

**ARMAZENAMENTO DE ÁGUA E  
ATRIBUTOS FÍSICOS DE UM LATOSSOLO  
CULTIVADO COM CAFEEIROS EM  
CONVERSÃO PARA O SISTEMA ORGÂNICO**

**RICARDO CARVALHO**

**2007**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da UFLA**

Carvalho, Ricardo.

Armazenamento de água e atributos físicos de um latossolo cultivado com cafeeiros em conversão para o sistema orgânico / Ricardo Carvalho.

– Lavras : UFLA, 2007.

89 p. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2007.

Orientador: Mozart Martins Ferreira.

Bibliografia.

1. Café. 2. Atributos físicos do solo. 3. Armazenamento de água. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 631.43

**RICARDO CARVALHO**

**ARMAZENAMENTO DE ÁGUA E ATRIBUTOS FÍSICOS  
DE UM LATOSSOLO CULTIVADO COM CAFEEIROS  
EM CONVERSÃO PARA O SISTEMA ORGÂNICO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, para obtenção do título de "Mestre".

Orientador

Prof. Dr. Mozart Martins Ferreira

LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2007

**RICARDO CARVALHO**

**ARMAZENAMENTO DE ÁGUA E ATRIBUTOS FÍSICOS  
DE UM LATOSSOLO CULTIVADO COM CAFEIROS  
EM CONVERSÃO PARA O SISTEMA ORGÂNICO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo para obtenção do título de "Mestre".

APROVADA em 1º de agosto de 2007.

Prof. Dr. Carlos Alberto Silva

UFLA

Prof. Dr. Rubens José Guimarães

UFLA

Prof. Dr. Mozart Martins Ferreira  
(Orientador)

LAVRAS  
Minas Gerais - BRASIL

## AGRADECIMENTOS

A Deus e todas as forças superiores que regem este universo infinito aos nossos olhos.

A Ivan, Cristina e vó Tatana, pela amizade, exemplo e companheirismo.

As minhas especiais tias, pelos sábios conselhos, grandes banquetes e culturais prosas de fim de semana.

A tia Jack, Renil, Pedro, Camila e Renata, por me deixarem fazer parte da família.

À Universidade Federal de Lavras, em especial ao Departamento de Ciência do Solo, pelo apoio durante o período de realização dos trabalhos e pela oportunidade de realização do mestrado.

A Capes, pela concessão das bolsas de estudos.

Ao meu orientador, Prof. Mozart Martins Ferreira, pelo apoio, confiança e conhecimentos que contribuíram em grande parte para a minha formação profissional e, sobretudo, pela amizade em todos esses anos de convivência.

À Fábria, pela dedicação e amizade.

Ao Delane e à Dulce, pela amizade e colaboração nos trabalhos realizados no laboratório e no campo.

Ao Pezão, pelo apoio logístico, atualização em assuntos diversos e pelos momentos de descontração.

Aos que, por acaso, passaram pelo laboratório e deram uma “mãozinha”, Thiago, Paula, Adriana, Piero, Bruno, Satoshi e Giovana.

Aos muitos colegas do Departamento de Ciência do Solo, em especial, Cesinha, Fabiana, Leônidas, Fabiano, Michele, César e Giovana, companheiros de estudo e de trabalho.

Ao Roberto, Manuel e Márcia, por todo o apoio na condução dos trabalhos.

Aos professores do DCS/UFLA, por contribuírem para a minha formação profissional.

À equipe do PRODETAB: Vanessa Theodoro, Sttela Veiga, Prof. Rubens, Prof. Daniel, Marcelo Malta, Alex Botelho, Éder e Fábio (Fazenda Baunilha).

A todos que, de uma forma ou de outra, colaboraram para a conclusão do mestrado e que, embora não citados aqui, não deixam de merecer meu profundo agradecimento.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT .....	ii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 Café orgânico.....	3
2.2 Produção de café orgânico como instrumento de desenvolvimento .....	4
2.3 Aspectos sócio-econômicos do cultivo de café orgânico no Brasil.....	6
2.4 Aspectos agronômicos e ambientais do cultivo de café orgânico.....	7
2.5 Matéria orgânica do solo.....	9
2.6 Adubação verde .....	10
2.7 Estercos e resíduos orgânicos .....	11
2.8 Armazenamento de água no solo .....	13
2.9 Técnica de TDR.....	15
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	17
3.1 Localização e caracterização da área.....	17
3.2 Delineamento experimental e descrição dos tratamentos .....	17
3.3 Amostragem de solo .....	20
3.4 Avaliações físicas do solo.....	20
3.5 Avaliação do carbono orgânico total do solo.....	22
3.6 Avaliação do armazenamento de água no solo .....	22
3.7 Análise dos dados .....	23
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
4.1 Carbono orgânico.....	24
4.2 Caracterização dos atributos físicos do solo .....	26
4.3 Armazenamento e disponibilidade de água no solo.....	35
5 CONCLUSÕES .....	39

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40
7 ANEXOS .....	51

## RESUMO

CARVALHO, R. **Armazenamento de água e atributos físicos de um Latossolo cultivado com cafeeiros em conversão para o sistema orgânico.** 2007. 89p. Dissertação (Mestrado Ciências do Solo) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. \*

Diante da falta de informação a respeito do efeito dos insumos utilizados na cafeicultura orgânica sobre as propriedades físico-hídricas do solo, buscou-se, com o presente estudo avaliar o comportamento do armazenamento de água e de alguns atributos físicos do solo sob diferentes sistemas de manejo em uma lavoura cafeeira em conversão para o sistema orgânico. O experimento foi realizado em um Latossolo Vermelho distroférico, nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-15cm, avaliando a interação entre a aplicação de palha de café, adubo verde e resíduos (esterco bovino, EB; cama de aviário, CA; farelo de mamona, FM), utilizados como fertilizantes orgânicos. Foram avaliados ainda quatro tratamentos adicionais. Os valores de carbono orgânico do solo somente se diferenciaram na camada de 0-5cm, em que, o FM proporcionou menor carbono orgânico ao solo, quando comparado com o EB e a CA, estando todos associados à palha de café. A utilização em conjunto do farelo de mamona, da palha de café e do adubo verde se destacou em proporcionar condições ao solo de um melhor armazenamento de água. Os diferentes tratamentos empregados influenciaram positivamente os atributos físicos do solo.

---

\* Orientador: Mozart Martins Ferreira– UFLA.

## ABSTRACT

**CARVALHO, R. Water storage and physical attributes of a Red Latosol grown with coffee plants in conversion to the organic system. 2007.** 89p. Dissertation (Master in Agronomy/Soil Science) – Lavras Federal University, Lavras, MG\*

Due to the lack of information about the effect of inputs used in organic coffee production on the soil physical-hydric properties, it is aimed with the present study to evaluate the behavior of water storage and of some physical attributes of soil under different management systems in conversion to the organic system. The experiment was carried out in a distroferric Red Latosol, in the layers of 0-5, 5-10 and 10-15cm, evaluating the interaction between coffee straw, green manure and residues (cattle manure, EB; poultry litter, CA and castor meal, FM) utilized as organic fertilizers. Four additional treatments were still evaluated. The values of organic carbon of soil only differs in the 0-5 cm layer, FM provide less organic carbon to soil as compared with EB and CA, all being associated to coffee straw. The joint use of castor meal, coffee straw and green manure stood out in providing better water storage conditions to the soil. The different treatments used influenced positively the soil physical attributes.

---

\* Adviser: Mozart Martins Ferreira – UFLA.

## 1 INTRODUÇÃO

A cafeicultura no Sul de Minas Gerais teve seu desenvolvimento facilitado, em grande parte, pelas condições climáticas, que se caracterizam por estação chuvosa de primavera-verão e estação seca de outono-inverno. Esse tipo de regime climático proporciona um suprimento adequado de água no momento de seu desenvolvimento vegetativo, floração e granação de frutos, e um estresse hídrico durante a maturação, que a torna mais uniforme.

Entretanto, a ocorrência de veranicos freqüentes durante a estação chuvosa ou a extensão da estação seca tem limitado a atividade das raízes, dificultando a absorção de água e nutrientes e reduzindo o crescimento da planta e ou a sua produção. Tais comportamentos climáticos tendem a se agravar com o aquecimento global.

A adequada manutenção dos fatores que afetam o armazenamento de água no solo é o mecanismo para se evitar que as adversidades do clima comprometam de forma significativa a lavoura de café. Isso exige conhecimento da relação que há entre as condições edafoclimáticas e os sistemas de manejo sobre o desenvolvimento das culturas.

A cafeicultura orgânica tem como base o estabelecimento do equilíbrio sócio-econômico e ambiental no sistema de produção. Ambientalmente, isso direcionaria para uma maior capacidade de resistência das lavouras às adversidades climáticas. Tal pressuposto se fundamenta, principalmente, na maior resiliência que o aumento da matéria orgânica no solo proporciona, visto que essa fração do solo tem um papel fundamental na avaliação da qualidade do solo, influenciando na formação de agregados e contribuindo para uma melhor estruturação. Estando adequadamente estruturado, esse solo permitirá uma melhor infiltração de água nos períodos em que houver chuva e um maior armazenamento dessa água durante os períodos sem precipitação. Além disso, a

manutenção da cobertura do solo reduz a evaporação, mantendo a água por mais tempo disponível para as raízes das plantas.

Mesmo com plena convicção dos benefícios que a adição de matéria orgânica traz para o solo, um processo de conversão para sistema orgânico não deve basear-se em conhecimentos empíricos ou, mesmo, por resultados extrapolados de regiões com condições de solo, clima e culturais completamente diferentes. Esse processo deve ser planejado e suportado por dados obtidos em trabalhos científicos conduzidos sistematicamente em microrregiões.

Existem muitos materiais utilizados como insumos por cafeicultores orgânicos, como esterco de diversas espécies de animais e com diferentes tipos de alimentação; resíduos vegetais provenientes de indústrias ou da própria fazenda e uma infinidade de espécies de adubos verdes. Na maioria das vezes, esses produtores se restringem a utilizar o material (tipo e quantidade) disponível na propriedade ou próximo a ela.

Diante da falta de informação a respeito do efeito dos insumos utilizados na cafeicultura orgânica sobre as propriedades físico-hídricas do solo, buscou-se, com o presente estudo, avaliar o comportamento do armazenamento de água e de alguns atributos físicos do solo sob diferentes sistemas de manejo em uma lavoura cafeeira em conversão para o sistema orgânico.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Café orgânico

A agricultura orgânica ganha cada vez mais espaço na economia mundial. O segmento de produtos orgânicos tem crescido cerca de 20% ao ano, tanto em países desenvolvidos como em desenvolvimento (ONU, 2003) e é o segmento que mais cresce no setor de alimentos.

Os consumidores, cada vez mais exigentes, têm buscado produtos alimentícios mais saudáveis. Essa demanda de mercado também é acompanhada por uma preocupação com a forma com que o alimento foi produzido, se a mão-de-obra utilizada foi justamente recompensada e se o meio ambiente não foi degradado durante o processo. Uma pesquisa conduzida pela Gallup indica que os consumidores de países como a Índia, Coréia do Sul, Chile e México possuem preocupação ambiental e que estariam dispostos a pagar preços mais altos por produtos, caso o meio ambiente fosse beneficiado (Shams, 1995). O mercado de café acompanha esta tendência. Com isso, tem aumentado significativamente, também em países com menor poder aquisitivo, o consumo de cafés especiais, como o gourmet ou o café orgânico. Os preços desses cafés no mercado nacional e internacional são mais atraentes para os produtores, como consequência de suas características de produção, qualidade e menor oferta.

O café é a segunda cultura orgânica perene mais cultivada no mundo, o que representa uma área superior a 300.000 ha. O seu mercado é dominado pelo México, cultivando aproximadamente 150.000 ha, Peru (onde 30% da produção de café é orgânica), seguido por Indonésia, Uganda, Nicarágua, Colômbia, Guatemala e Brasil são também importantes produtores de café orgânico (Willer & Yussefi, 2007) (Figura 1).

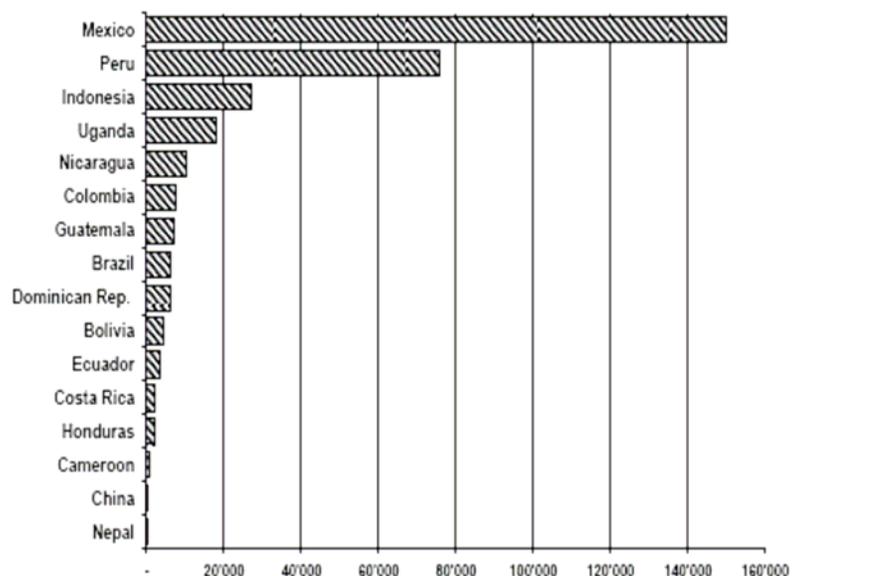


FIGURA 1. Produção de café orgânico (hectares). Fonte: Willer & Yussefi (2007)

## 2.2 Produção de café orgânico como instrumento de desenvolvimento

O termo “orgânico” não significa apenas a realização de adubação orgânica e a não utilização de produtos químicos, mas sim, organismo. É importante, então, que esse organismo seja ecologicamente sustentável, economicamente viável e socialmente justo (Penteado, 2000).

Em países em desenvolvimento, boa parte dos agricultores não possui capital para investir na sua atividade. Dessa forma, esses produtores se tornam pouco competitivos, já que os concorrentes são subsidiados e utilizam alta tecnologia, produzindo em larga escala e, no final da cadeia, o produto de ambos possui o mesmo preço, determinado pelo mercado internacional. O desenvolvimento do nicho orgânico de mercado vem sendo uma alternativa promissora de geração de renda para esses produtores rurais que utilizam a mão-de-obra familiar e poucos insumos externos à sua propriedade.

Produtores mexicanos procuraram unir a forma de cultivar café herdada dos Maias e uma contemporânea política para armazenamento e comercialização de seu café orgânico. Assim, conseguiram benefícios sociais e ambientais, por manter um sistema de produção que, caso fosse modificado, poderia tornar o solo bastante susceptível à erosão, pois tratam-se de áreas com topografia acidentada. É um caso em que as exigências do mercado global estão ajudando a preservar modos de vida tradicionais e não a destruí-los (Hamilton, 2006).

O recente status dos produtos agrícolas orgânicos também tem despertado o interesse de pequenos fazendeiros (áreas de 1 a 3 ha) em países do Leste Africano, como Uganda, Kenya e Tanzânia. Predominantemente, esses produtores se caracterizam por utilizar poucos insumos agrícolas em seu sistema de cultivo e sua produção se baseia em “commodities”, como o café e outros. A agricultura orgânica praticada por esses pequenos produtores, associada a uma comercialização orientada, tem permitido que muitas famílias rurais tenham uma renda segura e uma satisfação pessoal gerada pelo reconhecimento de seu trabalho. Com o aumento da renda, esses agricultores constroem casas melhores, compram roupas e educam seus filhos (Taylor, 2006).

Para alguns produtos agrícolas, incluindo o café, o Vietnam é competitivo internacionalmente, proporcionado principalmente pelo baixo custo de sua produção, que é de aproximadamente US\$650-700 por tonelada de café, enquanto na Índia é de US\$1.412 e na Colômbia, US\$2.118. Entretanto, em algumas províncias montanhosas, como Daclac e Lam Dong, houve tendência a cortes e a destruição de florestas, com o propósito de plantar café. Como consequência, alguns impactos negativos, como a erosão do solo e a exaustão da água subsuperficial, já podem ser notados. A solução buscada para essas regiões é o encorajamento ao cultivo orgânico certificado, pois essa forma de produção viria acompanhada de informações sobre exigências do mercado relacionadas à

qualidade do produto e ao manejo da lavoura, incluindo o manejo integrado do solo, da água, de pragas e doenças (Jha, 2001).

### **2.3 Aspectos sócio-econômicos do cultivo de café orgânico no Brasil**

Há estimativas de que, no Brasil, já se produzam perto de 90 mil sacas/safra de café orgânico, sendo aproximadamente 70%, ou 63 mil sacas, somente no Sul de Minas. Assim, a produção de café orgânico representaria apenas 0,33% da produção total de café no país (Brasil, 2005).

