boro. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. da. (Ed.). **Micronutrientes na agricultura.** Piracicaba: Potafos, 1991. p. 113-130.

DAROLT, M. R. Princípios para implantação e manutenção do sistema. In: DAROLT, M. R. **Plantio direto: pequena propriedade sustentável.** Londrina: Iapar, 1998. p. 16-45 (Circular, 101).

DENARDIN, J.E.; KOCHHANN, R.A. Requisitos para implantação e a manutenção do sistema plantio direto. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Passo Fundo, RS). **Plantio direto no Brasil.** Passo Fundo: Aldeia Norte, p.19-27,1993.

DERPSCH, R; CALEGARI, A. Plantas para adubação verde de inverno. Londrina: Instituto Agronômico do Paraná, 1992. 80p.(Circular,73).

Discutindo agricultura de precisão – aspectos gerais. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2004. 18 p. html. (Embrapa Trigo. Documentos Online; 42). Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do42.htm

DOERGE, T.A. Management zone concepts. **Site-specific management guidelines.** 1999. p.4. Disponível na Internet. <http://www.farmresearch.com/SSMG/ssmg-02/SSMG02.pdf> em 04 Dez. 1999.

DOURADO NETO, D.; FANCELLI, A.L. Produção de feijão. Guaíba: Agropecuária, cap. 1: Ecofisiologia e fenologia, 2000. p. 23-48

FANCELLI, A.L. Tecnologia para a produção do feijoeiro. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo.** 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPq,

FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. Micronutrientes no solo. In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. (eds.) **Micronutrientes na agricultura.** Piracicaba: POTAFOS/CNPq, 1991. p. 131-157

FETTER, C. W. **Applied Hydrogeology**. Prentice-Hall, Inc. Third Edition, 691p. 1994.

FOX, D.G., SNIFFEN, C.J., O'CONNOR, J.D. et al. 1990. The Cornell net Carbohydrate and Protein System for Evaluating Diets. Part I - A system for predicting cattle requirements and feedstuff utilization. Search: Agriculture. Ithaca, NY: Cornell Univ. Agric. Exp. Sta. n.34. 128p.

FREELAND AP. Ageing ears. In: Freeland AP. Deafness: the facts. New York, Oxford University Press, 17:111-3, 1989.

GAVA, G.J.C. **Compartimentalização do nitrogênio no sistema solo-planta na implantação da semeadura direta no ciclo da cultura do milho**. (Tese de Doutorado). Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 125 p. 2003.

GAVA, G.J.C.; TRIVELIN, P.C.O.; OLIVEIRA, M.W.; HEINRICHS, R.; SILVA, M.A. Balanço do nitrogênio da uréia (15N) no sistema solo-planta na implantação da semeadura direta na cultura do milho. **Bragantia**, v.65, p.477-486, 2006.

GIACOMINI, S.J. **Consortiação de plantas de cobertura no outono/inverno e fornecimento de nitrogênio ao milho em sistema plantio direto**. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 2001. 124p. (Tese de Mestrado)

GOMES, P. F. **Curso de estatística experimental**. 13. ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 468p.

JACKSON, M.L. **Soil chemical analysis**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1958. 498p.

JOHNSON, A.; ROY, I. M. ; MATTHEWS, G. P. ; PATEL, D. An improved simulation of void structure, water retention and hydraulic conductivity in soil with the Pore-Cor three-dimensional network. **European Journal of Soil Science**, v.54, p.477-490. 2003.

JOHNSON, C. K. ; DORAN, J. W. ; DUKE, H. R. ; WIENHOLD, B. J. ; ESKRIDGE, K. M. ; SHANAHAN, J. F. Field-Scale Electrical Conductivity Mapping for Delineating Soil Condition. **Soil Sci Soc Am J**, v.65, n.6, November 1, 2001, p.1829-1837. 2001.

JONES, M. B. & R. G. WOODMANSEE. 1979. **Biogeochemical cycling in annual grassland ecosystems**. Bot. Review, 45 (2): 111-144.

JUNG, W. K., N. R. KITCHEN, K. A. SUDDUTH, R. J. KREMER, AND P. P. MOTAVALLI. Relationship of apparent soil electrical conductivity to claypan soil properties. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 69:883–892. 2005.