Porém, a cafeicultura orgânica no Brasil, até 2002, mantinha taxas de crescimento próximas a 100% ao ano (Caixeta & Pedini, 2002) e ocupava uma área de 13.000 ha e mais de 419 produtores (Ormond et al., 2002). Entretanto, é preciso investir esforços na produção, aliando qualidade e sustentabilidade sócio-ambiental, garantindo, assim, competitividade nas exportações (Moreira et al., 2002).

Comparando a eficiência econômica da produção de café orgânico com as médias regionais do sistema convencional em Minas Gerais, Harkaly et al. (1997) concluíram que a produtividade dos sistemas orgânicos, de um modo geral, é menor que nos sistemas convencionais. Por outro lado, os gastos efetivamente desembolsados pelo produtor também são menores, devido ao emprego de mão-de-obra familiar e insumos produzidos internamente na propriedade. Os resultados obtidos indicaram viabilidade técnica e econômica dos sistemas orgânicos, quando comparados aos convencionais.

A produção orgânica encontra maior sucesso quando praticada por agricultores familiares, pois surge como saída para a crescente descapitalização do setor, devido à melhora na qualidade de vida dos agricultores, pois a mão-de-obra é da própria família. Com relação ao agricultor empresarial, em função da maior exigência de mão-de-obra contratada no sistema de cultivo orgânico, sua

aplicação se torna menos viável, devido ao aumento no custo de produção (Assis & Romeiro, 2004).

Darolt (2000), analisando o processo de produção de agricultores orgânicos, de diferentes estratos socioeconômicos, da região metropolitana de Curitiba, PR, considerou este como um exemplo de sustentabilidade, concluindo que, à medida que a agricultura orgânica vai se consolidando, existe uma tendência de equilíbrio entre as diferentes dimensões da sustentabilidade. Afirmou-se, ainda, que a conversão para a agricultura orgânica, apesar de ser uma etapa delicada nos primeiros dois anos, proporciona, com o passar do tempo, um impacto favorável na sustentabilidade.

#### **2.4 Aspectos agronômicos e ambientais do cultivo de café orgânico**

As técnicas propostas pela agricultura orgânica baseiam-se na utilização de subprodutos da reciclagem da matéria orgânica vegetal e animal em substituição à adubação química e os agrotóxicos (Grossman, 2003). Grande parte dessas técnicas está sendo aplicada ao cultivo do café, obtendo-se produções satisfatórias, principalmente na região Sul de Minas Gerais, interior de São Paulo e norte do Paraná (Theodoro, 2001).

Cunha & Alvarenga (2003) observaram resposta na formação da lavoura cafeeira, o menor replantio de mudas e o melhor desenvolvimento das plantas (maior altura, diâmetro de copa e vigor), indicando que o sistema orgânico foi superior ao convencional. Esses resultados estão associados à maior umidade do solo no sistema orgânico.

As deficiências hídricas afetarão menos a cafeicultura quando o reservatório de água - os solos - apresentar boas condições físicas, suprindo as plantas de acordo com suas necessidades. Cunha (1995) concluiu que o manejo convencional da cultura do café em Viçosa, estado de Minas Gerais, nas suas

condições de estudo, tem trazido conseqüências negativas às propriedades físicas do solo.

De fato, o solo não é só um substrato para o cultivo de plantas, mas é como uma entidade viva que abriga milhares de habitats de uma miríade de seres diversos, como minhocas, besouros, formigas, nematóides etc., e microrganismos que participam da ciclagem de nutrientes e promovem a formação e a manutenção da macro e microporosidade do solo e de sua estrutura, responsáveis pela aeração, drenagem e armazenamento de água (Santos et al., 2002).

Os insumos utilizados na elevação do teor de matéria orgânica no solo, passíveis de serem utilizados na cafeicultura orgânica são: esterco, compostos, biofertilizantes e resíduos de biomassa vegetal, incluindo os adubos verdes (Ricci et al., 2002). Correlações altamente significativas e diretamente proporcionais entre o teor de matéria orgânica e diversas características químicas e físicas do solo, demonstram que a matéria orgânica é, fundamentalmente, o maior agente de promoção da melhoria das condições de Latossolo Roxo sob cafeeiros (Alcântara, 1997).

Um solo bem estruturado fisicamente, com médio a alto teor de matéria orgânica e nutrientes e uma boa atividade biológica, pode representar os fatores chave para um equilíbrio do agroecossistema e, conseqüentemente, para a saúde das plantas (Ricci et al., 2005).

Analisando sob um âmbito global, a agricultura orgânica também tem um grande potencial em contribuir com a mitigação das emissões de gases de efeito estufa, pois baseia todo o seu sistema agrícola, da produção ao consumo, em princípios ecológicos que privilegiam os ciclos fechados de energia e nutrientes (Borron, 2006). Em 18 anos de estudo, Kotschi & Muller-Samann, 2004, comparando campos fertilizados organicamente versus fertilizados com 8

fertilizantes minerais, verificaram que os sistemas orgânicos seqüestraram de 3 a 8 toneladas a mais de carbono por hectare.

Sistemas de manejo alternativos (conservacionistas), como preparo reduzido do solo ou cultivos orgânicos, têm sido introduzidos como uma maneira de guiar o uso mais sustentável da terra e aumentar o seqüestro de C atmosférico através de solos agrícolas (IPCC, 2000). Dessa forma, verifica-se não somente a melhoria da qualidade dos solos, mas de todo o ambiente, contribuindo para a manutenção do sistema solo-planta-atmosfera.

## **2.5 Matéria orgânica do solo**

A matéria orgânica do solo é composta por vários tipos de materiais orgânicos derivados de plantas e animais, em diferentes estágios de decomposição e de grau de associação com a matriz mineral (Golchin et al., 1997; Christensen, 2001). Também desempenha diversas funções no ambiente, estando ligada a processos fundamentais, como a ciclagem e a retenção de nutrientes, agregação do solo e dinâmica da água, além de ser a fonte básica de energia para a atividade biológica (Roscoe et al., 2006a).

A matéria orgânica do solo é considerada uma das principais fontes de energia e nutrientes ao sistema, capaz de manter a produtividade dos solos em geral. Dentre outros benefícios gerados pela matéria orgânica do solo, destacam-se a melhoria das condições físicas do solo e o fornecimento de energia para o crescimento microbiano (Silva & Resck, 1997), o que resulta em maior ciclagem de nutrientes e aumento da CTC do solo (Paes et al., 1996). Esses e outros benefícios conferem à matéria orgânica do solo um papel fundamental na avaliação da qualidade do solo (Mielniczuk et al., 2003).

A principal característica física do solo afetada pela matéria orgânica é a agregação. A partir do seu efeito sobre a agregação, indiretamente são afetadas

as demais características físicas do solo, como densidade, porosidade, aeração, capacidade de infiltração de água, entre outras, que são fundamentais à capacidade produtiva do solo (Camargo & Santos, 1999; Guerrini & Trigueiro, 2004).

Os estoques de matéria orgânica do solo em qualquer agroecossistema são obtidos pela interação dos fatores que determinam sua formação e aqueles que promovem sua decomposição. A hipótese mais aceita estabelece um declínio no estoque de matéria orgânica após a conversão de florestas nativas em sistemas agrícolas (Houghton et al., 1991). Essa redução pode ser atribuída ao aumento da erosão do solo, aos processos mais acelerados de mineralização e oxidação de carbono orgânico do solo e às menores quantidades de aportes orgânicos em sistemas manejados, comparativamente a florestas nativas.

## **2.6 Adubação verde**

Atualmente, a preocupação com o avanço do processo degradativo instalado em grande parte dos solos brasileiros e com a prevenção da degradação de novas áreas tem conduzido à necessidade do uso de práticas de adição de matéria orgânica ao solo. Entre essas, destaca-se a adubação verde, reconhecida como uma alternativa viável na busca da sustentabilidade dos solos agrícolas (Alcântara et al., 2000).

A inclusão de leguminosas pode representar excelente opção para diversificar sistemas agrícolas intensivos. Essas espécies são capazes de fixar consideráveis quantidades de N do ar, além de acumular na sua biomassa nutrientes originários de locais não acessíveis à cultura principal (Koech & Whitbread, 2000). Em adição aos benefícios químicos, como resultado da introdução de biomassa vegetal, os efeitos nas propriedades físicas e biológicas do solo também merecem ser mencionados. A presença de vegetação cobrindo o

solo reduz o impacto das gotas de chuva, evitando a desagregação e conseqüentemente, a erosão. Essa cobertura vegetal proporciona o aumento da taxa de infiltração de água, da capacidade de retenção de água, da porosidade e da aeração, além de atenuar as oscilações de temperatura, intensificando a atividade biológica (Espíndola et al., 1997; Chaves, 2001).

Comparando diferentes adubos verdes, Alvarenga (1993) concluiu ser o guandu a espécie de maior potencial para penetração de raízes no solo, para maior produção de massa seca e maior imobilização de nutrientes, nas condições por ele estudadas. Essa espécie é citada por Primavesi (2002) como um verdadeiro “subsolador vegetal”. Suas raízes atingem grandes profundidades e é capaz de romper lajes.

O guandu (*Cajanus cajan* L.) é uma leguminosa tropical fixadora de N atmosférico, que se adapta a diferentes condições ambientais. É comumente usada como adubo verde, quebra-ventos, forragem e alimento humano. Trata-se de uma espécie amplamente difundida em pequenos estabelecimentos rurais no Brasil, oferecendo a possibilidade tanto de consumo dos grãos como de comercialização em mercados locais (Alves et al., 2004).

## **2.7 Estercos e resíduos orgânicos**

Com o aumento dos custos da adubação mineral, o agricultor passou a ter uma nova visão sobre a adubação orgânica, dando importância à utilização de esterco que, normalmente, eram descartados na propriedade. Assim, passar a fazer uso desse material como agente modificador das condições físicas e químicas do solo e elevando o nível de fertilidade (Souto et al., 2005).

As vantagens da adubação orgânica são indiscutíveis, trazendo benefícios de ordem física, química e biológica. Os esterco de animais são os mais importantes adubos orgânicos pela sua composição, disponibilidade

relativa e benefícios da aplicação. Sua qualidade varia com o tipo de animal e, principalmente, com o regime alimentar (Vitti et al., 1995).

Os benefícios oriundos do uso de esterco animal podem ser assim elencados: melhorias nas propriedades físicas do solo e no fornecimento de nutrientes; aumento no teor de matéria orgânica, melhorando a infiltração da água e, também, aumentando a capacidade de troca de cátions (Hoffman et al., 2001).

A região Sul de Minas Gerais possui tradição na produção de leite, sendo esse um fator favorável no processo de integração entre a pecuária e a agricultura cafeeira. Afinal, o esterco bovino é um importante fertilizante. Bulluck et al. (2002) afirmam que compostos orgânicos usados como melhoradores alternativos da fertilidade do solo podem resultar em incremento da matéria orgânica e atividade biológica do solo. Esses autores concluíram que, condicionadores orgânicos de solo, como o esterco bovino, podem ser superiores aos fertilizantes sintéticos, por melhorarem os atributos biológicos, físicos e químicos do solo, incrementando a produtividade das plantas.

A escolha do resíduo vegetal a ser utilizado depende da disponibilidade, variando entre as regiões e a cultura na qual se fará seu emprego. Com o crescente interesse por biocombustíveis, o desenvolvimento de usinas de biodiesel pode gerar aumento na oferta de resíduos passíveis de serem utilizados na agricultura. A torta de mamona é um subproduto dessas usinas que possui alto valor agrônômico. Filgueira (2000) cita a torta de mamona e o esterco de galinha como adubos orgânicos ricos em nitrogênio que, quando utilizados, permitem que a adubação nitrogenada possa ser reduzida ou dispensada.

A construção de microusinas de extração de óleo de mamona poderá ser uma ação estruturante de combate à pobreza, que poderá trazer maior retorno do cultivo da mamona aos agricultores, uma vez que o óleo bruto e a torta de

mamona, co-produto associado, têm valor de mercado maior se comparado à venda de mamona em bagas. Além disso, é importante que a torta de mamona retorne para os agricultores familiares, pois é um adubo de excelente qualidade (Andrade et al., 2006).

Atualmente, o principal uso da torta de mamona tem sido como adubo orgânico, pois seu uso como ração animal, apesar de agregar maior valor ao produto, depende de tecnologia para destoxicação e desalergenização em escala industrial que ainda não estão disponíveis (Costa et al., 2004b).

Outro resíduo que apresenta boas qualidades a serem aproveitadas na agricultura é a cama de frango, pois além de ser uma boa fonte de nitrogênio, pode proporcionar efeitos benéficos nas propriedades físicas do solo. Costa (2005) pôde observar a recuperação de alguns atributos físicos de um Latossolo Vermelho, no qual a aplicação da cama de frango reduziu o teor de argila dispersa em água e aumentou o grau de flocculação das argilas.

Porém, os efeitos benéficos dos resíduos de animais nas propriedades físicas do solo podem exigir um longo espaço de tempo para se manifestar, além de depender das características intrínsecas do solo. Solos com boas qualidades físicas, assim como elevados teores de nutrientes, tendem a não responder de forma significativa à aplicação desses resíduos. Espera-se que os efeitos sejam mais evidentes em solos naturalmente pobres e com algum grau de degradação (Mubarak et al., 2003).

## **2.8 Armazenamento de água no solo**

Para crescer adequadamente, a planta precisa possuir uma “economia de água”, tal que a demanda sobre ela pela atmosfera seja balanceada pelo seu abastecimento por parte do solo. O problema é que a demanda por evaporação para a atmosfera é praticamente constante, ao passo que os processos que

adicionam água ao solo, como a chuva, ocorrem apenas ocasionalmente e, geralmente, com irregularidade. Para sobreviver nos intervalos entre períodos sem chuvas, a planta precisa contar com a reserva contida no solo (Reichardt, 1985).

A umidade do solo, ou seja, a quantidade de água armazenada no solo em determinada profundidade, e sua fração disponível para as raízes das plantas, constitui-se em um dos fatores principais para o estudo da resposta da vegetação em condições de estresse hídrico, bem como é importante para estudos de infiltração, de drenagem, de condutividade hidráulica e de irrigação, entre outros. Além disso, essa umidade é determinante nos processos de troca entre o solo e a atmosfera (Rossato, 2001).

Comumente ocorrem alterações nas propriedades físicas do solo associadas ao aumento do conteúdo de matéria orgânica do solo, proporcionado pela aplicação de resíduos (Hill & James, 1995). Assim, tem-se observado que, em sistemas de manejo que prezam a conservação e o incremento da matéria orgânica do solo, os efeitos negativos do estresse hídrico são minimizados.

A matéria orgânica pode reter até 20 vezes a sua massa em água e, quando associada a minerais, formando os chamados complexos organo-minerais, há a formação de unidades estruturais mais estáveis que possibilitam ao solo um aumento no armazenamento e na permeabilidade de água. Portanto, proporciona benefícios diretos e indiretos na capacidade do solo em reter água (Silva & Resck, 1997).

Além do manejo, a granulometria e a constituição do solo influenciam a retenção de água, pois as forças de adsorção dependem, basicamente, da espessura do filme de água que recobre as partículas, a qual varia de acordo com sua superfície específica. Assim, a retenção de água é maior em solos argilosos e com alto teor de matéria orgânica (Silva et al., 2005).

Dependendo do conteúdo de água no solo, as plantas terão maior ou menor facilidade em extrair água e, portanto, de atender às suas necessidades. À medida que o solo seca, torna-se mais difícil para as plantas absorverem água. Isso ocorre porque vai aumentando a força de retenção, enquanto diminui a disponibilidade hídrica no solo. Por isso, nem toda água que o solo consegue armazenar está disponível às plantas (Rossato, 2001).

A capacidade de armazenamento de água disponível às plantas é determinada pela diferença de conteúdo volumétrico de água entre o limite superior e inferior de disponibilidade, considerando-se cada camada do perfil do solo explorado pelo sistema radicular. Dessa forma, a água do solo disponível às plantas é definida para uma combinação particular solo-cultura. As características químicas, físicas e biológicas do solo têm influência direta na quantidade de água disponível às plantas; assim, se houve qualquer restrição física, química ou biológica, em alguma camada do perfil do solo, que altere o desenvolvimento do sistema radicular, a disponibilidade será afetada porque essa água armazenada não pode ser extraída pelas plantas. Na determinação tradicional somente as características físicas do solo são utilizadas na avaliação do armazenamento de água no solo (Santos & Carlesso, 1998).

## **2.9 Técnica de TDR**

O procedimento de medida da constante dielétrica usando reflectometria de domínio no tempo foi introduzido, em 1969, por Fellner-Feldegg, e o uso desse procedimento para a determinação da quantidade de água no solo, por Davis & Chudobiak (1975). Vários estudos posteriores contribuíram para uma melhor compreensão das interações das várias características e propriedades do solo com seu comportamento dielétrico (Hoekstra & Denaley, 1974; Baker & Lascano, 1989).

A medida de umidade volumétrica com o TDR se baseia na determinação da constante dielétrica do solo. Os valores da constante dielétrica dos componentes do solo são de 1 para o ar, de 3 a 7 para as partículas minerais e de 80 para a água. Como o componente que possui a maior influência sobre os valores da constante dielétrica do solo é a água, pode-se estimar a umidade volumétrica do solo em função de sua constante dielétrica (Zegelin et al., 1992).

Todos os analisadores de umidade que funcionam pela TDR disponibilizam meios para se obter a velocidade de propagação do pulso eletromagnético que, juntamente com a velocidade da luz, resulta na constante dielétrica aparente do solo a partir da qual se determina a umidade do solo (Topp et al., 1980; Ledieu et al., 1986; Roth et al., 1990). A constante dielétrica é calculada a partir da medida do tempo que um pulso eletromagnético leva para transitar entre duas hastas metálicas que operam como guias de onda e que são introduzidas no solo. Esse método de medida estabelece que é preciso considerar que o pulso emitido caminhe de uma haste para outra e retorna a posição de partida (Herrmann Jr., 2001).

Atualmente, a técnica de TDR tem se tornado amplamente aceita e mais de dez companhias vendem instrumentos ou componentes para medir o conteúdo de água no solo nela baseados (Topp & Ferré, 2000).

A determinação da umidade do solo de forma precisa, rápida e não destrutiva é de fundamental importância quando se busca eficiência e confiabilidade em estudos que visem qualificar os atributos físicos dos solos e suas relações dinâmicas com a água. A reflectometria do domínio no tempo vem se destacando por apresentar boa precisão, ser um método não destrutivo, repetitivo, pouco sensível às características texturais e estruturais do solo, podendo ser acoplado a dispositivos multiplicadores de leituras (Coelho & Arruda, 2001).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Localização e caracterização da área

O trabalho foi realizado na Fazenda Baunilha, localizada no município de Lavras, MG, a uma altitude de 925 m, nas coordenadas geográficas de 21°13'40" S e 44°57'50" W. A área estudada é de 1,61 ha, cultivada com café no espaçamento de 4 x 0,70 m, variedade Catuaí Amarelo. Em 2004, a lavoura, com 6 anos de idade, foi submetida ao processo de conversão.

O solo foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico, originalmente sob floresta subperenifólia, com relevo suave ondulado. Segundo a classificação de Köppen, o clima enquadra-se no tipo Cwb (mesotérmico com verões brandos e suaves e estiagem de inverno). A temperatura média anual situa-se em torno de 19,3°C, com precipitação média de 1.493mm.

#### 3.2 Delineamento experimental e descrição dos tratamentos

O delineamento experimental foi em látice balanceado 4 x 4, com cinco repetições. Dos dezesseis tratamentos, doze caracterizam um fatorial 2 x 3 x 2, que corresponde a três fontes de resíduo orgânico (esterco bovino, cama de aviário e farelo de mamona) aplicados superficialmente na projeção da copa do cafeeiro, associadas ou não à aplicação da palha de café (2,0 L planta<sup>-1</sup>) e com ou sem adubo verde nas entrelinhas. Os quatro tratamentos adicionais avaliaram o uso do esterco bovino + moinha de carvão + sulfato duplo de potássio e magnésio; a rochagem utilizando a farinha de rocha Itafértil (Tabela 1) na dose 2,08 t ha<sup>-1</sup> (500 g planta<sup>-1</sup>) + farelo de mamona + palha de café; o uso da palha de

café fermentada ( $20,0 \text{ L planta}^{-1}$ ) e do adubo verde feijão-guandu (*Cajanus cajan* L.) plantado nas entrelinhas do cafeeiro (Tabela 2).

TABELA 1. Composição química da farinha de rocha – Itafértil. UFLA, Lavras MG, 2007.

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Al
				%					
44,0	11,8	10,3	0,19	9,6	9,7	1,9	1,9	2,0	3,7
Fe	K	Ca	Mg	Mn	Na	P			
				%					
5,4	1,3	4,3	3,1	0,13	1,0	0,78			
B	Li	Cd	Co	Cr	Cu	Ni	Zn	Pb	
				ppm					
65,0	30,0	<3,0	43,0	134,0	130,0	113,0	73,0	37,0	

Fonte: Agroecologia Hoje (2003), citado em Theodoro, 2006.

Os resíduos orgânicos foram aplicados na superfície do solo, sob a copa do cafeeiro, com ou sem a aplicação de palha de café sobre as fontes de resíduo orgânico e com ou sem adubo verde nas entrelinhas. O cálculo da quantidade de resíduos, utilizados como adubos orgânicos, foi feito de acordo com Furtini Neto et al. (2001), conhecendo-se o teor de nutrientes de cada fertilizante orgânico. Assim, as quantidades utilizadas dos adubos orgânicos foram de 8,5 kg de esterco bovino/planta ( $34,9 \text{ t ha}^{-1}$ ), 2,0 kg de farelo de mamona/planta ( $8,5 \text{ t ha}^{-1}$ ) e 4,2 kg de cama de aviário/planta ( $17,4 \text{ t ha}^{-1}$ ).

A adubação verde foi realizada em janeiro de 2005, com o plantio do feijão-guandu (*Cajanus cajan* L.) nos tratamentos 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 16. O plantio foi feito com matracas nas entrelinhas dos cafeeiros, em quatro linhas com espaçamento de 50,0 cm e na densidade de dez sementes por metro linear (utilizando-se 50% do espaço livre do café de acordo com o espaçamento). O feijão-guandú cresceu na área por três meses e foi roçado mecanicamente em abril de 2005.

O controle de plantas espontâneas nos tratamentos foi realizado com roçadora mecânica periodicamente.

TABELA 2. Tratamentos utilizados na lavoura cafeeira em conversão para o sistema orgânico. UFLA, Lavras-MG, 2007.

Tratamentos (Fatorial 2 x 3 x 2)		
	Fontes de matéria orgânica	Resíduo vegetal
1	Esterco bovino (EB)	Casca de café (PC)
2	Cama de aviário (CA)	Casca de café
3	Farelo de mamona (FM)	Casca de café
4	Esterco bovino	
5	Cama de aviário	
6	Farelo de mamona	
7	Esterco bovino	Casca de café
8	Cama de aviário	Casca de café
9	Farelo de mamona	Casca de café
10	Esterco bovino	
11	Cama de aviário	
12	Farelo de mamona	
Tratamentos adicionais		
13	Esterco bovino + moinha de carvão + sulfato duplo de K e Mg	
14	Farelo de mamona + casca de café + farinha de rocha	
15	Casca de café fermentada	
16	Adubo verde – <i>Cajanus cajan</i>	

### **3.3 Amostragem de solo**

As amostragens para a avaliação dos atributos físicos do solo ocorreram em setembro de 2006. A coleta das amostras deformadas e indeformadas foi feita na projeção da copa do cafeeiro, nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-15cm de profundidade. As amostras deformadas, para a análise de densidade de partículas ( $D_p$ ), de argila dispersa em água, de carbono orgânico total e para a avaliação da retenção de água no solo, foram secas ao ar e peneiradas ( $\varnothing = 2$  mm). As amostras indeformadas de solo foram coletadas com o uso do amostrador de Uhland, em cilindros com dimensões aproximadas de 2,5 cm de altura por 6,3 cm de diâmetro interno. Para as análises de estabilidade de agregados as amostras foram peneiradas em peneira de 8,0 mm e retidas em peneira de malha 4,75mm.

### **3.4 Avaliações físicas do solo**

A densidade de partículas foi determinada pelo método do balão volumétrico (Blake & Hartge, 1986).

Para a determinação da argila dispersa em água, utilizou-se o método da pipeta (Gee & Bauder, 1986), realizando-se a agitação somente com água destilada.

A densidade do solo ( $D_s$ ), a macroporosidade e a microporosidade foram determinadas a partir das amostras indeformadas. A densidade do solo foi determinada (Blake & Hartge, 1986) pelo método do anel volumétrico, sendo obtida pela razão entre a massa da amostra seca a 105-110°C e o volume do cilindro. O volume total de poros foi calculado utilizando-se a relação existente entre a densidade de partículas e a densidade do solo, segundo Danielson & Sutherland (1986). A distribuição de poros por tamanho (macroporosidade e microporosidade) foi realizada utilizando-se a unidade de sucção, composta por

funis de placa porosa, a 60 cm de altura de coluna d'água. A porcentagem de água retida nas amostras, após atingir o equilíbrio, corresponde à microporosidade, sendo a macroporosidade obtida por diferença entre porosidade total e microporosidade (Grohmann, 1960).

Agregados com diâmetro de 4,75 a 8,00 mm foram obtidos por peneiramento do solo, sendo a estabilidade de agregados determinada por meio de peneiramento em água após pré-umedecimento lento por capilaridade (Kemper & Rosenau, 1986). Foram utilizadas peneiras de malhas correspondentes a 2 mm, 1 mm, 0,5 mm, 0,25 mm e 0,105 mm para a separação das classes de tamanho dos agregados. O diâmetro médio geométrico foi calculado com o uso da expressão:

$$DMG = \exp \left[ \frac{\sum (w_i * \ln x_m)}{\sum w_i} \right],$$

em que:

DMG : diâmetro médio geométrico (mm);

$w_i$ : porcentagem de agregados de cada classe de tamanho (%);

$\ln x_m$ : logaritmo natural do diâmetro médio de cada classe de tamanho;

$\sum w_i$ : porcentagem total da amostra (100%).

A retenção de água pelo solo foi realizada utilizando-se amostras de estrutura deformada, as quais foram previamente saturadas com água destilada por 24 horas e colocadas nos respectivos aparelhos (unidade de sucção e extratores de placa porosa de Richards) para a obtenção da umidade às sucções correspondentes a 0,06; 0,1; 0,33 e 15 atm. Após o equilíbrio, as amostras úmidas foram pesadas e procedeu-se à secagem em estufa a 105-110 °C por 24 horas, obtendo-se em seguida, o grau de umidade (umidade gravimétrica), expressando-se os resultados em porcentagem (Freire, 1975).

Para a determinação da água disponível adotou-se o intervalo de umidade que vai da capacidade de campo (0,1 atm) até o ponto de murcha

permanente (15 atm) (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa, 1979).

### **3.5 Avaliação do carbono orgânico total do solo**

A análise do carbono orgânico total do solo foi realizada pelo método de Walkley-Black modificado por Yeomans & Bremner (1988). A preparação do solo para essa análise foi feita utilizando-se amostras de terra fina seca ao ar que, posteriormente, foram maceradas em almofariz e passadas em peneira de 100 mesh. Todas as amostras foram analisadas com triplicatas.

### **3.6 Avaliação do armazenamento de água no solo**

A quantidade de água armazenada pelo solo é determinada pela sua umidade. Como o solo é um “reservatório sem fundo”, quanto maior a profundidade considerada, maior a quantidade de água armazenada. Portanto, a profundidade deve ser definida ao se definir o armazenamento de água no solo.

No período entre 03/08/2007 e 30/08/2007 foram feitas quatro leituras de umidade do solo. O armazenamento de água do solo foi determinado como produto da umidade do solo, medida por um aparelho de TDR (Time Domain Reflectometry), modelo Trase System II, previamente calibrado para o tipo de solo estudado (Carvalho & Ferreira, 2005), e à profundidade de 15 cm, referente ao tamanho da haste de leitura do aparelho.

### **3.7 Análise dos dados**

A análise de variância foi realizada utilizando-se o programa estatístico SAS. Os efeitos de cada variável independente (adubo orgânico, palha de café e adubo verde) e suas respectivas interações foram estimados e testados utilizando-se os desdobramentos apropriados. Os valores médios dos atributos físicos avaliados foram submetidos ao teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Também foram realizados contrastes entre os tratamentos adicionais e os tratamentos do esquema em fatorial por meio da opção “contrast” do proc GLM.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Carbono orgânico

Seja sob o ponto de vista físico, químico ou biológico, a matéria orgânica tem importante papel na manutenção da qualidade do solo. Sobre os atributos físicos do solo, ela exerce influencia direta ou indireta, melhorando a estrutura, aumentando a capacidade de aeração, de infiltração e de retenção de água, permitindo maior penetração e distribuição de raízes.

No presente trabalho, na camada de 0-5 cm de solo, em função dos tratamentos utilizados, os teores médios de carbono orgânico (CO) variaram de 24,9 a 30,0 g kg<sup>-1</sup>. Nas camadas de 5-10 cm e 10-15 cm, os teores variaram de 20,4 a 23,1 g kg<sup>-1</sup> e de 21,8 a 24,8 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente.

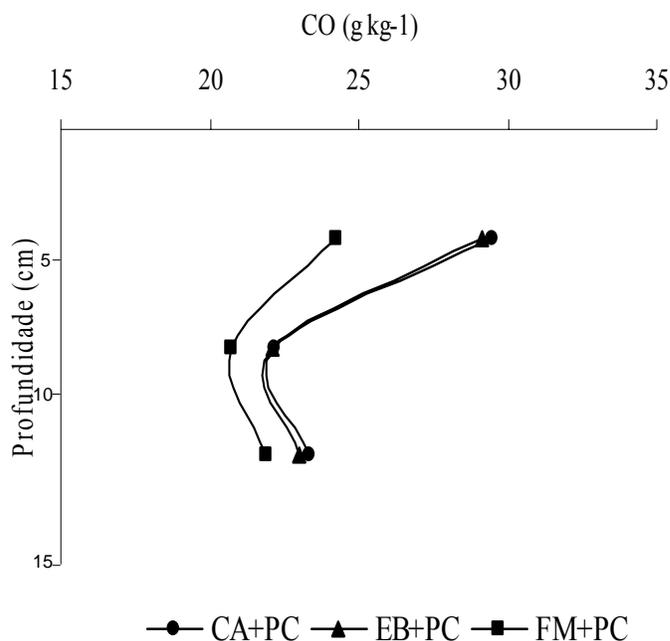


FIGURA 2. Teores de carbono orgânico total nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-15cm de solo submetido à aplicação de diferentes resíduos orgânicos (CA, cama de aviário; EB, esterco bovino; FM, farelo de mamona), associados à palha de café (PC).

Somente houve diferença significativa para os teores de CO na profundidade de 0-5 cm de solo. Dentre os resíduos utilizados em conjunto com a casca de café, o farelo de mamona foi o que proporcionou menor teor de CO ao solo (Figura 2).

Esses resultados sugerem que a mineralização da matéria orgânica ocorreu de forma mais intensa no farelo de mamona, principalmente devido à sua baixa relação C/N, que varia de 6/1 a 10/1 (Embrapa, 2006). O esterco bovino possui relação de 32 partes de carbono para uma de nitrogênio; a casca de arroz e o esterco de aves, que são os principais componentes da cama de frango, possuem relação de 39/1 e 11/1, respectivamente (Kiehl, 1985).

Alguns estudos já demonstraram a rapidez com que a torta de mamona se mineraliza. Segundo Jones (1947), citado por Severino (2005), entre 75% e 100% do nitrogênio da torta de mamona se nitrifica em três meses. Severino et al. (2004) demonstraram que a velocidade de mineralização da torta de mamona é cerca de seis vezes mais rápida que a do esterco bovino e quatorze vezes mais rápida que a do bagaço de cana. É durante esse processo de mineralização que boa parte do carbono é perdida na forma de CO<sub>2</sub>, por meio da respiração microbiana. Outro fator a ser considerado é que o farelo de mamona foi o resíduo aplicado em menor quantidade.

#### **4.2 Caracterização dos atributos físicos do solo**

Nesta parte do trabalho, é feita a discussão individual de cada atributo físico do solo, notadamente dos aspectos ligados a seus comportamentos frente à adição de matéria orgânica proveniente de diversas fontes utilizadas como adubo orgânico.

Com relação à densidade de partículas, na camada de 0-5 cm, os diferentes tratamentos avaliados não influenciaram significativamente esse atributo. Essa camada pode ter sido homogeneizada durante o processo de arruação para a colheita do café.

Na camada de 5-10 cm, a densidade de partículas nos tratamentos que utilizaram a cama de aviário foi inferior em relação aos demais resíduos (Tabela 3).

TABELA 3. Densidade de partículas da camada de 5-10cm de um Latossolo Vermelho distrófico cultivado com cafeeiros submetidos à aplicação de diferentes adubos orgânicos. UFLA, Lavras, MG, 2007.