KINCHELOE, S.; SPRINGER, R.; LECHNER, W. Global navigation satellite systems (GNSS). **Computers and electronics I agriculture**, New York, v.11, p. 3-21, 1994.

KITCHEN, N.R., SUDDUTH, K.A., DRUMMOND, S.T., 1999. Soil electrical conductivity as a crop productivity measure for claypan soils. **J. Prod. Agric.** 12, 607–617

LANGE, A. **Palhada e nitrogênio afetando propriedades do solo e rendimento do milho em sistema de plantio direto no Cerrado**. 158 p. Tese de Mestrado da Universidade Federal de Lavras, 2002.

LARA CABEZAS, W.A.R.; TRIVELIN, P.C.O.; KORNDÖRFER, G.H.; PEREIRA, S. Balanço da adubação nitrogenada sólida e fluida de cobertura na cultura do milho em sistema plantio direto no Triângulo Mineiro (MG). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, p.363-376, 2000.

LEVERGNE, C.B. Factors determining adoption or non-adoption of precision agriculture by producers across the cotton belt. Thesis Master of Science, Texas A&M University, 72 p., 2004.

LOUÉ, A. Estudo comparativo das exigências minerais de algumas variedades de milho híbrido. **Fertilité**, Paris, **20**:22-32, 1963.

MALAVOLTA, E.; DANTAS, J.P. Nutrição e adubação do milho. In: PATERNIANI, E. (Ed.). **Melhoramento e produção do milho no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1978. p.429- 479.

MAGGIO, M.A. **Acúmulo de massa seca e extração de nutrientes por plantas de milho doce híbrido "tropical"**. Dissertação de Mestrado. IAC.47.2006

McNEILL, J.D. Rapid, accurate mapping of soil salinity by electro magnetic ground conductivity meters. p. 209–229. *In* Advances in measurement of soil physical properties: Bringing theory into practice. SSSA Spec. Publ. 30. SSSA, Madison, WI.1992.

MERTEN, G.H.; MIELNICZUK, J. Distribuição do sistema radicular e dos nutrientes em Latossolo Roxo sob dois sistemas de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.15, p.369-374, 1991.

MOLIN, J. P. **Agricultura de precisão Parte 1: O que é estado da arte em sensoriamento**. v.17, n.2. Jaboticabal: Engenharia Agrícola, dez-1997, p.97-107

MOLIN, J. P., GIMENEZ, L. M., PAULETTI, V. **Electrical conductivity by induction and its correlation with yield crop factors**. Eng. Agríc., Mai/Ago. 2005, vol.25, no.2, p.420-426. ISSN 0100-6916.

MUELLER, T. G.; MIJATOVIC, B.; SEARS, B. G.; PUSULURI, N.; STOMBAUGH, T. S. Soil Electrical Conductivity Map Quality. **Soil Science**, v.169, n.12, p.841-851. 2004.

MUZILLI, O.; LANTMANN, A. F.; PALHANO, J. B.; OLIVEIRA, E. L.; PARRA, M. S.; COSTA, A.; CHAVES, J. C. D.; ZOCOLER, D. C. **Análise de solos: Interpretação e recomendação de calagem e adubação para o Estado do Paraná**. Londrina: IAPAR, 1978. 49p. (Circular IAPAR, 9).

Norte, 2001. p. 5-20.

MUZILLI, O.; OLIVEIRA, E.L.; GERAGE, A.C.; TORNERO, M.T. Adubação nitrogenada em milho no Paraná. III. Influência da recuperação do solo com adubação verde no inverno nas respostas à adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 18:23-7, 1983.

NUNES, U. R.; ANDRADE JÚNIOR, V. C.; SILVA, E. B.; SANTOS, N. F.; COSTA, H. A. O.; FERREIRA, C.A. Covering crops straw production and common bean productivity in no-tillage system. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 6, p. 943-948, 2006.

OLIVEIRA, I. P. de; KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L. P.; BALBINO, L. C.; FARIA, M. P.; MAGNABOSCO, C. de U.; SCARPATI, M. T. V.; PORTES, T. de A.; BUSO, L. H. **Sistema barreirão**: utilização de fosfatagem na recuperação de pastagem degradada. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA–CNPAP, 1998. 27 p. (Circular técnica, 31).