Resíduo orgânico	Dp
	.....g cm <sup>-3</sup> .....
EB	2,61a
CA	2,58 b
FM	2,61a

CV= 1,09%

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

A baixa densidade da casca de arroz, em torno de 0,12 g cm<sup>-3</sup> a 0,14 g cm<sup>-3</sup> (Amato, 2002), é responsável por esse efeito de redução na densidade de partículas. Nessa profundidade também foi possível observar (tabela 2A) diferença entre o tratamento que utilizou como adubo somente o feijão-guandu (*Cajanus cajan*) e o que utilizou apenas a palha de café fermentada, 2,61 g cm<sup>-3</sup> e 2,57 g cm<sup>-3</sup>, respectivamente.

Por ser uma leguminosa, o feijão-guandu é mais facilmente decomposto que a palha de café, que é mais lignificada. Esses resíduos mais dificilmente decompostos e sem associação com os minerais do solo são chamados de fração leve livre da matéria orgânica e se constituem de materiais de baixa densidade, inferior a 1,8 g cm<sup>-3</sup> (Machado, 2002).

Ao se desdobrar a interação entre adubos verdes e palha de café, foi possível verificar que, na camada mais profunda, 10-15cm, a casca de café, ao ser utilizada em conjunto com o adubo verde, conferiu ao solo uma menor densidade de partículas (Tabela 4). Quando não se utilizou palha de café, não houve diferença entre ter ou não o adubo verde consorciado.

TABELA 4. Densidade de partículas na camada de 10-15 cm, de um Latossolo Vermelho distrófico cultivado com cafeeiros submetidos a diferentes manejos orgânicos, com e sem a presença de adubo verde nas entrelinhas de plantio e da palha de café. UFLA, Lavras, MG, 2007.

Palha de café	Dp
	..... g cm <sup>-3</sup> .....
Com PC: Com AV	2,59b
Com PC: Sem AV	2,63a

CV= 1,61%

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

No que se refere aos valores de argila dispersa em água (ADA), não houve diferença entre os tratamentos, nas camadas 0-5, 5-10 e 10-15. Nota-se, porém, uma baixa dispersão de argila em todos os tratamentos e profundidades, variando de 67 g kg<sup>-1</sup> a 119 g kg<sup>-1</sup>. Estes teores são menores que os encontrados por Martins et al. (2002) em um Latossolo Vermelho distroférico sob mata nativa, *Pinus sp.*, *Hevea brasiliensis* e *Eucalyptus sp.*

Esperava-se, porém, que o aumento da matéria orgânica, principalmente na camada mais superficial, influenciasse a flocculação da argila. Outros autores, como Costa et al. (2004a) e Muller et al. (2001), encontraram relação inversa entre a ADA e o carbono orgânico total, apresentando  $r^2=0,80$  e  $r^2=0,71$ , respectivamente.

Silva et al. (2000) atribuem os elevados índices de flocculação de argila em mata nativa, quando comparado com áreas cultivadas, ao elevado teor de matéria orgânica do solo (MOS) e à sua associação com formas de Fe.

Todos os tratamentos, avaliados nas três profundidades, apresentaram mais de 90% dos agregados com diâmetro superior a 2 mm e com diâmetros médios geométricos (DMG) significativamente iguais, variando de 4,1 a 4,8mm.

Nas camadas superficiais, os Latossolos podem formar macroagregados maiores que 4,0 ou 6,0 mm bastante estáveis (Madari et al., 2005). Em estudos conduzidos em Latossolo Vermelho distrófico, associando a estabilidade dos agregados ao teor de matéria orgânica, Castro Filho et al. (2002) mostraram a capacidade do solo em formar macroagregados, especialmente agregados maiores que 8 mm.

Esses agregados maiores, denominados por Roscoe & Machado (2002) de agregados secundários, são altamente dependentes do manejo, sendo estabilizados por materiais orgânicos transitórios no solo, como os polissacarídeos e as gomas, produzidos pela microbiota. Já os agregados primários são dificilmente afetados pelo manejo, pois são estabilizados pela MOS humificada e por óxidos e hidróxidos de Fe e Al (Roscoe et al., 2006b).

As densidades do solo nos tratamentos que utilizaram diferentes resíduos orgânicos, com e sem a presença da palha de café, na camada de 0-5 cm, são apresentadas na Tabela 5.

Quando associados à aplicação da palha de café, o farelo de mamona conferiu menor densidade ao solo em relação ao esterco bovino. Onde se aplicou a cama de aviário, o solo apresentou densidade intermediária.

TABELA 5. Densidade do solo, na camada de 0-5cm, de um Latossolo Vermelho distrófico cultivado com cafeeiros submetidos à aplicação de diferentes resíduos orgânicos, com e sem a presença da palha de café. UFLA, Lavras, MG, 2007.

Resíduo orgânico	Ds	
	Com PC	Sem PC
	.....g cm <sup>-3</sup> .....	
EB	1,03 a	0,96 a
CA	0,99 ab	0,94 a
FM	0,93 b	0,99 a

CV= 8%

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

A densidade do solo, a porosidade total e a distribuição de poros por tamanho possuem estreita relação entre seus valores. Portanto, como era de se esperar, apresentaram, em muitos tratamentos, comportamento semelhante. Na camada de 5-10 cm, em nenhum desses atributos pôde-se observar diferença significativa entre os tratamentos.

Com relação à densidade do solo na camada de 10-15cm, pôde-se observar que houve interação entre os três fatores estudados (adubo verde, casca de café e resíduos orgânicos). Na Tabela 6 notam-se as médias resultantes do desdobramento dessa interação. Observa-se que, na presença do adubo verde e ausência da palha de café, o farelo de mamona conferiu maior densidade ao solo, quando comparado com o esterco bovino e a cama de aviário.

TABELA 6. Densidade do solo, na camada de 10-15cm, de um Latossolo Vermelho distrófico cultivado com cafeeiros submetidos à aplicação de diferentes resíduos orgânicos, com a presença de adubo verde e sem a presença da palha de café. UFLA, Lavras, MG, 2007.

Resíduo orgânico	DS
	Com AV e Sem PC
	..... g cm <sup>-3</sup> .....
EB	1,02 b
CA	1,08 b
FM	1,15 a

CV= 6,73%

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

Diversos autores relacionam o aumento da matéria orgânica a uma melhor estruturação do solo. Em geral, observa-se que quanto maior o teor de matéria orgânica, maior a resistência desse solo à compactação e ao aumento da sua densidade. Isso foi observado em estudos com um mesmo solo, porém com diferentes teores de matéria orgânica (Aragon et al., 2000; Ball et al., 2000), em estudos com diferentes solos de mesma textura e com teores de matéria orgânica

diferentes (Silva et al., 1986) e em estudos com a adição ao solo de material orgânico semidecomposto (Stone & Ekwue, 1993; Zhang et al., 1997). Segundo esses autores, isso ocorre pelas seguintes razões: efeito amortecedor da matéria orgânica, que resulta em dissipação de parte da energia aplicada; capacidade de retenção da água da matéria orgânica que, ao retê-la junto de suas partículas, impede que a água atue como lubrificante entre as partículas minerais; capacidade da matéria orgânica em estabelecer ligações entre as partículas de solo, aumentando a coesão entre as mesmas e baixa densidade da matéria orgânica, de modo que, ao aumentar o teor de matéria orgânica, diminui a densidade da mistura solo e matéria orgânica.

Apesar das diferenças de densidade do solo entre os tratamentos, não foi observado nenhum valor crítico, principalmente porque, durante os tratamentos culturais, a região de projeção da copa do cafeeiro não está sujeita à ação compactante de máquinas agrícolas. Em nenhum dos tratamentos e profundidades estudados, esse atributo do solo se mostrou com valores acima de  $1,15 \text{ g cm}^{-3}$ . De acordo com Archer & Smith (1972), o limite máximo tolerado da densidade aparente para solos argilosos é de  $1,2 \text{ g cm}^{-3}$ , sendo que solos com densidade aparente acima de  $1,3 \text{ g cm}^{-3}$  apresentam sérias desvantagens quanto à permeabilidade e aeração. Densidade do solo com valor entre  $1,27$  e  $1,57 \text{ g cm}^{-3}$  é restritiva ao crescimento radicular e à infiltração de água no solo (Alvarenga et al., 1996; Corsini & Ferraud, 1999). De maneira geral, o valor de  $1,40 \text{ g cm}^{-3}$  é aceito como limite crítico, que aumenta com o decréscimo do teor de argila do solo (Arshad et al., 1996).

A análise dos resultados do presente estudo demonstrou que a porosidade total para os diferentes tratamentos, nas profundidades de 0-5, 5-10 e 10-15cm, variou de  $0,589$  a  $0,643 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ,  $0,583$  a  $0,628 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$  e  $0,568$  a  $0,608 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ , respectivamente.

Para o volume total de poros calculado, na camada de 0-5cm, houve interação entre a aplicação da palha de café e os diferentes resíduos utilizados. Quando se aplicou palha de café, o farelo de mamona proporcionou maior volume total de poros, o esterco bovino o menor e a cama de aviário apresentou valores intermediários (Tabela 7).

O comportamento da porosidade total do solo nas três profundidades é semelhante ao da densidade do solo pelo fato de o cálculo do volume total de poros ser feito em função da densidade do solo.

TABELA 7. Volume total de poros na camada, de 0-5cm, de um Latossolo Vermelho distrófico cultivado com cafeeiros submetidos à aplicação de diferentes resíduos orgânicos, com e sem a presença da palha de café. UFLA, Lavras, MG, 2007.

Resíduo orgânico	VTP	
	Com PC	Sem PC
	..... m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> .....	
EB	0,597 b	0,630 a
CA	0,611 ab	0,624 a
FM	0,634 a	0,612 a

CV= 4,61%

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

O tratamento 15 (palha de café fermentada) apresentou, na camada de 0-5cm, valor de porosidade total superior ao tratamento 16 (adubo verde), 0,637 e 0,595 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>, respectivamente.

Na camada de 10-15cm, houve interação entre os três fatores estudados, quando se avaliou o volume total de poros. As médias resultantes do desdobramento desta interação encontram-se na Tabela 8. Observa-se que, na presença do adubo verde e na ausência da palha de café, o esterco bovino proporcionou maior porosidade total ao solo seguido pelo uso da cama de aviário. O farelo de mamona conferiu a menor porosidade.

TABELA 8. Volume total de poros na camada de 10-15cm de um Latossolo Vermelho distrófico cultivado com cafeeiros submetidos à aplicação de diferentes resíduos orgânicos, com a presença de adubo verde e sem a presença da palha de café. UFLA, Lavras, MG, 2007.

Resíduo orgânico	VTP
	Com AV e Sem PC
	..... m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> .....
EB	0,613 a
CA	0,588 b
FM	0,562 c
CV= 4,62%	

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Para os valores de macroporosidade, na camada de 0-5cm de solo, somente houve diferença entre os tratamentos adicionais 15 (palha de café fermentada) e 16 (adubo verde), apresentando 0,326 e 0,243 m<sup>3</sup>m<sup>-3</sup>, respectivamente (Figura 3).

Alguns autores relacionam o aumento do carbono orgânico a um aumento da porosidade do solo, principalmente nas camadas superficiais (Campos et al., 1995; Nóbrega, 1999). Grande parte desse fenômeno é atribuída ao aumento da atividade microbiana e às substâncias excretadas por esses microrganismos. Os dados do estudo em questão corroboram com estes autores, já que os teores de carbono orgânico para os tratamentos 15 e 16 foram 26,2 e 24,9 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente.

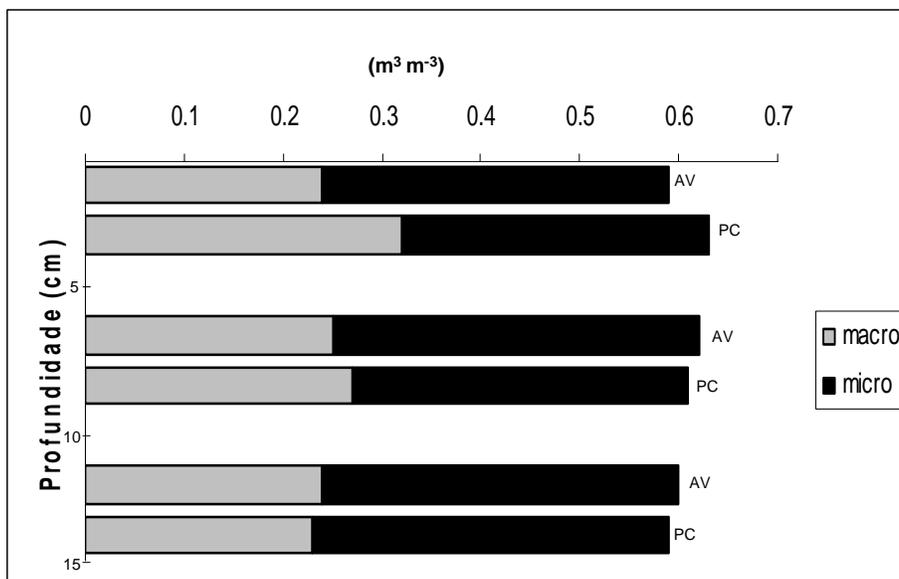


FIGURA 3. Macro e microporosidade nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-15cm de solo submetido à aplicação dos tratamentos 15 (palha de café, PC) e 16 (adubo verde, AV).

Avaliando-se a macroporosidade na camada de 10-15cm, verificou-se a interação entre os resíduos utilizados e a palha de café. Entretanto, não houve diferença entre os resíduos, quando aplicados em conjunto com a palha de café. Houve diferença entre ter ou não aplicado a palha de café associada à cama de aviário. A associação entre a palha de café e a cama de aviário proporcionou  $0,259 \text{ m}^3$  de macroporos para cada  $\text{m}^3$  de solo, valor significativamente superior aos  $0,210 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ , obtidos quando não se aplicou a palha.

Todos os valores de macroporosidade, nos diferentes tratamentos, são considerados adequados para as plantas, em termos de garantia de aeração do sistema radicular (Reynolds et al., 2002), cujo limite crítico é de 10% do volume total de poros. O solo estudado também apresenta macroporosidades sempre próximas ou superiores a alguns Latossolos do Brasil (Ferreira, 1988).

O comportamento dos valores de microporosidade nas três camadas estudadas foi condizente ao dos macroporos (Figura 3). Na camada de 0-5cm, a

microporosidade foi de 0,352 m<sup>3</sup>m<sup>-3</sup> para o tratamento 16 (adubo verde) e 0,311 m<sup>3</sup>m<sup>-3</sup> para o tratamento 15 (palha de café fermentada). Na camada de 10-15cm, quando utilizou a cama de aviário associada à palha de café, o valor de microporosidade foi 0,345 m<sup>3</sup>m<sup>-3</sup> e, quando não usou a palha, o valor foi 0,368 m<sup>3</sup>m<sup>-3</sup>.

### 4.3 Armazenamento e disponibilidade de água no solo

Em se tratando de disponibilidade de água na camada de 0-5 cm de solo, foi possível observar diferença significativa na interação entre os resíduos e a palha de café. Onde não se aplicou a palha de café, o solo que recebeu a aplicação de farelo de mamona obteve uma maior disponibilidade de água, em relação aos tratamentos que utilizaram esterco bovino e cama de aviário. Esses dois últimos não se diferenciaram (Tabela 9).

TABELA 9. Água disponível na camada de 0-5cm de um Latossolo Vermelho distrófico cultivado com cafeeiros submetidos à aplicação de diferentes resíduos orgânicos, com e sem a presença da palha de café. UFLA, Lavras, MG, 2007.

Resíduo orgânico	Água disponível	
	Com PC	Sem PC
	..... m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> .....	
EB	0,125 a	0,105 b
CA	0,126 a	0,119 b
FM	0,118 a	0,138 a

CV= 15,08%

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

Na profundidade de 5-10cm, pode-se observar menor disponibilidade de água no solo que utilizou, em conjunto, a palha de café e o adubo verde (0,113

$\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$ ), em relação ao que usou somente a palha de café ( $0,126 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ). Na camada de 10-15cm de profundidade, não houve diferença entre os tratamentos.

A água disponível, nas três profundidades, variou de 0,104 a  $0,144 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ . Esses valores estão abaixo dos considerados por Reynolds et al. (2002) como ideais, situados entre 0,15 e  $0,20 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ .

A disponibilidade e o armazenamento de água no solo são de vital importância para a economia de água e o suprimento das plantas (Reichardt, 1996). Para as lavouras de café da região Sul de Minas Gerais, o incremento dessas propriedades vem se tornando cada vez mais necessário para que se consiga minimizar os malefícios ocasionados pelos recorrentes veranicos. A Unidade Regional da Emater-MG, em Guaxupé, informou que, na região Sul, no ano de 2006, os prejuízos foram de, aproximadamente, 10%, considerando os ataques de cercosporiose, a mal granação dos frutos, as manchas e outros problemas próprios do veranico que refletiram na renda e na qualidade dos grãos (Minas Gerais, 2006).