OLIVEIRA, M.W.; TRIVELIN, P.C.O; GAVA, G. J.C.; PENATTI, C.P. Degradação de palhada de cana-de-açúcar. **Scientia Agrícola**, v.56,n.4, p.803-809, 1999.

OLIVEIRA, T. K. DE, G. J. DE CARVALHO & R. N. S. Moraes. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 37 (8): 1079-1087.2000.

PINCELLI, A. L. S. **Desenvolvimento e ensaios de um sistema de mensuração de condutividade elétrica do solo**. Piaracicaba, 2004, 96 f. Dissertação (Mestrado) Escola Superior Luiz de Queiroz. 2004.

PIRES, J. L. F.; CUNHA, G. R. da; PASINATO, A.; FRANÇA, S.; RAMBO, L.PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**.Nobel, Sao Paulo, 550 p, 2002.

PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A.C.; ARMELIN, M.J.A. Qualidade mineral e degradabilidade potencial de adubos verdes conduzidos sobre Latossolos, na região tropical de São Carlos, SP, Brasil. **Revista de Agricultura**, v.77, p.89-102, 2002.

RESENDE, A.V.; SHIRATSUCHI, L.S. (Re)conhecendo a precisão na agricultura. II. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo-RS, p. 40 - 40, 01 set. 2004.

RESENDE, A.V.; SHIRATSUCHI, L.S. (Re)conhecendo a precisão na agricultura: o papel do agricultor.. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo-RS, p. 34 - 34, 01 jan. 2007.

RHOADES, J. D. Salinity: electrical conductivity and total dissolved solids. In: Sparks, D. L. (Ed.) **Methods of Soil Analysis**. Part 3. Chemical Methods. Soil Society of America, Madison, pp. 417-435. 1996. (Soil Sci. Am. Book Ser. No. 5.).

RIBEIRO, A. C.;GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação**. Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. Viçosa, MG, 1999. 359 p.

ROCHA, J.V., LAMPARELLI, R.A.C. Geoprocessamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27, Poços de Caldas. Mecanização e agricultura de precisão. **Anais...**Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1998. p.1-30. 1998.

SÁ, J. C.M. Evolução da matéria orgânica do solo no sistema Plantio Direto. In: IV CURSO SOBRE ASPECTOS BÁSICOS DE FERTILIDADE DE SOLO EM PLANTIO DIRETO. 4, 2001. Ijuí. **Resumos de palestras...** Passo Fundo:Aldeia

SÁ, M. M. F. **Abordagem quantitativa na predição espacial de atributos do solo e geração de zonas de manejo agrícola.** 2001, 117f. Tese (Doutorado) Piracicaba: ESALQ/USP. 2001.

SANGOI, L., ALMEIDA, M.L. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio para a cultura do milho num solo com alto teor de matéria orgânica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n. 1, p.13-24,1994.

SANTOS, H. L.; VASCONCELOS, C. A. Determinação do número de amostras de solo para análise química em diferentes condições de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 11, n. 2 p. 97-100, 1987.

SCHOMBERG, H.H.; STEINER, J.L.; UNGER, P.W. Decomposition and nitrogen dynamics of crop residues: residue quality and water effects. **Soil Science Society of America. Journal**, Madison, v.58, p.372-381, 1994.

SDC – Sítio Duas Cachoeiras. Educação e Agricultura, [S.L.], 1985. Disponível em <http://www.sitioduascachoeiras.com.br/reinos/vegetal/composto.html>. Acess em 12 out.2007.

SHAW, J.N.; MASK, P.L. Crop residue effects on electrical conductivity of Tennessee Valley soils. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.34, p.747-763, 2003.

SHEETS, K.R.; HENDRICKX, J.M.H. Noninvasive soil water content measurement using electromagnetic induction. *Water Resources Research*, v. 31, n. 10, p. 2401-2409. 1995.

SIDIRAS, N., PAVAN, M.A. Influência do sistema de manejo do solo no seu nível de fertilidade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 9, n. 3, p. 249-254, 1985.

SOARES, T.G. **Produção de palhada e reciclagem de nutrientes de leguminosas e gramíneas para implantação de sistema de plantio direto na mesorregião do noroeste Paraense.** Dissertação (Mestrado). Universidade Rural da Amazônia, 53 p. 2006.