Nos diferentes tratamentos e datas de avaliação, observou-se que o armazenamento de água no solo variou de 25,1 a 34,3 mm, na profundidade de 0-15cm (figura 4).

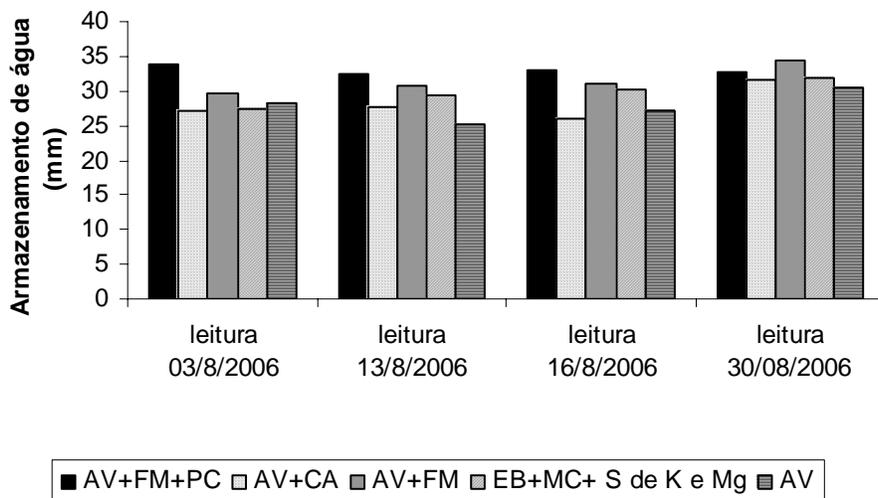


FIGURA 4 Armazenamento de água na camada de 0-15cm de solo nas quatro datas de avaliação. Tratamentos: AV+FM+PC (adubo verde + farelo de mamona + palha de café), AV+CA (adubo verde + cama de aviário), AV+FM (adubo verde + farelo de mamona), EB+MC+S de K e Mg (esterco bovino + moinha de carvão + sulfato duplo de K e Mg) e AV (adubo verde).

As avaliações foram programadas para serem feitas após um longo período de estiagem, no intuito de verificar a capacidade dos diferentes tratamentos em manter no solo com certa quantidade de água, sem suprimento recente pela chuva. Entretanto, a leitura do dia 30/08/2007 foi realizada após uma chuva, tendo, nessa data, ocorrido uma diminuição na amplitude entre os valores de armazenamento dos tratamentos. A chuva proporcionou uma tendência de uniformização do armazenamento de água no solo.

Os armazenamentos de água no solo, calculados a partir das leituras de umidade realizadas no dia 03/08/2007, foram significativamente iguais em todos os tratamentos avaliados.

Nas duas leituras seguintes, realizadas nos dias 13/08/2007 e 16/08/2007, foi possível destacar o efeito da interação entre os três fatores estudados. O armazenamento de água no solo onde se aplicou a cama de aviário associada à palha de café, diferenciou-se por ter ou não utilizado o adubo verde. O plantio do adubo verde proporcionou melhores condições de armazenamento de água, 32,2 mm (13/08/2007) e 32,0 mm (16/08/2007), em relação aos 26,6 mm (13/08/2007 e 16/08/2007) armazenados onde não se utilizou este recurso.

No dia 30/08/2007, o farelo de mamona e o esterco bovino proporcionaram armazenamentos de água no solo superiores à cama de aviário, quando associados com a palha de café e sem a utilização da adubação verde (Tabela 10).

TABELA 10. Armazenamento de água, verificado no dia 30/08/2007, na profundidade de 0-15cm, em um Latossolo Vermelho distrófico cultivado com cafeeiros submetidos à aplicação de diferentes resíduos orgânicos, sem a presença de adubo verde e com a presença da palha de café. UFLA, Lavras, MG, 2007.

Resíduo orgânico	Armazenamento de água	
	Sem AV e Com PC	
	.....	mm .....
EB		32,0 a
CA		28,4 b
FM		34,8 a

CV= 10,21%

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

## 5 CONCLUSÕES

Os diferentes tratamentos empregados influenciam positivamente a agregação e a densidade do solo.

A palha de café proporciona um aumento dos macroporos no solo.

O farelo de mamona é o resíduo que proporciona os menores incrementos de carbono orgânico no solo.

A associação entre a aplicação de farelo de mamona, da palha de café e da adubação verde se destaca por proporcionar condições ao solo de um melhor armazenamento de água.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCÂNTARA, E. de N. **Efeito de diferentes métodos de plantas daninhas na cultura do cafeeiro ( *Coffea arabica* L.) sobre a qualidade de um Latossolo Roxo distrófico**. 1997. 133 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- ALCÂNTARA, F. A.; FURTINI NETO, A. E.; PAULA, M. B.; MESQUITA, H. A.; MUNIZ, J. A. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um Latossolo Vermelho-Escuro Degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 2, 2000.
- ALVARENGA, R. C. **Potencialidades de adubos verdes para conservação e recuperação de solos**. 1993. 112 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- ALVARENGA, R. C.; COSTA, L. M.; MOURA FILHO, W.; REGAZZI, A. J. Crescimento de raízes de leguminosas em camadas de solo compactadas artificialmente. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 20, p. 319-326, 1996.
- ALVES, S. M. C.; ABBOUD, A. C. S.; RIBEIRO, R. L. D.; ALMEIDA, D. L. Balanço do nitrogênio e fósforo em solo com cultivo orgânico de hortaliças após a incorporação de biomassa de guandu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 11, 2004
- AMATO, G. W. Casca: agregando valor ao arroz. In: ENCONTRO DA WAITRO-WORLD ASSOCIATION INDUSTRIAL AND TECHNOLOGICAL RESEARCH ORGANIZATIONS, 2002. Disponível em: <<http://www.irga.rs.gov.br/arquivos>>. Acesso em: 10 abr. 2007.
- ANDRADE, T. C. Q.; TORRES, E. A.; LEMOS, H. B.; MACHADO, G. B. Viabilidade técnica e econômica para implantação de uma micro usina de extração de óleo de mamona. **Bahia Análise & Dados**, Salvador, v. 16, n. 1, p. 133-141, 2006.
- ARAGÓN, A.; GARCÍA, M.G.; FILGUEIRA, R.R.; PACHEPSKY, Y.A.A. Maximum compactibility of Argentine soils from the Proctor test; the relationship with organic carbon and water content. **Soil Tillage Research**, v. 56, p. 197- 204, 2000.

ARCHER, J. R.; SMITH, P.D. The relation between bulk density available water capacity, and air capacity of soils. **Journal of Soil Science**, London, v. 23, n. 4, p. 475-480, 1972.

ARSHAD, M. A.; LOWERY, B.; GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J. W.; JONES, A. J. (Ed.). **Methods for assessing soil quality**. Madison: Soil Science Society of America, 1996. p.123-141. (SSSA Special Publication, 49).

ASSIS, R. L.; ROMEIRO, A. R. Análise do processo de conversão de sistemas de produção de café convencional para orgânico: um estudo de caso. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 143-168, 2004.

BAKER, J.M.; LASCANO, R.J. The spatial sensitivity of time domain reflectometry. **Soil Science**. v.147, n.5, p.378-384, 1989.

BALL, B. C.; CAMPBELL, D. J.; HUNTER, E. A. Soil compactibility in relation to physical and organic properties at 156 sites in UK. **Soil Tillage Research**, v. 57, p. 83-91, 2000.

BLAKE, G. R.; HARTGE, K. H. Particle density. In: \_\_\_\_\_. **Methods of soil analysis**. 2<sup>nd</sup>ed. Madison: American Society of Agronomy, 1986. Pt. 1, p.377 – 382.

BORRON, S. **Building resilience for an unpredictable future**: how organic agriculture can help farmers adapt to climate change. Rome: FAO, 2006. 25 p.

BULLUCK, L. R.; BROSIUS, M. G.; EVANYLO, K.; RISTAINO, J. B. Organic and synthetic fertility amendments influence soil microbial, physical and chemical properties on organic and conventional farms. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 19, n. 2, p. 147-160, 2002.

CAIXETA, I. F.; PEDINI, S. Comercialização do café orgânico. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 214-215, p. 149-152, 2002.

CAMARGO, F. A.; SANTOS, G. A. **Fundamentos da matéria orgânica do solo**. Porto Alegre: Gênese, 1999. 508 p.

CAMPOS, B. C.; REINERT, D. J.; NICOLODI, R. Estabilidade estrutural de um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico após sete anos de rotação de culturas e sistemas de manejo de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 19, p. 121-125, 1995.

CARVALHO, R.; FERREIRA, M. M. Medida da umidade de um Latossolo Vermelho distroférico típico por um equipamento de TDR. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30., 2005, Recife. **Anais...** Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005.

CASTRO FILHO, C.; LOURENÇO, A.; GUIMARÃES, M. de F. FONSECA, I. C. B. Aggregate stability under different management system in a red Latosol in State of Paraná, Brasil. **Soil and Tillage Research, Amsterdam**, v.65, p. 45-51, 2002.

CHAVES, J. C. D. Contribuições adicionais da adubação verde para a lavoura cafeeira. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., Vitória, 2001. **Trabalhos apresentados...** Vitória, ES: Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café/MAA/Embrapa/Incaper, 2001. p. 2440-2448.

CHRISTENSEN, B. T. Physical fractionation of soil and structural and functional complexity in organic matter turnover. **European Journal of Soil Science**, n. 52, p. 345-353, 2001.

COELHO, E. F.; ARRUDA, F. B. Aplicações da técnica de TDR: manejo da água no solo. In: MATSURA, E. E.; JAVAREZ Jr., A.; GOMES, E. P.; SOUZA, C. F. (Ed.). **Aplicações da técnica de TDR na agricultura**. Campinas, SP: UNICAMP/FEAGRI, 2001. p. 129-146.

CORSINI, P. C.; FERRAUDO, A. S. Efeitos de sistemas de cultivo na densidade e macroporosidade do solo e no desenvolvimento radicular do milho em Latossolo Roxo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, p. 289-298, 1999.

COSTA, A. M. **Recuperação física de um Latossolo Vermelho, influenciada pela aplicação de camas de aviário**. 2005.111p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG.

COSTA, F. S.; BAYER, C.; ALBUQUERQUE, J. A.; FONTOURA, S. V. Calagem e as propriedades eletroquímicas e físicas de um latossolo em plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 1, 2004a.

COSTA, F. X.; SEVERINO, L. S.; BELTRÃO, N. E. M.; FREIRE, R. M. M.; LUCENA, A. M. A.; GUIMARÃES, M. M. B. Composição química da torta de mamona. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. **Resumos...** Campina Grande, PB, 2004b.

CUNHA, G. de M. **Estudo comparativo de condições químicas e físicas de um Latossolo Vermelho-Amarelo Álico, de Encosta, sob duas coberturas: café e mata natural.** 1995. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG

CUNHA, R. L.; ALVARENGA, M. I. N. Desenvolvimento e produtividade do cafeeiro orgânico. In: SIMPÓSIO DE CAFÉS DO BRASIL. WORKSHOP INTERNACIONAL DE CAFÉ E SAÚDE, 3., 2003, Porto Seguro, BA. **Anais...** Brasília: Embrapa Café, 2003. p. 406-407.

DANIELSON, R. E.; SUTHERLAND, P. L. Porosity. In: KLUTE, A. (Ed.). **Methods of soil analysis.** 2.ed. Madison: American Society of Agronomy, 1986. p. 443-461.

DAROLT, M. R. **As dimensões da sustentabilidade:** um estudo da agricultura orgânica na região metropolitana de Curitiba, Paraná. 2000. 310 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR. Université Paris, Paris.

DAVIS, J.L.; CHUDOBIAK, W.J. In situ meter for measuring relative permittivity of soils. **Geology Survey of Canada**, p.75-79, 1975.

Brasil. DEPARTAMENTO DE ESTUDOS SÓCIO ECONÔMICOS RURAIS. **Estudo exploratório 03:** cadeia produtiva do café. Curitiba, 2005. 25 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Embrapa Algodão. **Sistemas de Produção 4.** Cultivo da mamona

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. **Manual de métodos de análises de solo.** Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1979.

ESPÍNDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. de. **Adubação verde:** estratégia para uma agricultura sustentável. Seropédica: EMBRAPA, CNPAB, 1997. (Documentos, 42).

FELLNER-FELDEGG, H. The measurements of dielectrics in time domain. **The Journal of Physical Chemistry**, v. 73, n. 3, p. 616-623, 1969.

FERREIRA, M. M. **Influência da fração argila nas propriedades físicas de Latossolos brasileiros.** 1988. 79p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2000. 402 p.

FREIRE, J. C. **Retenção de umidade em perfil oxissol do município de Lavras, MG**. 1975. 76p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

FURTINI NETO, A. E. et al. **Fertilidade do solo**. Lavras: UFLA/FAEPE. 2001. 251p. (Curso de Especialização em Solos e Meio Ambiente).

GEE, G. W.; BAUDER, J. W. Particle size analysis. In: **Methodos of soil analysis**: physical and mineralogical methods. 2<sup>nd</sup>ed. Madison, WI: ASA/SSSA, 1986. Pt. 1. n. 9, p. 383-411. Pt.1,

GOLCHIN, A.; BALDOCK, J. A.; OADES, J. M. A model linking organic matter decomposition, chemistry, and aggregate dynamics. In: LAL, R.; KIMBLE, J. M.; FOLLETT, R. F.; STEWART, B. A. (Ed.). **Soil processes and the carbon cycle**. Boca Raton: CRC, 1997. p. 245-266. (Advances in Soil Science).

GROHMANN, F. Distribuição do tamanho de poros em três tipos de solo do Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 19, p. 319-328, 1960.

GROSSMAN, J. M. Exploring farmer Knowledge of soil process in organic coffee system of Chiapas, México. **Geoderma**, v. 111, p. 267-287, 2003.

GUERRINI, I. A.; TRIGUEIRO, R. M. Atributos físicos e químicos de substratos compostos por biossólidos e casca de arroz carbonizada. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, v. 28, p. 1069-1076, 2004

HAMILTON, R. Ouro maia. **Magazine of the Inter-American Development Bank**, 2006. Disponível em: < <http://www.iadb.org/idbamerica>>. Acesso em: 12 abr. 2007.

HARKALY, A.; CARMO, M. S.; MAGALHÃES, M. M.; PIMENTA, S. Os contornos econômicos do café orgânico brasileiro. **Agricultura Biodinâmica**, Botucatu, v. 14, n. 79, 1997. (Boletim do Instituto Biodinâmico de Desenvolvimento Rural).

HERRMANN Jr., P. S. P. Aspectos básicos da refletometria no domínio do tempo (TDR) e potencialidades de aplicação na física do solo. In: MATSURA,

E. E.; JAVAREZ Jr., A.; GOMES, E. P.; SOUZA, C. F. (Ed). **Aplicações da técnica de TDR na agricultura**. Campinas, SP: UNICAMP/FEAGRI, 2001. p. 37-50.

HILL, R. L.; JAMES, B. R. The influence of waste amendments on soil properties. In: RECHCIGL, J. E. (Ed.). **Soil amendments and environmental quality**. Boca Raton: Lewis, 1995. Cap. 8, p.311-325.

HOEKSTRA, P.; DENALEY, A. Dielectrical properties of soil at UHF and microwave frequencies. **Journal of Geophysics Research**, n. 79, p. 1699-1708, 1974.

HOFFMANN, I.; GERLING, D.; KYIOGWOM, U. B.; MANÉ-BIELFELDT, A. Farmers management strategies to maintain soil fertility in a remote area in northwest Nigeria. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 86, p. 263-275, 2001.

HOUGHTON, R. A.; SKOLE, D. L.; LEFKOWITZ, D. S. Changes in the landscape of Latin America between 1850 and 1985. II Net release of CO<sub>2</sub> to the atmosphere. **Forest, Ecology and Management**, v. 38, p. 173-199, 1991.

IPCC. **Land use, land-use change, and forestry**. Cambridge, UK: Cambridge University, 2000.

JHA, V. **Greening trade in viet nam**. Geneva: Division on Globalization and Development Strategies, 2001.

KEMPER, W. D.; ROSENAU, R. C. Aggregate stability and size distribution. In: KLUTE, A. (Ed.). **Methods of soil analysis**. 2.ed. Madison: American Society of Agronomy, 1986. v. 1, p. 425-442.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492 p.

KOECH, E. K.; WHITBREAD, R. Disease incidence and severity on beans in alleys between leucaena hedgerows in Kenya. **Agroforestry Systems**, v. 49, p. 85-101, 2000.

KOTSCHI, J.; MULLER-SAMANN, K. **The role of organic agriculture in mitigating climate change: a scoping study**. Bonn, Germany: IFOAM, 2004. 64 p.

LEDIEU, J.; DE RIDDER, P.; DE CLERCK, P.; DAUTREBANDE, S. A method for measuring soil water moisture by time-domain reflectometry. **Journal of Hydrology**, v. 88, p. 319-328, 1986.

MACHADO, P. L. O. A. **Fracionamento físico do solo por densidade e granulometria para a quantificação de compartimentos da matéria orgânica do solo**: um procedimento para a estimativa pormenorizada do seqüestro de carbono pelo solo. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2002. 6 p. (Comunicado Técnico, 9).

MADARI, B.; MACHADO, P. L. O. A.; TORRES, E.; ANDRADE, A. G.; VALENCIA, L. I. O. No tillage and crop rotation effects on soil aggregation and organic carbon in a Rhodic Ferralsol from sothern Brazil. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 80, p. 185-200, 2005.

MARTINS, S. G.; SILVA, M. L. N.; CURTI, N.; FERREIRA, M. M. Avaliação de atributos físicos de um Latossolo Vermelho Distroférico sob diferentes povoamentos florestais. **Cerne**, v. 8, n. 1, p. 032-041, 2002

MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BESAN, F. M.; LOVATO, T.; FERNÁNDEZ, F. F.; DEBARBA, L. Manejo de solo e culturas e sua relação com os estoques de carbono e nitrogênio do solo. In: CURTI, N.; MARQUES, J. J.; GUILHERME, L. R. G.; LIMA, J. M.; LOPES, A. S.; ALVAREZ V. V. H. (Ed.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. v. 3. p. 209-248.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Estiagem prejudica safra de café em Minas**, 2006. Disponível em: <<http://www.agricultura.mg.gov.br>>. Acesso em: 10 maio 2006.

MOREIRA, C. F.; MANOEL, R. M.; SEGGES, J. H.; FERNANDES, E. A. N. Avaliação da qualidade do café orgânico produzido sob sombra frente a café orgânico produzido a pleno sol. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS, 28., 2002, Caxambu: **Resumos...** Rio de Janeiro: MAPA: PROCAFÉ, 2002.

MUBARAK, A. R.; ROSENANI, A. B.; ANUAR, A. R.; ZAUYYAH, D. S. Effect of incorporation of crop residues on a maize-groundnut sequence in the humid tropics. II. Soil physical and chemical properties. **Journal of Plant Nutrition**, Madison, v. 26, n. 12, p. 2343-2364, 2003.

MULLER, M. M. L.; GUIMARÃES, M. F.; DESJARDINS, T.; MARTINS, P. F. S. Degradação de Pastagens na Região Amazônica: propriedades físicas do solo e crescimento de raízes **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 11, 2001, p. 1409-1418.

NÓBREGA, J. C. A. **Adição de fosfato e de micorriza, e estabilidade de agregados em amostras de Latossolos cultivados e não cultivados**. 1999. 64p. (Tese de Mestrado) -Universidade Federal de Lavras, Lavras.

ORMOND, J. G. P.; PAULA, S. R. L. de; FAVERET FILHO, P.; ROCHA, L. T. M. da. Agricultura orgânica: quando o passado é futuro. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 15, p. 3-34, 2002.

PAES, J. M. V.; ANDREOLA, F.; BRITO, C. H.; LOUDES, E. G. Decomposição da palha de café em três tipos de solo e sua influência sobre a CTC e o pH. **Revista Ceres**, v. 43, p. 337-392, 1996.

PENTEADO, S. **A produção de café orgânica: normas e técnicas de cultivo**. Campinas: Grafimagem, 2000. 110p.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. São Paulo: Nobel, 2002

REICHARDT, K. **Processos de transferência no sistema solo-planta-atmosfera**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. 445 p.

REICHARDT, K. **Dinâmica da matéria e da energia em ecossistemas**. 2.ed. Piracicaba : USP/ESALQ, Departamento de Física e Meteorologia, 1996. 513 p.

REYNOLDS, W. D.; BOWMAN, B. T.; DRURY, C. F.; TAN, C. S.; LU, X. Indicators of good soil physical quality: density and storage parameters. **Geoderma**, v. 110, p. 131-146, 2002.

RICCI, M. S. F.; ALVES, B. J. R; MIRANDA, S. C.; OLIVEIRA, F. F. Growth Rate and Nutritional Status of an organic Coffee Cropping System. **Scientia Agricola**, v. 62, n. 2, p. 138-144, 2005.

RICCI, M. S. F.; ARAÚJO, M. C. F.; FRANCH, C. M. C. **Cultivo orgânico do café: recomendações técnicas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 101 p.

ROSCOE, R.; BODDEY, R. M.; SALTON, J. C. Sistemas de manejo e matéria orgânica do solo. In: ROSCOE, R.; MERCANTE, F. M.; SALTON, J. C. (Ed.).

**Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas:** modelagem matemática e métodos auxiliares. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006a. 304 p.

ROSCOE, R. ; MADARI, B. E. ; ALMEIDA, P. L. O. Fracionamento físico do solo na obtenção de compartimentos mensuráveis pra uso em simuladores da dinâmica da matéria orgânica. In: ROSCOE, R.; MERCANTE, F. M.; SALTON, J. C. (Ed.). **Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas:** modelagem matemática e métodos auxiliares. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006b. 304 p.

ROSCOE, R.; MACHADO, P. L. O. A. **Fracionamento físico do solo em estudos de matéria orgânica.** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2002. 86p.

ROSSATO, L. **Estimativa da capacidade de armazenamento de água no solo do Brasil.** 2001.145p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – INPE. São José dos Campos, SP.

ROTH, C. H.; SCHULIN, R.; FLUHLER, H.; ATTINGER, W. Calibration of time-domain reflectometry for water content measurement using composite dielectric approach. **Water Resources Research**, v. 26, p. 2267-2273, 1990.

SANTOS, I. C.; LIMA, P. C.; ALCÂNTARA, E. N.; MATTOS, R. N.; MELO, A. V. Manejo de entrelinhas em cafezais orgânicos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 214-215, p. 115-126, 2002.

SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 2, n. 3, p. 287-294, 1998.

SEVERINO, L. S. **O que sabemos sobre a torta de mamona.** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. 131 p. (Documentos, 134).

SEVERINO, L. S.; COSTA, F. X.; BELTRÃO, N. E. M.; LUCENA, A. M. A.; GUIMARÃES, M. M. B. Mineralização da torta de mamona, esterco bovino e bagaço de cana estimada pela respiração microbiana. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 5, n. 1, 2004.

SHAMS, R. Eco-labelling and environmental policy efforts in developing countries. **Intereconomics: Review of International Trade and Development**, 1995.

SILVA, A. P.; LIBARDI, P. L.; CAMARGO, O. A. Influência da compactação nas propriedades físicas de dois Latossolos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 10, p. 91-95, 1986.

SILVA, J. E.; RESCK, D. V. S. Matéria orgânica do solo. In: VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M. (Ed.). **Biologia dos solos dos cerrados**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1997. p.467-524.

SILVA, M. A. S.; MAFRA, A. L.; ALBUQUERQUE, J. A.; BAYE, R. C.; MIELNICZUK, J. Atributos físicos do solo relacionados ao armazenamento de água em um Argissolo Vermelho sob diferentes sistemas de preparo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 544-552, 2005.

SILVA, M. L. N.; CURTI, N.; BLANCANEUX, P. Sistemas de manejo e qualidade estrutural de Latossolo Roxo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 12, 2000.

SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S.; SANTOS, R. V.; ARAÚJO, G. T.; SOUTO, L. S. Decomposição de esterco dispostos em diferentes profundidades em área degradada no semi-árido da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 1, 2005.

STONE, R. J.; EKWUE, E. I. Maximum bulk density achieved during soil compaction as affected by the incorporation of three organic materials. **Trans. American Society Agric. Eng.**, v. 36, p. 1713-1719, 1993.

TAYLOR, A. Overview of the current state of organic agriculture in Kenya, Uganda and the United Republic of Tanzania and the opportunities for regional harmonization, 2006.

THEODORO, V. C. A. **Caracterização de sistemas de produção de café orgânico, em conversão e convencional**. 2001. 214p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

TOPP, G. C.; DAVIS, J. L.; ANNAN, A. Electromagnetic determination of soil water content: Measurement in coaxial transmission lines. **Water Resource Research**, v. 16, p. 576-583, 1980.

TOPP, G. C.; FERRÉ, P. A. Measuring water content in soil using TDR: a state of the art in 1998. In: \_\_\_\_\_. Comparison of soil water measurement using the neutron scattering time domain reflectometry and capacitance methods. Vienna, Austria: International Atomic Energy Agency, 2000. p. 111-124

ONU. **Organic fruit and vegetables from the tropics:** market, certification and production information for producers and international trading companies. In: United Nations Conference on Trade & Development. Geneva, 2003. 308 p.

VITTI, G. C.; HOLANDA, J. S.; SERQUEIRA LUZ, P. H.; HERNANDEZ, F. B. T.; BOARETTO, A. E.; PENTEADO, S. R. Fertirrigação: condições e manejo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21., 1995, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995. p. 195-271

WILLER, H.; YUSSEFI, M. (Ed.). **The world of organic agriculture:** statistics and emerging Trends 2007. Bonn, Switzerland: Germany & Research Institute of Organic Agriculture, International Federation of Organic Agriculture Movements, 2007. 44 p.

YEOMANS, J. C.; BREMNER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Comm. Soil Science Plant Anal.**, v. 19, p. 1467-1476, 1988.

ZEGELIN, S. L.; WHITE, I.; RUSSELL, G. F. A critique of the time-domain reflectometry technique for determining field soil water content. In: TOPP, G. C.; REYNOLDS, W. O.; GREEN, R. E. (Ed.). **Advances in measurements of soil physical properties:** bringing theory into practice. Madison, 1992. p.187-208.

ZHANG, H.; HARTGE, K. H.; RINGE, H. Effectiveness of organic matter incorporation in reducing soil compactability. **Soil Science Society American Journal**, v. 61, p. 239-245, 1997.

## 6 ANEXOS

<b>ANEXO A</b>	<b>PÁGINA</b>
TABELA 1A Resumo da análise de variância para densidade de partículas, para os diferentes tratamentos, na camada de 0-5cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	56
TABELA 2A Resumo da análise de variância para densidade de partículas, para os diferentes tratamentos, na camada de 5-10cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	57
TABELA 3A Resumo da análise de variância para densidade de partículas, para os diferentes tratamentos, na camada de 10-15cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	58
TABELA 4A Resumo da análise de variância do desdobramento de adubo verde, para cada nível de palha de café para densidade de partículas, na camada de 10-15cm. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	58
TABELA 5A Resumo da análise de variância para argila dispersa em água, para os diferentes tratamentos, na camada de 0-5cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	59
TABELA 6A Resumo da análise de variância para argila dispersa em água, para os diferentes tratamentos, na camada de 5-10cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	60
TABELA 7A Resumo da análise de variância para argila dispersa em água, para os diferentes tratamentos, na camada de 10-15cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	61
TABELA 8A Resumo da análise de variância para diâmetro médio geométrico de agregados, para os diferentes tratamentos, na camada de 0-5cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	62

TABELA 9A Resumo da análise de variância para diâmetro médio geométrico de agregados, para os diferentes tratamentos, na camada de 5-10cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	63
TABELA 10A Resumo da análise de variância para diâmetro médio geométrico de agregados, para os diferentes tratamentos, na camada de 10-15cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	64
TABELA 11A Resumo da análise de variância para volume total de poros, para os diferentes tratamentos, na camada de 0-5cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	65
TABELA 12A Resumo da análise de variância do desdobramento de resíduo orgânico para cada nível de palha de café, para volume total de poros, na camada de 0-5cm. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	65
TABELA 13A Resumo da análise de variância para volume total de poros, para os diferentes tratamentos, na camada de 5-10cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	66
TABELA 14A Resumo da análise de variância para volume total de poros, para os diferentes tratamentos, na camada de 10-15cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	67
TABELA 15A Resumo da análise de variância do desdobramento de resíduo orgânico para cada nível de palha de café e adubo verde, para volume total de poros, na camada de 10-15cm. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	67
TABELA 16A Resumo da análise de variância para macroporosidade, para os diferentes tratamentos, na camada de 0-5cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	68
TABELA 17A Resumo da análise de variância para macroporosidade, para os diferentes tratamentos, na camada de 5-10cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	69
TABELA 18A Resumo da análise de variância para macroporosidade, para os diferentes tratamentos, na camada de 10-15cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	70

TABELA 19A Resumo da análise de variância do desdobramento de palha de café para cada nível de resíduo orgânico, para macroporosidade, na camada de 10-15cm. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	70
TABELA 20A Resumo da análise de variância para microporosidade, para os diferentes tratamentos, na camada de 0-5cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	71
TABELA 21A Resumo da análise de variância para microporosidade, para os diferentes tratamentos, na camada de 5-10cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	72
TABELA 22A Resumo da análise de variância para microporosidade, para os diferentes tratamentos, na camada de 10-15cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	73
TABELA 23A Resumo da análise de variância do desdobramento de palha de café para cada nível de resíduo orgânico, para microporosidade, na camada de 10-15cm. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	73
TABELA 24A Resumo da análise de variância para densidade do solo, para os diferentes tratamentos, na camada de 0-5cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	74
TABELA 25A Resumo da análise de variância do desdobramento de resíduo orgânico para cada nível de palha de café, para densidade do solo, na camada de 0-5cm. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	74
TABELA 26A Resumo da análise de variância para densidade do solo, para os diferentes tratamentos, na camada de 5-10cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	75
TABELA 27A Resumo da análise de variância para densidade do solo, para os diferentes tratamentos, na camada de 10-15cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	76
TABELA 28A Resumo da análise de variância do desdobramento de resíduo orgânico para cada nível de palha de café e adubo verde, para densidade do solo, na camada de 10-15cm. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	76

TABELA 29A Resumo da análise de variância para o armazenamento de água do solo, a 15cm de profundidade, para os diferentes tratamentos, no dia 03/08/2007. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	77
TABELA 30A Resumo da análise de variância para o armazenamento de água do solo, a 15cm de profundidade, para os diferentes tratamentos, no dia 13/08/2007. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	78
TABELA 31A Resumo da análise de variância do desdobramento de adubo verde para cada nível de palha de café e de resíduos orgânicos, para o armazenamento de água do dia 13/08/2007. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	78
TABELA 32A Resumo da análise de variância para o armazenamento de água do solo, a 15cm de profundidade, para os diferentes tratamentos, no dia 16/08/2007. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	79
TABELA 33A Resumo da análise de variância do desdobramento de adubo verde para cada nível de palha de café e de resíduos orgânicos, para o armazenamento de água do dia 16/08/2007. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	79
TABELA 34A Resumo da análise de variância para o armazenamento de água do solo, a 15cm de profundidade, para os diferentes tratamentos, no dia 30/08/2007. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	80
TABELA 35A Resumo da análise de variância do desdobramento de resíduos orgânicos para cada nível de palha de café e adubo verde, para o armazenamento de água do dia 30/08/2007. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	80
TABELA 36A Resumo da análise de variância para carbono orgânico total para os diferentes tratamentos, na camada de 0-5cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	81
TABELA 37A Resumo da análise de variância do desdobramento de resíduo orgânico para cada nível de palha de café para carbono orgânico total, na camada de 0-5cm. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	81

TABELA 38A Resumo da análise de variância para carbono orgânico total, para os diferentes tratamentos, na camada de 5-10cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	82
TABELA 39A Resumo da análise de variância para carbono orgânico total, para os diferentes tratamentos, na camada de 10-15cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	83
TABELA 40A Resumo da análise de variância para água disponível para os diferentes tratamentos, na camada de 0-5cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	84
TABELA 41A Resumo da análise de variância do desdobramento de resíduo orgânico para cada nível de palha de café para água disponível, na camada de 0-5cm. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	84
TABELA 42A Resumo da análise de variância para água disponível para os diferentes tratamentos, na camada de 5-10cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	85
TABELA 43A Resumo da análise de variância do desdobramento de adubo verde para cada nível de palha de café para água disponível, na camada de 5-10cm. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	85
TABELA 44A Resumo da análise de variância para água disponível para os diferentes tratamentos, na camada de 10-15cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	86
TABELA 45A Atributos físicos e carbono orgânico de um Latossolo Vermelho dsitrófico sob diferentes tratamentos, na camada de 0-5cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	87
TABELA 46A Atributos físicos e carbono orgânico de um Latossolo Vermelho dsitrófico sob diferentes tratamentos, na camada de 5-10cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	88
TABELA 47A Atributos físicos e carbono orgânico de um Latossolo Vermelho distrófico sob diferentes tratamentos, na camada de 10-15cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	89