SOKAL, R.R. & F.J. ROHLF. 1995. **Biometry: the principles of statistics in biological research.** New York, Freeman, 887p.

SOUZA, E. C. A. de; FERREIRA, M. E. Zinco. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. da (Ed.). **Micronutrientes na agricultura.** Piracicaba: Potafos, 1991. p. 219-242.

SOUZA, S. L. da. **Variabilidade espacial do solo em sistema de manejo.** Porto Alegre: UFRGS, 1992. 162.Tese (Doutorado em ciência do solo) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SPAIN, J. M.; SALINAS, J. G. A reciclagem de nutrientes nas pastagens tropicais. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 16., 1984, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira, 1985. p. 259-299.

- STEIN, A., J. BROUWER, AND J. BOUMA. 1997. Methods for comparing spatial variability patterns of millet yield and soil data. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 61:861–870.
- STEWART, C.M.; MCBRATNEY, A.B. Development of a methodology for the variable-rate application of fertilizer in irrigated cotton fields. INTERNATIONAL CONFERENCE ON PRECISION AGRICULTURE, 5., 2000, Minneapolis. **Proceedings...** Minneapolis: University of Minnesota, 2000. 1 CD-ROM.
- SUDDUTH ET AL., K.A. SUDDUTH, N.R. KITCHEN, W.J. WIEBOLD, W.D. BATCHELOR, G.A. BOLLERO, D.G. BULLOCK, D.E. CLAY, H.L. PALM, F.J. PIERCE, R.T. SCHULER AND K.D. THELEN, Relating apparent electrical conductivity to soil properties across the North-Central USA, **Comp. Electron. Agric.** 46 (2005), pp. 263–283.
- SUDDUTH, K. A.; HUMMEL, J. W.; BIRRELL, S. J. Sensors for site-specific management. In: PIERCE, F. J.; SADLER, E.J. (Ed.). **The state of site-specific management for agriculture**. Madison: ASA: CSSA: SSSA, 1997. p. 69-79.
- TA, C.T.; WEILAND, R.T. Nitrogen partitioning in maize during ear development. **Crop Science**, v.32, p.443-451, 1992.
- TEIXEIRA, L.A.J., TESTA, V.M., MIELNICZUK, J. Nitrogênio do solo, nutrição e rendimento de milho afetados por sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 18, n. 2, p. 207-214, 1994.
- TIAN, G.; KANG, B.T.; BRUSSARD, B.L. Mulching effect of plant residues with chemically contrasting compositions on maize growth and nutrients accumulation. **Plant and Soil**, The Hague, v.153, p.179-187, 1993.
- TOMÉ Jr., J. B. **Manual para interpretação de análise de solo**. Guaíba-RS: Agropecuária, 1997. 247p.
- TRIVELIN, P.C.O.; VICTORIA, R.L.; RODRIGUES, J.C.S. Aproveitamento por soqueira de cana-de-açúcar de final de safra do nitrogênio da aquamônia-¹⁵N e uréia-¹⁵N aplicado ao solo em complemento à vinhaça. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, p. 1375-1385, 1995
- VARGAS, L.R.; SCHOLLS, D. Nitrogênio de biomassa microbiana, em solo sob diferentes sistemas de manejo, estimado por métodos de fumigação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 22: 411 – 7, 1998.
- VASCONCELLOS, C. A., L. M. A. SANS & E. B. PACHECO. Influência da rotação de culturas no sistema radicular do milho e em algumas características químicas de um latossolo vermelho-escuro distrófico da região de Sete Lagoas, MG. In Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 16. Embrapa/ CNPMS. Belo Horizonte, MG. **Anais...** Belo Horizonte, 1986, 99p.
- VASCONCELLOS, C.A; VIANA, M.C.M; FERREIRA, J.J. Acúmulo de matéria seca e de nutrientes em milho cultivado no período inverno-primavera.. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, Brasília, v.33, n.11, p.1835-45, nov.1998.
- WILLIAMS, B.G.; HOEY, D. The use of electromagnetic induction to detect the spatial variability of the salt and clay content of soils. **Australian Journal of Soil Research**, Melbourne, v.25, n.1, p.21-7, 1987.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)