TABELA 1A Resumo da análise de variância para densidade de partículas, para os diferentes tratamentos, na camada de 0-5cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Repetição	4	0,00271375
Bloco	15	0,00209875
Tratamentos	(15)	0,00107042
Tratamentos fatoriais vs adicionais	1	0,00027552
13+14 vs 15+16	1	0,00821289
15 vs 16	1	0,00000313
13 vs 14	1	0,00075078
Resíduo	2	0,00352167
Adubo verde	1	0,00006000
Resíduo*adubo verde	2	0,00039500
Palha de café	1	0,00016667
Resíduo*palha de café	2	0,00025167
Adubo verde*palha de café	1	0,00112667
Resíduo*adubo verde*palha de café	2	0,00047167
ERRO	45	0,00273208
CV =2,06%		

\* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 2A Resumo da análise de variância para densidade de partículas, para os diferentes tratamentos, na camada de 5-10cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Repetição	4	0.00203563
Bloco	15	0,00306096
Tratamentos	(15)	0,00144146
Tratamentos fatoriais vs adicionais	1	0,00140833
13+14 vs 15+16	1	0,00030625
15 vs 16	1	0,00427813*
13 vs 14	1	0,00211250
Resíduo	2	0,00662000*
Adubo verde	1	0,00096000
Resíduo*adubo verde	2	0,00122000
Palha de café	1	0,00130667
Resíduo*palha de café	2	0,00164667
Adubo verde*palha de café	1	0,00016667
Resíduo*adubo verde*palha de café	2	0,00066667
ERRO	45	0,00080674
CV=1,09%		

\* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 3A Resumo da análise de variância para densidade de partículas para os diferentes tratamentos, na camada de 10-15cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Repetição	4	0,00425750
Bloco	15	0,00339483
Tratamentos	(15)	0,00120583
Tratamentos fatoriais vs adicionais	1	0,00262552
13+14 vs 15+16	1	0,00000039
15 vs 16	1	0,00065703
13 vs 14	1	0,00000011
Resíduo	2	0,00070167
Adubo verde	1	0,00073500
Resíduo*adubo verde	2	0,00055500
Palha de café	1	0,00028167
Resíduo*palha de café	2	0,00041167
Adubo verde*palha de café	1	0,01441500*
Resíduo*adubo verde*palha de café	2	0,00004500
ERRO	45	0,00176194
CV=1,61%		

\* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 4A Resumo da análise de variância do desdobramento de adubo verde, para cada nível de palha de café, para densidade de partículas, na camada de 10-15cm. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
AV: com palha de café	2	0,01083*
AV: sem palha de café	2	0,00432
ERRO	45	0,001762

\* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 5A Resumo da análise de variância para argila dispersa em água, para os diferentes tratamentos, na camada de 0-5cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Repetição	4	52,45625000
Bloco	15	11,36333330
Tratamentos	(15)	5,66250000
Tratamentos fatoriais vs adicionais	1	4,38020833
13+14 vs 15+16	1	0,56250000
15 vs 16	1	0,43945313
13 vs 14	1	6,79882812
Resíduo	2	1,35416670
Adubo verde	1	8,81666670
Resíduo*adubo verde	2	10,05416670
Palha de café	1	0,41666670
Resíduo*palha de café	2	2,57916670
Adubo verde*palha de café	1	0,15000000
Resíduo*adubo verde*palha de café	2	2,11250000
ERRO	45	9,54722220
CV=39,21%		

\* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 6A Resumo da análise de variância para argila dispersa em água, para os diferentes tratamentos, na camada de 5-10cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Repetição	4	56,42656250
Bloco	15	9,71447920
Tratamentos	(15)	2,26822920
Tratamentos fatoriais vs adicionais	1	3,65755208
13+14 vs 15+16	1	0,00878906
15 vs 16	1	2,97070313
13 vs 14	1	0,03125000
Resíduo	2	0,31666670
Adubo verde	1	0,03750000
Resíduo*adubo verde	2	0,20000000
Palha de café	1	0,00416670
Resíduo*palha de café	2	7,71666670
Adubo verde*palha de café	1	5,70416670
Resíduo*adubo verde*palha de café	2	15,51666670
ERRO	45	10,54392360
CV=36,79%		

\* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 7A Resumo da análise de variância para argila dispersa em água, para os diferentes tratamentos, na camada de 10-15cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Repetição	4	52,95625000
Bloco	15	8,70750000
Tratamentos	(15)	5,94583330
Tratamentos fatoriais vs adicionais	1	5,16796875
13+14 vs 15+16	1	0,61035156
15 vs 16	1	12,18945312
13 vs 14	1	2,82031250
Resíduo	2	3,70416670
Adubo verde	1	10,41666670
Resíduo*adubo verde	2	2,82916670
Palha de café	1	0,60000000
Resíduo*palha de café	2	15,46250000
Adubo verde*palha de café	1	1,06666670
Resíduo*adubo verde*palha de café	2	19,80416670
ERRO	45	7,55694440
CV=32,20%		

\* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 8A Resumo da análise de variância para diâmetro médio geométrico de agregados para os diferentes tratamentos, na camada de 0-5cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Repetição	4	0,17753938
Bloco	15	0,02497921
Tratamentos	(15)	0,02246604
Tratamentos fatoriais vs adicionais	1	0,02925469
13+14 vs 15+16	1	0,00382852
15 vs 16	1	0,03283203
13 vs 14	1	0,00781250
Resíduo	2	0,06594500
Adubo verde	1	0,01040167
Resíduo*adubo verde	2	0,02029167
Palha de café	1	0,00001500
Resíduo*palha de café	2	0,04368500
Adubo verde*palha de café	1	0,00280167
Resíduo*adubo verde*palha de café	2	0,01817167
ERRO	45	0,03498743
CV=4,04%		

\* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 9A Resumo da análise de variância para diâmetro médio geométrico de agregados, para os diferentes tratamentos, na camada de 5-10cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Repetição	4	0,35288750
Bloco	15	0,05150633
Tratamentos	(15)	0,05175667
Tratamentos fatoriais vs adicionais	1	0,01763333
13+14 vs 15+16	1	0,07562500
15 vs 16	1	0,00037813
13 vs 14	1	0,10012812
Resíduo	2	0,02622167
Adubo verde	1	0,07848167
Resíduo*adubo verde	2	0,23297167
Palha de café	1	0,00433500
Resíduo*palha de café	2	0,01813500
Adubo verde*palha de café	1	0,09841500
Resíduo*adubo verde*palha de café	2	0,02574500
ERRO	45	5,60761875
CV=5,22%		

\* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 10A Resumo da análise de variância para diâmetro médio geométrico de agregados, para os diferentes tratamentos, na camada de 10-15cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Repetição	4	0,17491438
Bloco	15	0,02583587
Tratamentos	(15)	0,01978271
Tratamentos fatoriais vs adicionais	1	0,01283802
13+14 vs 15+16	1	0,00382852
15 vs 16	1	0,04689453
13 vs 14	1	0,00500000
Resíduo	2	0,01276167
Adubo verde	1	0,07993500
Resíduo*adubo verde	2	0,00087500
Palha de café	1	0,00001500
Resíduo*palha de café	2	0,05323500
Adubo verde*palha de café	1	0,00000167
Resíduo*adubo verde*palha de café	2	0,01022167
ERRO	45	0,03203743
CV=3,87%		

\* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 11A Resumo da análise de variância para volume total de poros, para os diferentes tratamentos, na camada de 0-5cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Repetição	4	15,81544810
Bloco	15	16,83177530
Tratamentos	(15)	10,36558980
Tratamentos fatoriais vs adicionais	1	0,94921875
13+14 vs 15+16	1	0,00660156
15 vs 16	1	35,59570312*
13 vs 14	1	14,08477812
Resíduo	2	8,97265167
Adubo verde	1	7,13460167
Resíduo*adubo verde	2	8,21123167
Palha de café	1	9,56004167
Resíduo*palha de café	2	34,88997167*
Adubo verde*palha de café	1	37,49341500*
Resíduo*adubo verde*palha de café	2	12,30664500
ERRO	45	8,11461280
CV=4,61%		

\* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 12A Resumo da análise de variância do desdobramento de resíduo orgânico para cada nível de palha de café, para volume total de poros, na camada de 0-5cm. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Resíduo: com palha de café	2	35,210730*
Resíduo: sem palha de café	2	8,651893
ERRO	45	8,1146128

\* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 13A Resumo da análise de variância para volume total de poros para os diferentes tratamentos, na camada de 5-10cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Repetição	4	23,48268120
Bloco	15	17,56873810
Tratamentos	(15)	5,37273370
Tratamentos fatoriais vs adicionais	1	0,65333333
13+14 vs 15+16	1	0,22207656
15 vs 16	1	0,00371953
13 vs 14	1	1,00288203
Resíduo	2	8,67048667
Adubo verde	1	2,00934000
Resíduo*adubo verde	2	9,23616000
Palha de café	1	0,00130667
Resíduo*palha de café	2	18,14050667
Adubo verde*palha de café	1	0,24320667
Resíduo*adubo verde*palha de café	2	7,56700667
ERRO	45	7,47154320
CV=4,57%		

\* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 14A Resumo da análise de variância para volume total de poros, para os diferentes tratamentos, na camada de 10-15cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Repetição	4	1,86973130
Bloco	15	21,56104160
Tratamentos	(15).	5,31440630
Tratamentos fatoriais vs adicionais	1	4,24532552
13+14 vs 15+16	1	0,89894102
15 vs 16	1	1,86486328
13 vs 14	1	5,50290313
Resíduo	2	0,20864000
Adubo verde	1	6,60016667
Resíduo*adubo verde	2	5,52228667
Palha de café	1	8,52774000
Resíduo*palha de café	2	29,31974000*
Adubo verde*palha de café	1	11,54570667
Resíduo*adubo verde*palha de café	2	28,82250667*
ERRO	45	7,44952740
CV=4,62%		

\* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 15A Resumo da análise de variância do desdobramento de resíduo orgânico para cada nível de palha de café e adubo verde, para volume total de poros, na camada de 10-15cm. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Resíduo: com palha de café: com adubo verde	2	17,07585
Resíduo: com palha de café: sem adubo verde	2	3,558287
Resíduo: sem palha de café: com adubo verde	2	31,77842*
Resíduo: sem palha de café: sem adubo verde	2	11,46062
ERRO	45	7,449527

\* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 16A Resumo da análise de variância para macroporosidade, para os diferentes tratamentos, na camada de 0-5cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Repetição	4	25,35357690
Bloco	15	60,18074820
Tratamentos	(15)	27,12354270
Tratamentos fatoriais vs adicionais	1	6,19203330
13+14 vs 15+16	1	1,83263910
15 vs 16	1	136,43455080*
13 vs 14	1	58,87481330
Resíduo	2	32,18744670
Adubo verde	1	8,43000170
Resíduo*adubo verde	2	27,85290670
Palha de café	1	16,13053500
Resíduo*palha de café	2	79,33304000
Adubo verde*palha de café	1	73,32781500
Resíduo*adubo verde*palha de café	2	28,80546000
ERRO	45	30,69860700
CV=19,36%		

\* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 17A Resumo da análise de variância para macroporosidade, para os diferentes tratamentos, na camada de 5-10cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Repetição	4	285,32206100
Bloco	15	248,81213400
Tratamentos	(15)	159,80144300
Tratamentos fatoriais vs adicionais	1	7,90157552
13+14 vs 15+16	1	0,53747227
15 vs 16	1	11,87671953
13 vs 14	1	20,12951250
Resíduo	2	110,24598500
Adubo verde	1	438,42660200
Resíduo*adubo verde	2	288,22830200
Palha de café	1	246,07800200
Resíduo*palha de café	2	101,36266200
Adubo verde*palha de café	1	296,01488200
Resíduo*adubo verde*palha de café	2	129,93413200
ERRO	45	224,15724
CV=56,72%		

\* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 18A Resumo da análise de variância para macroporosidade para os diferentes tratamentos, na camada de 10-15cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Repetição	4	12,43337900
Bloco	15	79,38412000
Tratamentos	(15)	18,18940200
Tratamentos fatoriais vs adicionais	1	4,67500833
13+14 vs 15+16	1	0,13875625
15 vs 16	1	0,9045125
13 vs 14	1	13,88645000
Resíduo	2	4,68522670
Adubo verde	1	6,25974000
Resíduo*adubo verde	2	20,51894000
Palha de café	1	28,87040670
Resíduo*palha de café	2	97,61948670*
Adubo verde*palha de café	1	22,49712670
Resíduo*adubo verde*palha de café	2	96,88680670*
ERRO	45	23,095918
CV=21,00%		

\* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 19A Resumo da análise de variância do desdobramento de palha de café para cada nível de resíduo orgânico para macroporosidade, na camada de 10-15cm. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Palha de café: cama de aviário	1	117,8066*
Palha de café: esterco bovino	1	64,36872
Palha de café: farelo de mamona	1	41,93408
ERRO	45	23,09592

\* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 20A Resumo da análise de variância para microporosidade para os diferentes tratamentos, na camada de 0-5cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Repetição	4	3,11642310
Bloco	15	15,92221510
Tratamentos	(15)	4,95644730
Tratamentos fatoriais vs adicionais	1	2,29906302
13+14 vs 15+16	1	2,02884414
15 vs 16	1	32,59271953*
13 vs 14	1	15,33195312
Resíduo	2	7,49046167
Adubo verde	1	0,05221500
Resíduo*adubo verde	2	6,13203500
Palha de café	1	0,83780167
Resíduo*palha de café	2	9,04996167
Adubo verde*palha de café	1	5,95980167
Resíduo*adubo verde*palha de café	2	3,46112167
ERRO	45	8,09092090
CV=8,57%		

\* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 21A Resumo da análise de variância para microporosidade, para os diferentes tratamentos, na camada de 5-10cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Repetição	4	4,03942380
Bloco	15	17,97619060
Tratamentos	(15)	6,74406130
Tratamentos fatoriais vs adicionais	1	4,00207500
13+14 vs 15+16	1	0,07088906
15 vs 16	1	12,33181953
13 vs 14	1	12,10935078
Resíduo	2	10,81915167
Adubo verde	1	11,30136000
Resíduo*adubo verde	2	0,18975500
Palha de café	1	0,18370667
Resíduo*palha de café	2	13,89437167
Adubo verde*palha de café	1	0,31392667
Resíduo*adubo verde*palha de café	2	7,89576167
ERRO	45	6,40756460
CV=7,24%		

\* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 22A Resumo da análise de variância para microporosidade, para os diferentes tratamentos, na camada de 10-15cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Repetição	4	9,92327690
Bloco	15	20,97472120
Tratamentos	(15)	4,78416440
Tratamentos fatoriais vs adicionais	1	0,01171875
13+14 vs 15+16	1	1,75231406
15 vs 16	1	0,17111250
13 vs 14	1	1,91101250
Resíduo	2	2,95243167
Adubo verde	1	0,00416667
Resíduo*adubo verde	2	4,88188167
Palha de café	1	6,08016667
Resíduo*palha de café	2	20,08006167*
Adubo verde*palha de café	1	1,80960667
Resíduo*adubo verde*palha de café	2	20,28433167*
ERRO	45	5,28214300
Cv=6,36%		

\* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 23A Resumo da análise de variância do desdobramento de palha de café para cada nível de resíduo orgânico, para microporosidade, na camada de 10-15cm. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Palha de café: cama de aviário	1	26,634320*
Palha de café: esterco bovino	1	12,561125
Palha de café: farelo de mamona	1	7,044845
ERRO	45	5,2821430

\* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 24A Resumo da análise de variância para densidade do solo, para os diferentes tratamentos, na camada de 0-5cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Repetição	4	0,00952312
Bloco	15	0,01142029
Tratamentos	(15)	0,00708646
Tratamentos fatoriais vs adicionais	1	0,00125052
13+14 vs 15+16	1	0,00145352
15 vs 16	1	0,02392578
13 vs 14	1	0,01240313
Resíduo	2	0,00906500
Adubo verde	1	0,00384000
Resíduo*adubo verde	2	0,00468500
Palha de café	1	0,00600000
Resíduo*palha de café	2	0,02103500*
Adubo verde*palha de café	1	0,02090667
Resíduo*adubo verde*palha de café	2	0,00872167
ERRO	45	0,00604007
CV=8,00%		

\* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 25A Resumo da análise de variância do desdobramento de resíduo orgânico para cada nível de palha de café para densidade do solo, na camada de 0-5cm. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Resíduo: com palha de café	2	0.02457*
Resíduo: sem palha de café	2	0.00553
ERRO	45	0.00604

\* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 26A Resumo da análise de variância para densidade do solo, para os diferentes tratamentos, na camada de 5-10cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Repetição	4	0,01472312
Bloco	15	0,01323129
Tratamentos	(15)	0,00345479
Tratamentos fatoriais vs adicionais	1	0,00000000
13+14 vs 15+16	1	0,00007656
15 vs 16	1	0,00048828
13 vs 14	1	0,00203203
Resíduo	2	0,00674000
Adubo verde	1	0,00066667
Resíduo*adubo verde	2	0,00700667
Palha de café	1	0,00010667
Resíduo*palha de café	2	0,01250667
Adubo verde*palha de café	1	0,00006000
Resíduo*adubo verde*palha de café	2	0,00672000
ERRO	45	0,55955500
CV=6,91%		

\* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 27A Resumo da análise de variância para densidade do solo, para os diferentes tratamentos, na camada de 10-15cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Repetição	4	0,00139875
Bloco	15	0,01636058
Tratamentos	(15)	0,00286125
Tratamentos fatoriais vs adicionais	1	0,00140833
13+14 vs 15+16	1	0,00056406
15 vs 16	1	0,00017578
13 vs 14	1	0,00371953
Resíduo	2	0,00041167
Adubo verde	1	0,00308167
Resíduo*adubo verde	2	0,00292167
Palha de café	1	0,00468167
Resíduo*palha de café	2	0,02012167*
Adubo verde*palha de café	1	0,00140167
Resíduo*adubo verde*palha de café	2	0,01925167*
ERRO	45	0,00515903
CV=6,71%		

\* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 28A Resumo da análise de variância do desdobramento de resíduo orgânico para cada nível de palha de café e adubo verde para densidade do solo, na camada de 10-15cm. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Resíduo: com palha de café: com adubo verde	2	0,012927
Resíduo: com palha de café: sem adubo verde	2	0,002407
Resíduo: sem palha de café: com adubo verde	2	0,021167*
Resíduo: sem palha de café: sem adubo verde	2	0,006207
ERRO	45	0,005159

\* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 29A Resumo da análise de variância para o armazenamento de água do solo, a 15cm de profundidade, para os diferentes tratamentos, no dia 03/08/2007. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Repetição	4	32,45000000
Bloco	15	36,34000000
Tratamentos	(15)	12,40000000
Tratamentos fatoriais vs adicionais	1	27,75520833
13+14 vs 15+16	1	1,12890625
15 vs 16	1	1,32031250
13 vs 14	1	30,03125000
Resíduo	2	12,31666670
Adubo verde	1	1,06666670
Resíduo*adubo verde	2	20,41666670
Palha de café	1	0,06666670
Resíduo*palha de café	2	1,81666670
Adubo verde*palha de café	1	24,06666670
Resíduo*adubo verde*palha de café	2	26,11666670
ERRO	45	16,21111100
CV=13,34%		

\* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 30A Resumo da análise de variância para o armazenamento de água do solo, a 15cm de profundidade, para os diferentes tratamentos, no dia 13/08/2007. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Repetição	4	21,75000000
Bloco	15	32,94000000
Tratamentos	(15)	13,81666670
Tratamentos fatoriais vs adicionais	1	19,38020833
13+14 vs 15+16	1	38,28515625
15 vs 16	1	21,12500000
13 vs 14	1	1,75781250
Resíduo	2	13,81666670
Adubo verde	1	5,40000000
Resíduo*adubo verde	2	14,55000000
Palha de café	1	19,26666670
Resíduo*palha de café	2	1,81666670
Adubo verde*palha de café	1	3,26666670
Resíduo*adubo verde*palha de café	2	53,01666670*
ERRO	45	14,67777800
CV=13,13%		

\* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 31A Resumo da análise de variância do desdobramento de adubo verde para cada nível de palha de café e de resíduos orgânicos para o armazenamento de água do dia 13/08/2007. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Adubo verde: cama de aviário: com palha de café	1	78,4*
Adubo verde: cama de aviário: sem palha de café	1	6,4
Adubo verde: esterco bovino: com palha de café	1	0,9
Adubo verde: esterco bovino: sem palha de café	1	10
Adubo verde: farelo de mamona: com palha de café	1	8,1
Adubo verde: farelo de mamona: sem palha de café	1	40
ERRO	45	14,67778

\* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 32A Resumo da análise de variância para o armazenamento de água do solo, a 15cm de profundidade, para os diferentes tratamentos, no dia 16/08/2007. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Repetição	4	20,29375000
Bloco	15	42,56041670
Tratamentos	(15)	14,06875000
Tratamentos fatoriais vs adicionais	1	15,18750000
13+14 vs 15+16	1	18,06250000
15 vs 16	1	1,32031250
13 vs 14	1	4,13281250
Resíduo	2	23,21666667
Adubo verde	1	4,26666667
Resíduo*adubo verde	2	17,61666667
Palha de café	1	1,06666667
Resíduo*palha de café	2	6,71666667
Adubo verde*palha de café	1	38,40000000
Resíduo*adubo verde*palha de café	2	36,05000000*
ERRO	45	12,38263900
CV=11,97%		

\* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 33A Resumo da análise de variância do desdobramento de adubo verde para cada nível de palha de café e de resíduos orgânicos, para o armazenamento de água do dia 16/08/2007. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Adubo verde: cama de aviário: com palha de café	1	72,9*
Adubo verde: cama de aviário: sem palha de café	1	32,4
Adubo verde: esterco bovino: com palha de café	1	0,4
Adubo verde: esterco bovino: sem palha de café	1	16,9
Adubo verde: farelo de mamona: com palha de café	1	4,9
Adubo verde: farelo de mamona: sem palha de café	1	22,5
ERRO	45	12,382639

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F

TABELA 34A Resumo da análise de variância para o armazenamento de água do solo, a 15cm de profundidade, para os diferentes tratamentos, no dia 30/08/2007 . UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Repetição	4	40,98125000
Bloco	15	39,12125000
Tratamentos	(15)	4,28958330
Tratamentos fatoriais vs adicionais	1	12,50520833
13+14 vs 15+16	1	4,78515625
15 vs 16	1	3,12500000
13 vs 14	1	0,38281250
Resíduo	2	9,26666670
Adubo Verde	1	17,06666670
Resíduo*Adubo verde	2	2,46666670
Palha de café	1	1,06666670
Resíduo*Palha de café	2	14,06666670
Adubo verde*Palha de café	1	0,06666670
Resíduo*Adubo verde*Palha de café	2	54,46666670*
ERRO	45	10,88125000
CV=10,21%		

\* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 35A Resumo da análise de variância do desdobramento de resíduos orgânicos para cada nível de palha de café e adubo verde para o armazenamento de água do dia 30/08/2007. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Resíduo: com palha de café: com adubo verde	2	5,066667
Resíduo: com palha de café: sem adubo verde	2	51,466667*
Resíduo: sem palha de café: com adubo verde	2	9,866667
Resíduo: sem palha de café: sem adubo verde	2	13,866667
ERRO	45	10,88125

\* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 36A Resumo da análise de variância para carbono orgânico total para os diferentes tratamentos, na camada de 0-5cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Repetição	4	0,76234812
Bloco	15	0,29624763
Tratamentos	(15)	0,11688146
Tratamentos fatoriais vs adicionais	1	0,81901875*
13+14 vs 15+16	1	0,02066406
15 vs 16	1	0,02940312
13 vs 14	1	0,08611250
Resíduo	2	0,57911167*
Adubo verde	1	0,00416667
Resíduo*adubo verde	2	0,02305167
Palha de café	1	0,24320667
Resíduo*palha de café	2	0,39495167*
Adubo verde*palha de café	1	0,38720667
Resíduo*adubo verde*palha de café	2	0,00613167
ERRO	45	0,10151674
CV=11,44%		

\* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 37A Resumo da análise de variância do desdobramento de resíduo orgânico para cada nível de palha de café para carbono orgânico total, na camada de 0-5cm. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Resíduo: com palha de café	2	0,842903*
Resíduo: sem palha de café	2	0,13116
ERRO	45	0,101517

\* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 38A Resumo da análise de variância para carbono orgânico total para os diferentes tratamentos, na camada de 5-10cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Repetição	4	0,79809875
Bloco	15	0,14975808
Tratamentos	(15)	0,01923042
Tratamentos fatoriais vs adicionais	1	0,02731302
13+14 vs 15+16	1	0,01089414
15 vs 16	1	0,02475312
13 vs 14	1	0,01300078
Resíduo	2	0,04654167
Adubo verde	1	0,00450667
Resíduo*adubo verde	2	0,03836167
Palha de café	1	0,00112667
Resíduo*palha de café	2	0,03248167
Adubo verde*palha de café	1	0,00322667
Resíduo*adubo verde*palha de café	2	0,01426167
ERRO	45	0,02981319
CV=8,01%		

\* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 39A Resumo da análise de variância para carbono orgânico total para os diferentes tratamentos, na camada de 10-15cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Repetição	4	0,33817063
Bloco	15	0,16873612
Tratamentos	(15)	0,03033063
Tratamentos fatoriais vs adicionais	1	0,01920000
13+14 vs 15+16	1	0,02480625
15 vs 16	1	0,05527812
13 vs 14	1	0,00112813
Resíduo	2	0,09047167
Adubo verde	1	0,02860167
Resíduo*adubo verde	2	0,08838167
Palha de café	1	0,00620167
Resíduo*palha de café	2	0,00113167
Adubo verde*palha de café	1	0,00337500
Resíduo*adubo verde*palha de café	2	0,16089500
ERRO	45	0,05678035
CV=10,53%		

\* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 40A Resumo da análise de variância para água disponível para os diferentes tratamentos, na camada de 0-5cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Repetição	4	0,00081470
Bloco	15	0,00070613
Tratamentos	(15)	0,00031366
Tratamentos fatoriais vs adicionais	1	0,00000352
13+14 vs 15+16	1	0,00001702
15 vs 16	1	0,00028203
13 vs 14	1	0,00057800
Resíduo	2	0,00084202
Adubo verde	1	0,00011207
Resíduo*adubo verde	2	0,00069302
Palha de café	1	0,00007707
Resíduo*palha de café	2	0,00201822*
Adubo verde*palha de café	1	0,00082140
Resíduo*adubo verde*palha de café	2	0,00012255
ERRO	45	0,00033353
CV=15,08%		

\* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 41A Resumo da análise de variância do desdobramento de resíduo orgânico para cada nível de palha de café para água disponível, na camada de 0-5cm. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Resíduo: com palha de café	2	0,000175
Resíduo: sem palha de café	2	0,002685*
ERRO	45	0,00033353

\* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 42A Resumo da análise de variância para água disponível para os diferentes tratamentos, na camada de 5-10cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Repetição	4	0,00098982
Bloco	15	0,00112587
Tratamentos	(15)	0,00025257
Tratamentos fatoriais vs adicionais	1	0,00035208
13+14 vs 15+16	1	0,00004064
15 vs 16	1	0,00104082
13 vs 14	1	0,00015976
Resíduo	2	0,00020382
Adubo verde	1	0,00020907
Resíduo*adubo verde	2	0,00010672
Palha de café	1	0,00002160
Resíduo*palha de café	2	0,00018765
Adubo verde*palha de café	1	0,00144060*
Resíduo*adubo verde*palha de café	2	0,00080555
ERRO	45	0,00030553
CV=14,49%		

\* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 43A Resumo da análise de variância do desdobramento de adubo verde para cada nível de palha de café para água disponível, na camada de 5-10cm. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Adubo verde: com palha de café	2	0,001374*
Adubo verde: sem palha de café	2	0,000276
ERRO	45	0,00030553

\* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 44A Resumo da análise de variância para água disponível para os diferentes tratamentos, na camada de 10-15cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Repetição	4	0,00059769
Bloco	15	0,00117066
Tratamentos	(15)	0,00042695
Tratamentos fatoriais vs adicionais	1	0,00003251
13+14 vs 15+16	1	0,00007547
15 vs 16	1	0,00054863
13 vs 14	1	0,00035112
Resíduo	2	0,00014372
Adubo verde	1	0,00108375
Resíduo*adubo verde	2	0,00019955
Palha de café	1	0,00002042
Resíduo*palha de café	2	0,00090382
Adubo verde*palha de café	1	0,00005802
Resíduo*adubo verde*palha de café	2	0,00125852
ERRO	45	0,0004256
CV=16,858		

\* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 45A Atributos físicos e carbono orgânico de um Latossolo Vermelho distrófico sob diferentes tratamentos, na camada de 0-5cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.

Tratamentos	Dp	ADA	CO	DMG	Ds	VTP	Macroporos	Microporos
	g cm <sup>-3</sup>	g kg <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>	mm	g cm <sup>-3</sup>	m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>	m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>	m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>
1	2,52	77	30,0	4,8	0,97	0,615	0,281	0,334
2	2,53	95	29,9	4,6	0,98	0,613	0,281	0,332
3	2,56	74	26,4	4,6	0,91	0,643	0,327	0,317
4	2,55	77	29,0	4,7	1,00	0,609	0,273	0,336
5	2,54	98	28,9	4,5	0,92	0,634	0,312	0,322
6	2,54	98	27,3	4,6	0,98	0,614	0,278	0,336
7	2,55	67	29,7	4,8	1,05	0,589	0,247	0,342
8	2,52	54	28,1	4,7	1,02	0,598	0,266	0,332
9	2,54	97	26,1	4,6	0,94	0,632	0,301	0,331
10	2,55	78	29,5	4,6	0,96	0,625	0,290	0,335
11	2,54	91	28,2	4,7	0,94	0,629	0,301	0,328
12	2,53	73	28,8	4,7	0,95	0,622	0,299	0,324
13	2,53	67	29,2	4,6	1,00	0,603	0,250	0,352
14	2,51	85	27,3	4,5	0,93	0,629	0,305	0,325
15	2,57	70	26,1	4,7	0,93	0,637	0,325	0,311
16	2,57	75	24,9	4,5	1,94	0,595	0,243	0,352

TABELA 46A Atributos físicos e carbono orgânico de um Latossolo Vermelho distrófico sob diferentes tratamentos, na camada de 5-10cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.

Tratamentos	Dp	ADA	CO	DMG	Ds	VTP	Macroporos	Microporos
	g cm <sup>-3</sup>	g kg <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>	mm	g cm <sup>-3</sup>	m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>	m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>	m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>
1	2,60	80	23,1	4,4	1,07	0,587	0,247	0,256
2	2,57	94	21,5	4,5	1,03	0,599	0,261	0,353
3	2,58	79	21,7	4,5	1,04	0,596	0,266	0,345
4	2,62	95	21,3	4,5	1,07	0,592	0,259	0,348
5	2,58	90	22,9	4,7	1,06	0,591	0,171	0,357
6	2,60	87	21,3	4,6	1,01	0,610	0,206	0,391
7	2,62	90	21,2	4,6	1,09	0,584	0,465	0,369
8	2,60	94	21,4	4,3	1,02	0,610	0,219	0,329
9	2,61	88	20,7	4,6	1,02	0,608	0,275	0,349
10	2,58	77	21,8	4,5	1,05	0,592	0,263	0,345
11	2,59	99	21,5	4,3	1,08	0,582	0,239	0,359
12	2,62	103	21,5	4,4	0,98	0,628	0,321	0,322
13	2,60	83	21,8	4,6	1,06	0,591	0,240	0,367
14	2,57	85	21,0	4,4	1,03	0,598	0,272	0,342
15	2,57	78	21,5	4,4	1,03	0,597	0,272	0,341
16	2,61	90	20,4	4,4	1,05	0,597	0,248	0,365

TABELA 47A Atributos físicos e carbono orgânico de um Latossolo Vermelho distrófico sob diferentes tratamentos, na camada de 10-15cm de solo. UFLA, Lavras, MG, 2007.

Tratamentos	Dp	ADA	CO	DMG	Ds	VTP	Macroporos	Microporos
	g cm <sup>-3</sup>	g kg <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>	mm	g cm <sup>-3</sup>	m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>	m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>	m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>
1	2,61	103	24,8	4,6	1,04	0,601	0,249	0,352
2	2,64	80	22,1	4,5	1,04	0,608	0,259	0,348
3	2,63	82	22,0	4,2	1,08	0,588	0,217	0,371
4	2,60	81	21,8	4,8	1,07	0,582	0,227	0,358
5	2,60	119	23,9	4,5	1,11	0,573	0,189	0,383
6	2,59	77	23,2	4,6	1,04	0,600	0,243	0,355
7	2,59	91	22,6	4,2	1,12	0,568	0,191	0,376
8	2,58	80	22,9	4,2	1,04	0,599	0,254	0,344
9	2,59	87	22,3	4,4	1,08	0,582	0,211	0,373
10	2,62	83	22,8	4,3	1,05	0,600	0,250	0,349
11	2,61	87	22,6	4,4	1,09	0,585	0,219	0,366
12	2,59	75	21,8	4,1	1,09	0,579	0,215	0,364
13	2,62	84	22,1	4,5	1,07	0,589	0,219	0,370
14	2,62	73	21,8	4,2	1,03	0,606	0,246	0,360
15	2,61	70	23,6	4,5	1,07	0,588	0,231	0,357
16	2,63	95	21,9	4,4	1,06	0,597	0,238	0,359